

Uma pitada de

biodiversidade

na mesa dos brasileiros



FRANCISCO J. B. REIFSCHNEIDER • LUCIANO L. NASS • GILMAR P. HENZ • ANA GLÁUCIA HEINRICH • CLÁUDIA S. C. RIBEIRO
KEPLER EUCLIDES FILHO • LEONARDO S. BOITEUX • PATRÍCIA RITSCHER • RODRIGO M. FERRAZ • VERA QUECINI

Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros

1ª edição | Versão 2015 | Prefixo Editorial: 917453

Número ISBN: 978-85-917453-0-2

Coordenação editorial e revisão técnica:

Francisco J. B. Reifschneider, Luciano L. Nass e Gilmar P. Henz

Revisão gramatical: Margaret de Palermo Silva

Projeto gráfico e diagramação: Cecilia Reifschneider

Infográficos: Lucas Gabriel F. Coelho

Foto da capa: ©iStock.com/ bluefern

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros / organizadores, Francisco José Becker Reifschneider, Luciano Lourenco Nass, Gilmar Paulo Henz. – Brasília, DF:

2015.

156 p.: il.

Infográficos: Lucas Gabriel Ferreira Coelho.

1. Biodiversidade. 2. Alimento. 3. Nutrição humana. I. Reifschneider, Francisco José Becker. II. Nass, Luciano Lourenco. III. Henz, Gilmar Paulo. IV. Heinrich, Ana Gláucia. V. Ribeiro, Cláudia Silva da Costa. VI. Euclides Filho, Kepler. VII. Boiteux, Leonardo. VIII. Ritschel, Patricia. IX. Ferraz, Rodrigo. X. Quecini, Vera.

CDD 641.3 (21.ed.)

Todos os direitos reservados.

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

© Reifschneider, Nass e Henz, 2015

Uma pitada de

biodiversidade na mesa dos brasileiros

AUTORES:

FRANCISCO J. B. REIFSCHNEIDER

LUCIANO L. NASS

GILMAR P. HENZ

ANA GLÁUCIA HEINRICH

CLÁUDIA S. C. RIBEIRO

KEPLER EUCLIDES FILHO

LEONARDO SILVA BOITEUX

PATRICIA RITSCHER

RODRIGO M. FERRAZ

VERA QUECINI

COLABORAÇÃO ESPECIAL: LUCAS GABRIEL F. COELHO (INFOGRÁFICOS)

BRASÍLIA, D.F

2015

Índice

Apresentação i

A VULNERABILIDADE GENÉTICA DA AGRICULTURA	iv
ACORDOS INTERNACIONAIS E A BIODIVERSIDADE	vi
UMA VISÃO DE FUTURO	ix

Feijão 7

A cultura e a sua introdução no Brasil	7
Importância Mundial	9
Importância no Brasil	10
Diversidade genética	12
Coleções de Germoplasma	16
Bancos Internacionais de Germoplasma	17
Bancos Nacionais de Germoplasma	18
Visão do futuro	19

Arroz 25

Chegada ao Brasil	29
Importância mundial	30
Importância no Brasil	31
Características do cultivo	32
Diversidade genética	32
Espécies silvestres	34
Coleções de Germoplasma	35
Visão de futuro	36

Mandioca 43

Centro de Origem	46
Importância no Mundo	47
Importância no Brasil	49
Diversidade Genética	51
Coleções de Germoplasma	53
Coleções no Brasil	55
Melhoramento	57
Visão de Futuro	59

Carne 65

Introdução dos bovinos no Brasil	65
Importância	67
Diversidade genética	70
Coleções de Germoplasma	71
Visão de futuro	72

Pimentas 79

De onde vêm as pimentas Capsicum?	80
Como as pimentas ganharam o mundo	80
Importância econômica	81
Por que as pimentas ardem?	83
Diversidade genética	84
Nossas pimentas	87
Coleções de Germoplasma	88
Uma visão de futuro	89

Tomate 95

Importância	95
Um pouco de história	96
Diversidade genética	99
Uso da biodiversidade no melhoramento	100
Coleções de Germoplasma	100
Características de interesse e sua transmissão	101
Heterose e utilização de híbridos	101
O genoma do tomateiro	102
Visão de futuro	103

Suco de uva 107

Introdução e expansão do cultivo no Brasil	107
Distribuição geográfica do cultivo	111
A diversidade genética do gênero <i>Vitis</i>	112
Coleções de germoplasma	115
BAG-Uva: Estratégias, caracterização e avaliação	116
Melhoramento genético	117
Visão de futuro	119

Referências 125

*E mais:
Receitas brasileiras
típicas em cada
capítulo!*



Apresentação

*...legumes não faltam da terra, e de Portugal;
beringelas, alfaces, couves, abobaras, rabãos,
e outros legumes, e hortaliça...¹*

Christovam de Gouvea
viagem e missão jesuítica pela Bahia, 1585-1590

A agricultura e a biodiversidade

estão intimamente ligadas. A biodiversidade da agricultura é essencial para o desenvolvimento humano. Biodiversidade agrícola ou agrobiodiversidade é um termo genérico que basicamente inclui todos os componentes da diversidade biológica (plantas, animais, micro-organismos) que são importantes para a alimentação e para a própria agricultura, assim como todos os componentes da biodiversidade ecológica que constituem agroecossistemas.

O início da agricultura há mais de 10 mil anos é, sem dúvida, um dos acontecimentos de maior importância na história da vida na Terra. Aproximadamente 300 mil espécies de plantas foram descritas, sendo que 3 mil foram utilizadas pelo homem para sua alimentação. Atualmente são usadas em torno de 300 espécies, e destas apenas 15 representam 90% de toda a alimentação humana. As 15 espécies mais utilizadas são arroz, trigo, milho, sorgo, cevada, cana-de-açúcar, beterraba, batata, batata-doce, mandioca, feijão, soja, amendoim, coco e banana. Somente o arroz, a batata, o milho e o trigo representam 60% desse total e são a base da alimentação humana.

¹ Narrativa epistolar de uma viagem e missão jesuítica pela Bahia, Ilheos, Porto Seguro, Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro, S. Vicente (S. Paulo), etc. Desde o ano de 1585 a 1590, indo por visitador o P. CHRISTOVAM DE GOUEVA. Escripção em duas Cartas ao P. Provincial em Portugal. 123 p. Fernão Cardim 1847 Lisboa . Imprensa Nacional. Escritos desconhecidos por séculos, divulgados em parte em 1847, em português.

O Brasil abriga pelo menos 20% das plantas do planeta, e isto significa amplas oportunidades econômicas para o desenvolvimento de novos produtos, sejam eles alimentos, fibras, fármacos e outros; essas oportunidades ímpares vêm acompanhadas também de maior responsabilidade, tanto em âmbito nacional como internacional. A importância e o potencial econômico desse patrimônio para a atual e as futuras gerações de brasileiros são monumentais.

O valor da biodiversidade agrícola é óbvio, considerando que nos fornece alimentos, madeiras, fibras, óleos, remédios e combustíveis. Além disso, a biodiversidade agrícola contribui para os serviços ecossistêmicos, sendo os mais conhecidos a conservação da água e do solo, assim como a polinização.

Para uma parcela significativa da população brasileira, a biodiversidade agrícola é a fonte primária de renda. Em 2010, o nosso Produto Interno Bruto agrícola (PIB agrícola) chegou a US\$ 821 bilhões², de um PIB total de US\$ 3,7 trilhões em 2010. Da população economicamente ativa (PEA) de 92,7 milhões de brasileiros, estão na agricultura 15,7 milhões (17%), e em todas as atividades adicionais do agronegócio outros 12 milhões (13%), totalizando pouco mais de 27 milhões de pessoas que trabalham na agricultura e na transformação de seus produtos, alcançando 30% da PEA do Brasil. E, historicamente no Brasil, a agricultura é que tem sido um dos motores primários de crescimento da economia. Como exemplo, a soja foi

um dos três itens principais de exportação em 2010, junto com minério de ferro e petróleo; café e carne também são importantes produtos de nossa pauta de exportação de origem agrícola.

A agricultura, quando bem conduzida, produz uma série de serviços ambientais e contribui significativamente para a conservação e o uso da biodiversidade; ao mesmo tempo, a agricultura pode ser um importante fator que impacta na perda da mesma biodiversidade, seja pela expansão das fronteiras agrícolas, pelo mau uso de tecnologias disponíveis ou pela ganância desenfreada e não controlada do sistema político em que vivemos. Essa perda de diversidade é preocupante, pois coloca em risco a própria agricultura e os serviços ecossistêmicos prestados por ela.

O Brasil é o principal país entre os considerados países megadiversos, detendo em seu território um número estimado em 13% do total de espécies do planeta. Mais de 20% da flora mundial, no total de aproximadamente 55 mil espécies descritas, são encontradas em território brasileiro.

Apesar de deter a maior biodiversidade do planeta, com enorme riqueza em termos de espécies nativas, a agricultura brasileira é altamente dependente de espécies exóticas³, originárias de outros países, tanto das Américas quanto de outros continentes.

2 Fonte: CEPEA/USP/CNA

3 Um excelente exemplo dessa dependência no início da colonização do Brasil se encontra na descrição a seguir: Em que se declara parte da fertilidade da terra de São Vicente. Nestas capitâneas de São Vicente e Santo Amaro são os ares frios e temperados, como na Espanha, cuja terra é mui sadia e de frescas e delgadas águas, em as quais se dá o açúcar muito bem, e se dá trigo e cevada, do que se não usa na terra por os mantimentos dela serem muito bons e facilísimos de granjear, de que os moradores são mui abastados e de muito pescado e marisco, onde se dão tamanhas ostras que têm a casca maior que um palmo, e algumas muito façanhosas. Do trigo usam somente para fazerem hóstias e alguns mimos. Tem esta capitania muita caça de porcos e veados, e outras muitas alimárias e aves, e criam-se aqui tantos porcos e tamanhos, que os esfolam para fazerem botas e couros de cadeiras, o que acham os moradores destas capitâneas mais proveitosos e melhor que de couro das vacas, de que nestas capitâneas há muita quantidade por se na terra darem melhor quê na Espanha, onde as carnes são muito gordas e gostosas, e fazem vantagem às das outras capitâneas, por a terra ser mais fria. Dão-se nesta terra todas as frutas de espinho que tem Espanha, às quais a formiga não faz nojo, nem a outra coisa, por se não criar na terra como nas outras capitâneas; dão-se nestas capitâneas uvas, figos, romãs, maçãs e marmelos, em muita quantidade, e os moradores da vila de São Paulo têm já muitas vinhas; e há homens nela que colhem já duas pipas de vinho por ano, e por causa das plantas é muito verde, e para se não avinagrar lhe dão uma fervura no fogo; e também há já nesta terra algumas oliveiras, que dão fruto, e muitas rosas, e os marmelos são tantos que os fazem de conserva, e tanta marmelada que a levam a vender por as outras capitâneas. E não há dúvida se não que há nestas capitâneas outra fruta melhor que é a prata, o que se não acaba de descobrir, por não ir à terra quem a saiba tirar das minas e fundir. (Gabriel Soares de Souza, 1587).



Polinização e Produção Agrícola

A pesquisa científica confirma os benefícios expressivos da polinização como serviço ecossistêmico para a produtividade de culturas importantes. Os polinizadores podem ser responsáveis por 45% a 75% da produção de melão; 40% da produção de café; 35% da produção de laranja; 88% da produção de caju; 43% da produção de algodão; e 14% da produção de pêssego. Quanto ao maracujá, sua produção depende integralmente de agentes polinizadores bióticos. Os serviços prestados pelos polinizadores são altamente dependentes da conservação da vegetação nativa, na qual encontram abrigo e alimento.



A nossa agricultura está baseada, por exemplo, na introdução das seguintes plantas:

- cana-de-açúcar, proveniente da Nova Guiné;
- café, da Etiópia;
- arroz, do continente asiático;
- soja e laranja, da China;
- milho, do México;
- trigo, da Ásia Menor.

Diversas espécies nativas são importantes alimentos da dieta humana com importância regional e local, tais como a mandioca, o abacaxi, os amendoins, o cacau, o caju, o cupuaçu, o maracujá, o guaraná, entre outras. Espécies nativas forrageiras também contribuem para a sustentação de boa parte do setor pecuário do Brasil.

A pecuária depende de bovinos, provenientes da Índia, e de gramíneas forrageiras, trazidas da África. A piscicultura depende de tilápias, vindas da África Oriental, e de carpas, trazidas da China, e a apicultura e polinização de importantes culturas estão baseadas em abelhas africanizadas. Entretanto, essa não é uma fragilidade brasileira, pois a interdependência de recursos genéticos exóticos é um fenômeno global.

A agricultura brasileira jamais teria progredido tanto, sem a importação sistemática e crescente desses recursos genéticos para produção de alimentos, óleos, fibras e energia. E são muitos os bons exemplos dessa rica história: merecem destaque a introdução de bovinos no Brasil e os jardins de introdução e aclimação de germoplasma, exemplificados pela Quinta do Tanque: a preocupação com a agrobiodiversidade brasileira é histórica!

INTRODUÇÃO DE BOVINOS

É sempre difícil afirmar, com precisão, quem foi o primeiro em qualquer tema histórico, principalmente quando já se passaram mais de quatrocentos anos do fato inicial. Essa é a situação da introdução de bovinos no Brasil, que tem duas datas registrando o acontecimento. Segundo Bertran, o gado foi introduzido por Tomé de Souza, que chegou ao Brasil em 1549. Era da raça inglesa Jersey, pequena e leiteira. O descendente desta raça, o gado Curraleiro do Planalto Central, tornou-se ainda menor. Todavia, para Dean, o gado foi trazido por Martim Afonso de Souza, em 1532, das ilhas de Cabo Verde, onde também era criado solto. Antonil, em 1711, dois séculos depois, descreve com detalhes a situação da pecuária como parte dos principais itens que sustentavam o Brasil naquela época: o açúcar, as minas de ouro e prata, o fumo e a pecuária. A pecuária no Sul do Brasil passou a ter importância apenas na segunda metade do século XVII, quando o Rio Grande do Sul efetivamente se incorporou ao Brasil, já que antes era território disputado por espanhóis e portugueses. Com

a decadência da antes pujante pecuária nordestina, desenvolveu-se poderosa indústria de carne-seca, o charque. De 13 mil arrobas exportadas em 1793, saltou-se para quase 600 mil arrobas no início do século XIX. Um salto só comparável ao do ouro! (extraído de Reifschneider et al., 2010).

A QUINTA DO TANQUE

A Quinta do Tanque, localizada em Salvador, Bahia, é considerada um dos monumentos civis mais importantes do Brasil. Sua história começa em 1555, quando os jesuítas construíram uma casa de campo do colégio da Bahia. A Quinta, medindo cerca de dois hectares, possuía grandes jardins e uma represa, ou um tanque. Nesse local os jesuítas cultivavam frutas e hortaliças em um pomar irrigado por nascentes e preciosos reservatórios de água, sendo esta a origem do nome Quinta do Tanque. Na Quinta cultivavam-se também plantas oriundas da Europa, Ásia e América. Mais tarde a Quinta serviu também de horto experimental, nela sendo aclimatadas espécies orientais, europeias e americanas. A cultura da canela no Brasil foi iniciada na Quinta e o cacau passou do Maranhão para a Bahia por intervenção dos jesuítas. (extraído de Reifschneider et al., 2010).

A VULNERABILIDADE GENÉTICA DA AGRICULTURA

O uso de 15 espécies que representam 90% de toda a alimentação humana deixa clara a exageradamente estreita base da qual dependemos. E a reduzida base de espécies que utilizamos para o nosso sustento faz com que exista enorme preocupação com a vulnerabilidade genética da agricultura, preocupação que antes era própria dos pesquisadores mas que hoje permeia toda a sociedade.

Apesar da conservação de vasta quantidade de variabilidade genética nos bancos de germoplasma, as culturas de importância econômica continuam se tornando cada vez mais uniformes. Nesse sentido, apesar de todo o esforço feito no estabelecimento de bancos de germoplasma em âmbito internacional, a

Conservando hoje para usar sempre: os bancos de germoplasma

Desde a sua fundação em 1973, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) opera um sistema de intercâmbio e quarentena de germoplasma que movimentou mais de 500 mil amostras de diferentes espécies vegetais. Este sistema alimenta mais de 150 Bancos Ativos de Germoplasma Vegetal, com um acervo de aproximadamente 300 mil amostras, dando suporte aos programas de melhoramento genético públicos e privados, desenvolvidos no país. Em Brasília, na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, situa-se a Coleção de Base (Colbase), destinada a preservar as amostras em longo prazo. Essa estrutura conta com temperatura (-18°C) controlada os 365 dias do ano. Em 2007, a coleção superou a marca de 100 mil amostras, com mais de 200 gêneros e 660 espécies vegetais distintas, fato que a tornou o sétimo maior repositório mundial. Em 2009, com a incorporação ao acervo genético da Embrapa de réplicas das coleções americanas de soja (23 mil amostras) e de arroz (17 mil), o país passou para a quarta posição mundial. Atualmente, a Colbase mantém aproximadamente 120 mil acessos, de 222 gêneros e cerca de 770 espécies vegetais.

É fundamental compreender que as **atividades de melhoramento genético no Brasil continuarão sendo altamente dependentes dos materiais mantidos nos bancos de germoplasma**, que são insumos críticos para o contínuo desenvolvimento do agronegócio nacional. O país necessita de políticas públicas que protejam seu patrimônio genético, porém é extremamente importante que se amplie o intercâmbio com outros países, garantindo ao Brasil capacidade de acessar e se beneficiar de variabilidade genética exótica, bem como de avanços obtidos em âmbito internacional na pesquisa em recursos genéticos.

estratégia não foi suficiente para fazer com que a agricultura mundial fique menos vulnerável a doenças e pragas. A existência dessa vulnerabilidade deve-se especialmente à utilização de genótipos uniformes em extensas áreas de cultivo, como mencionado anteriormente, sendo vários os exemplos na literatura de problemas advindos dessa uniformidade genética.

Em meados do século XIX, na Irlanda, houve uma catástrofe envolvendo a utilização de clones de batata, os quais eram, quase na sua totalidade, suscetíveis ao oomiceto *Phytophthora infestans*. A doença e as políticas públicas discriminadoras contra os irlandeses causaram uma tragédia tanto no sentido de perdas de vidas como de migração. O oomiceto foi acidentalmente introduzido na Europa a partir do México,

possivelmente via Estados Unidos da América. Além dos prejuízos causados aos agricultores da época, o maior agravante foi a perda de um milhão de vidas humanas pela fome. Ainda, cerca de um milhão e meio de emigrantes deixaram a Irlanda, principalmente com destino à América do Norte.

Em 1860, praticamente toda a indústria de vinho europeia foi destruída por um inseto parasita de raízes da videira (*Phylloxera*). O problema foi resolvido com a utilização de enxertia das uvas europeias em raízes de um tipo selvagem de uva americana, a qual possuía elevada resistência horizontal à *Phylloxera*. Tal comportamento tem se mantido eficiente até o momento.

Outro exemplo marcante e desastroso foi observado em híbridos de milho nos Estados Unidos da América, em 1970, onde a utilização de apenas uma fonte de macho-esterilidade, conhecida como citoplasma Texas (T), propiciou a ocorrência de severa epidemia causada pela raça T do fungo *Helminthosporium maydis*. Esse problema também foi verificado em outros países, inclusive no Brasil, em 1971. Cochran relatou um experimento que envolveu 30 fontes distintas de esterilidade que foram inoculadas com a raça T de *H. maydis*, indicando duas fontes (C e S) como resistentes. O tipo C, originário da raça brasileira Charrua, teve a preferência para utilização no programa de melhoramento de Illinois (EUA), pois conferiu estabilidade completa às linhagens, sendo menos variável em relação às alterações do ambiente.

Um caso curioso sobre a vulnerabilidade aconteceu com a seringueira (*Hevea*) que

ocorre naturalmente por toda a Bacia Amazônica, seu próprio centro de origem. Interessada na exploração comercial da borracha, a Fundação Ford estabeleceu grandes plantações de clones de seringueira em municípios do Estado do Pará, em terras devolutas situadas próximas ao rio Tapajós. O plantio de *Hevea brasiliensis* em Fordlândia ocorreu em 1928. Posteriormente, em 1932, outro plantio foi efetuado em Belterra, com introdução de outras espécies, como *H. benthamiana*, *H. guianensis*, *H. spruceana*, *H. pauciflora* e outras além de *H. brasiliensis*. O plantio de Fordlândia sofreu uma das grandes epidemias que se tem notícia no Reino Vegetal, pois os genótipos foram totalmente dizimados pelo fungo *Microcyclus ulei*, causador da doença conhecida como “mal-das-folhas”. O fungo ocorre naturalmente na Amazônia em nível endêmico e não causa prejuízos sérios às plantas quando ocorrem dispersas na mata natural. Porém, em plantações adensadas, a concentração de esporos, aliada às condições ambientais propícias à doença, torna a situação favorável à ocorrência de epidemia.

Por outro lado, plantios adensados de seringueira foram viáveis em condições de escape, caracterizadas por umidade baixa na época da troca de folhas, tendo sido esse o motivo do sucesso da cultura no planalto paulista. A vulnerabilidade da seringueira em plantios conduzidos artificialmente na Amazônia abre a oportunidade de sucesso da cultura em ambientes estranhos em relação ao seu ambiente de melhor adaptação na condição natural.

Diversidade das pimentas no Brasil, descrita em 1587 por Gabriel Soares de Souza

“...Há outra pimenta, a que pela língua dos negros se chama cuiemoçu; esta é grande e comprida, e depois de madura faz-se vermelha; e usam dela ...; e faz árvores de altura de um homem, e todo o ano dá novidade; sempre têm pimentas vermelhas, verdes e flor, e dura muitos anos sem se secar. Há outra casta, que chamam cuiepiá, a qual tem bico, feição e tamanho dos gravaços; come-se em verde, crua e cozida como a de cima, e como é madura faz-se vermelha, a qual queima muito; a quem as galinhas e pássaros têm grande afeição...Há outra casta, que chamam cumari, que é bravia e nasce pelos matos, campos e pelas roças, a qual nasce do feitio dos pássaros que a comem muito, por ser mais pequena que gravaços; mas queima mais que todas as que dissemos, e é mais gostosa que todas; e quando é madura faz-se vermelha, e quando se acha desta não se come da outra...”

Hoje, há uma interessante discussão sobre o plantio de dendê em São Paulo, por razões que em parte são similares às do cultivo da seringueira. É possível que fatos como esse tenham ocorrido em outras espécies, nas quais nem sempre o melhor ambiente de adaptação, para culturas conduzidas artificialmente, é o próprio local de origem.

A substituição de cultivares de plantas é processo normal desde que o melhoramento vegetal passou a ser utilizado de forma mais racional e metódica, no século XIX. O tempo de vida útil de uma cultivar tem diminuído ao longo das décadas, e hoje se considera, em média, de oito anos, apesar de haver cultivares com vida útil muito superior. Parte da substituição de cultivares é feita pela quebra de resistência genética a doenças, pelas mudanças das demandas, pela necessidade de competir com o lançamento de melhores e mais produtivos genótipos, ou simplesmente pela necessidade humana de ver algo novo, diferente, chamativo. Com isto, os programas de melhoramento devem ser ágeis e eficientes no desenvolvimento de cultivares que atendam às necessidades atuais, futuras,

reais ou imaginárias do mercado, inclusive muitas vezes antecipando possíveis alternativas para potenciais problemas. Os acessos mantidos nos bancos de germoplasma (exemplo: <http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/germoplasma/>) constituem-se em excelentes fontes de genes para utilização nos programas de melhoramento, sendo que a disponibilidade desses genes é consideravelmente facilitada via programas bem estruturados de pré-melhoramento e melhoramento. Um bom exemplo é descrito em http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/livro/novas_cultivares_brasileiras_uva.pdf. Com ações bem planejadas e de longo prazo, o risco da vulnerabilidade genética da agricultura pode ser substancialmente reduzido, favorecendo produtores e consumidores.

ACORDOS INTERNACIONAIS E A BIODIVERSIDADE

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada em 1992, no Rio de Janeiro, Brasil, também conhecida como Cúpula da Terra, Rio-92 ou Eco-92, foi um marco nas questões ligadas à biodiversidade. É nesse encontro que surge um importante documento, denominado Convenção da Diversidade Biológica⁴ (CDB), que está baseado em três objetivos principais: a) a conservação da diversidade biológica; b) o uso sustentável de seus componentes; c) a repartição equitativa dos benefícios derivados do uso dos recursos genéticos. Sua adoção significou o reconhecimento da importância da diversidade biológica para o desenvolvimento científico e a sobrevivência da humanidade, incluindo aspectos ligados à conservação e uso desses recursos.

Um exemplo da Convenção da Diversidade Biológica (CDB): Artigo 6 - Medidas Gerais para a Conservação e a Utilização Sustentável Cada Parte Contratante deve, de acordo com suas próprias condições e capacidades: (a) Desenvolver estratégias, planos ou programas para a conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica ou adaptar para esse fim estratégias, planos ou programas existentes que devem refletir,

Introdução da cana-de-açúcar no Brasil (Gabriel Soares de Souza, Tratado descritivo do Brasil em 1587)

Em que se declara as árvores da Espanha que se dão na Bahia, e como se criam nela. Parece razão que se ponha em capítulo particular os frutos da Espanha e de outras partes, que se dão na Bahia de Todos os Santos. E começemos nas canas-de-açúcar, cuja planta levaram à capitania dos Ilhéus das ilhas da Madeira e de Cabo Verde, as quais recebeu esta terra de maneira em si, que as dá maiores e melhores que nas ilhas e parte de onde vieram a ela, e que em nenhuma outra parte que se saiba que crie canas-de-açúcar, porque na ilha da Madeira, Cabo Verde, São Tomé, Trudente, Canárias, Valência e na Índia não se dão as canas se se não regam os canaviais...

4 Disponível em português no <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idConteudo=3687&idMenu=2336>

entre outros aspectos, as medidas estabelecidas nesta Convenção concernentes à Parte interessada; e (b) integrar, na medida do possível e conforme o caso, a conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica em planos, programas e políticas setoriais ou intersetoriais pertinentes.

O órgão de decisão e implementação da CDB é a Conferência das Partes (COP), com periodicidade bianual. Na segunda conferência, foi reconhecida a natureza especial da biodiversidade agrícola, uma vez que não há país autossuficiente em recursos genéticos. Por iniciativa da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) foi realizada uma adequação dos procedimentos rotineiros com relação ao intercâmbio de recursos genéticos aos princípios da CDB. Essa iniciativa culminou com o estabelecimento do Tratado Internacional sobre os Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e Agricultura (TIRFAA). Os objetivos do TIRFAA são a conservação e o uso sustentável dos recursos fitogenéticos para a alimentação e agricultura e a repartição equitativa dos benefícios de sua utilização, com enfoque direcionado para uma agricultura sustentável e para a segurança alimentar da humanidade. Dessa forma, o TIRFAA está fundamentado em estreita harmonia com as diretrizes da CDB.

O TIRFAA abrange praticamente todas as atividades rotineiras em recursos genéticos, incluindo conservação, prospecção, coleta, caracterização, avaliação e documentação. O tratado também reconhece a enorme contribuição que comunidades locais, indígenas e agricultores de todo o mundo, especialmente os localizados nos centros de origem e de diversidade dos cultivos, têm proporcionado e continuarão a oferecer para a conservação e o uso dos recursos genéticos. Indica, ainda, que é responsabilidade dos governos nacionais implementar o Direito dos Agricultores.

Uma novidade incluída no TIRFAA é o estabelecimento do Sistema Multilateral de Acesso, implementado para facilitar o acesso aos recursos genéticos para alimentação e agricultura, propiciando a distribuição



Raças animais em conservação

O Brasil tem diversas raças animais de criação que foram desenvolvidas a partir de raças trazidas pelos portugueses na época da colonização. Desde então, por meio de seleções através de cinco séculos, essas raças foram adaptadas às condições específicas dos diferentes ambientes brasileiros, criando raças locais conhecidas como “crioulas”, “locais” ou “naturalizadas”. Ao final do século XIX e início do século XX, algumas raças estrangeiras mais produtivas foram importadas e, embora não possuíssem as adaptações e características de resistência a doenças e parasitas de raças “naturalizadas”, por meio de cruzamentos absorventes gradualmente substituíram as raças locais, que agora estão ameaçadas de extinção.

Para minimizar a perda desses recursos genéticos, em 1983 a Embrapa incluiu os recursos animais em seu Programa para a Conservação de Recursos Genéticos. Hoje essa atividade conta com a participação de centros estaduais, universidades e produtores privados, fortalecendo o esforço de preservação tão importante para as gerações futuras. O Programa de Conservação da Embrapa focaliza apenas as raças locais, pela alta ameaça de extinção; são conservadas diversas raças, como Mocho Nacional e Pantaneiro (bovinos), Baio e Carabao (bubalinos), Campeiro e Lavradeiro (equinos), Criolo Lanado e Morada Nova (ovinos), entre outras.

justa e equitativa em função de sua utilização. Deve-se ressaltar que o TIRFAA é direcionado para fins alimentícios e, por essa razão, não inclui intercâmbio para utilização com finalidade química, farmacêutica, industrial ou não alimentícia. Todas as transações no Sistema Multilateral são norteadas pelo Termo de Transferência de Material Padrão (TTMP), documento conhecido, também, por sua sigla em inglês SMTA (*Standard Material Transfer Agreement*). O TIRFAA foi aprovado em 2001 e entrou em vigor em 29 de junho de 2004, após a assinatura de 40 países. O Brasil ratificou o TIRFAA em 2006. Esse tratado envolve a maioria das espécies de interesse para a agricultura, as quais constam no Anexo 1 do Tratado. O Brasil foi um dos primeiros a estabelecer legislação interna para tratar do tema e tem sido considerado exemplo para outros que ainda não desenvolveram legislação própria.

A CDB entrou em vigor em âmbito internacional em 29 de dezembro de 1993, foi aprovada pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo nº. 2, de 3 de fevereiro de 1994, e incorporada à legislação brasileira pelo Decreto nº. 2519, de março de 1998. O TIRFAA foi aprovado pelo Congresso Nacional pelo Decreto Legislativo nº. 70 de 19 de abril de 2006, sendo incorporado à legislação brasileira pelo Decreto nº. 6476, de 5 de junho de 2008. O TIRFAA passou a vigorar no Brasil a partir de 22 de agosto de 2006. Os recursos fitogenéticos coletados antes de 22 de agosto de 2006 e mantidos em condições *ex situ* por instituições públicas vinculadas ao governo federal estão sob a égide do sistema multilateral.

Ações simples podem permitir a conservação de espécies ameaçadas de parentes silvestres do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)

O Brasil detém grande diversidade de algodoeiros tetraplóides, e é centro de origem de *Gossypium mustelinum* e de diversidade de *G. barbadense* e de *G. hirsutum* var. *mariegalante* (algodoeiro mocó). “*G. barbadense* era usado para a confecção de artesanatos e na medicina caseira. Entretanto, o abandono da fiação e da tecelagem artesanal, devido à facilidade de aquisição de produtos têxteis industrializados, ocasionou o quase desaparecimento das variedades locais da espécie. Sobreviveram plantas de fundo de quintal, cujo número está em declínio em função da ampliação do acesso à medicina convencional. No caso do algodoeiro mocó, os plantios comerciais foram abandonados devido a fatores econômicos e sociais... A situação mais crítica ocorre com a espécie nativa e endêmica do Brasil, *G. mustelinum*. Apenas três populações são conhecidas e, apesar de duas novas populações terem sido localizadas, não existem mais que 400 indivíduos adultos identificados. A exploração intensiva do semiárido com a atividade pecuária, especialmente a caprina, é a principal ameaça para essa espécie continuar ocorrendo na natureza. Ações relativamente simples, como o isolamento da área em que essas populações ocorrem e a retirada dos rebanhos que se alimentam dessas plantas, podem permitir a conservação *in situ* de *G. mustelinum*...”(Extraído de Barroso, 2006).



UMA VISÃO DE FUTURO

A agrobiodiversidade tem sido, desde o Descobrimento, um dos sustentáculos do desenvolvimento nacional. Nos últimos anos, o desenvolvimento da agricultura nacional, tanto empresarial como familiar, teve um grande avanço pela adoção de políticas públicas adequadas, crédito maior e mais acessível, continuado e exemplar empreendedorismo do produtor brasileiro, aumento da demanda externa e interna pelos produtos tradicionalmente produzidos no país, disponibilização de tecnologias adequadas à agricultura tropical e muitos outros fatores. Ainda assim, a base dessa agricultura pouco tem utilizado a nossa agrobiodiversidade e depende, em parte considerável, de um número limitado de espécies.

Uma visão otimista do futuro:

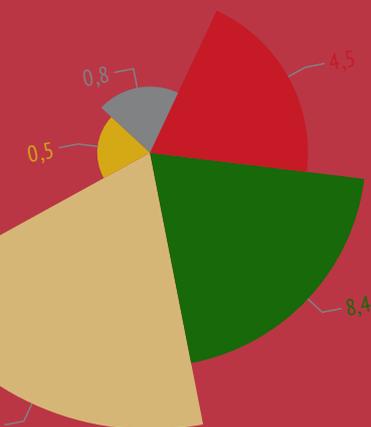
- prevê o uso cada vez maior da agrobiodiversidade brasileira em prol da nossa sociedade assim como da população mundial;
- estima a inclusão na dieta brasileira de um número crescente de plantas, e de seus derivados, hoje desconhecidas, pouco conhecidas, ou de uso restrito a regiões específicas;
- lança mão da variabilidade genética para o aumento da qualidade dos alimentos que consumimos, pela utilização de técnicas tradicionais e da nova biotecnologia;
- projeta aumento na produção e na produtividade agrícola nacional e mundial, baseada em uso racional da agrobiodiversidade e da tecnologia, atendendo à demanda por alimentos, óleos, fibras, energia e nutrientes da população mundial, e particularmente para os povos menos favorecidos;
- garante maior sustentabilidade pela inclusão da agricultura como uma nova “fábrica” de diversos produtos, indo muito além daqueles hoje conhecidos e explorados;
- representa uma visão de um mundo muito mais verde, mais eficiente e mais justo.





Os nossos alimentos em

Infográficos

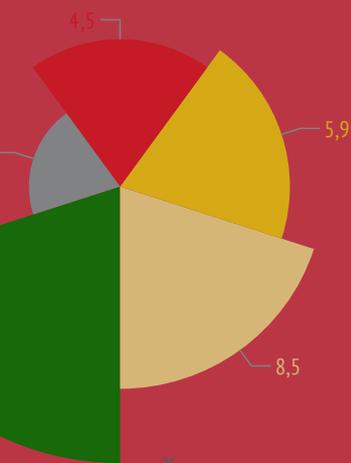


Informações sobre os gráficos

Os dados apresentados são referentes a nutrientes (proteínas, lipídios, carboidratos, fibra alimentar e cinzas), macro e micronutrientes (cálcio, potássio, manganês, fósforo, ferro, sódio, cobre, zinco e magnésio), vitaminas (pró-vitamina A, B1, B2, B6, C e E), e flavonoides (antocianina, flavonas e flavonóis). Os flavonoides são compostos sintetizados pelos vegetais que possuem importantes funções no seu desenvolvimento e na defesa contra o ataque de patógenos. Estudiosos tem relatado efeitos benéficos sobre a saúde quando essas substâncias são incorporadas a dieta humana sendo associados também a redução do risco de doenças cardiovasculares.

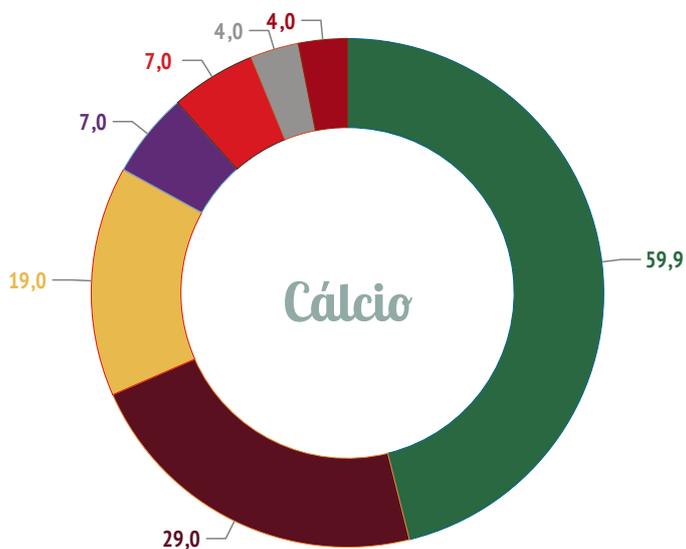
O conteúdo dos nutrientes está apresentado por 100 g de cada um dos alimentos, nas seguintes condições:

- Arroz: polido e cozido, com exceção dos valores de vitaminas B1, B2, B6, C e E que referem-se ao arroz polido classificado como grão longo;
- Carne bovina: contra filé com gordura, cru;
- Feijão: preto e cozido, com exceção do valor do grupo antocianina, que refere-se ao feijão preto e cru;
- Mandioca: cozida, com exceção dos valores de vitaminas A, B2 e E, que referem-se à mandioca fresca;
- Pimenta: do tipo malagueta e fresca, com exceção dos valores de vitaminas B1, B2, B6, e E, que referem-se a pimentas vermelhas picantes;
- Suco de uva: enlatado;
- Tomate: com semente, cru.



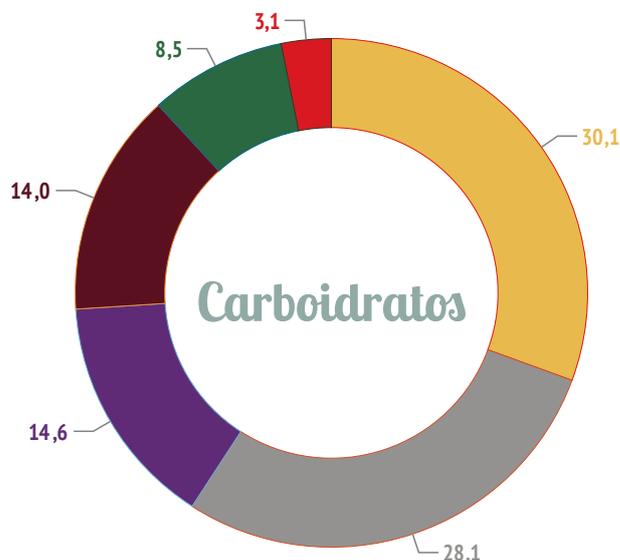
Os dados são oriundos de diversas fontes que foram consolidadas em uma tabela mestre. As fontes estão listadas no capítulo de referências.

Cálcio



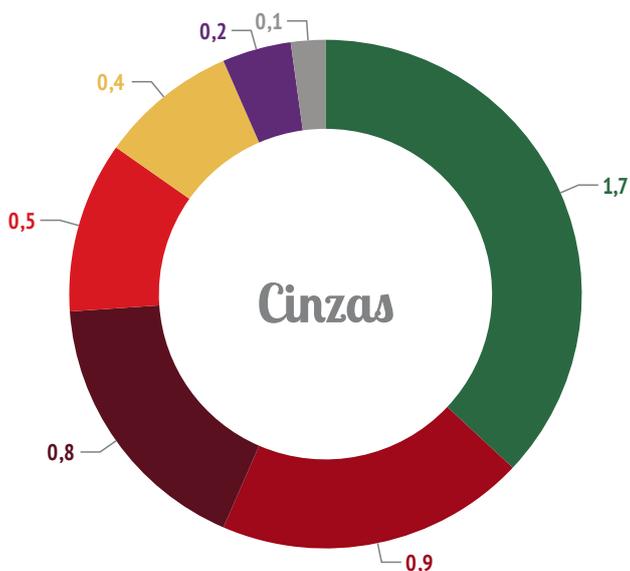
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Carboidratos



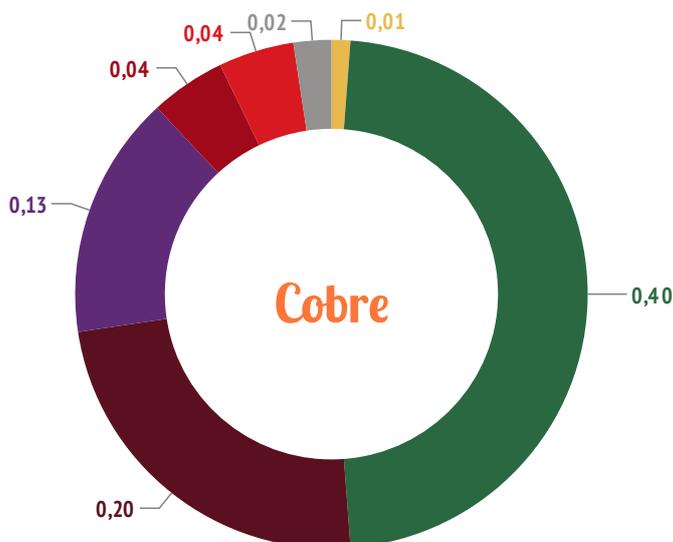
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Cinzas



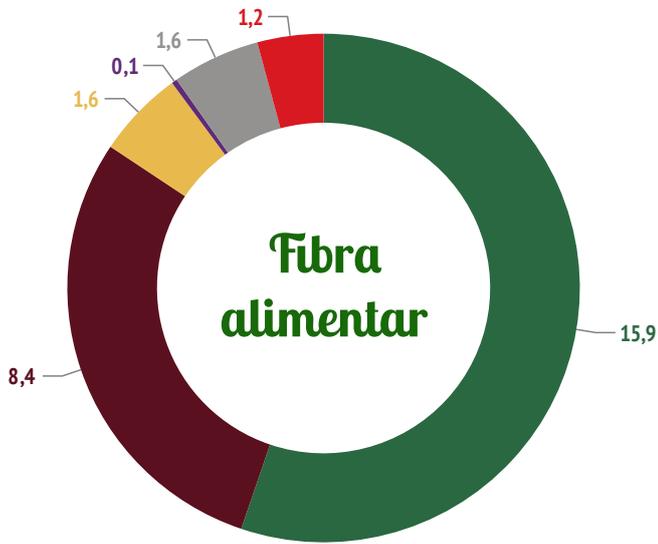
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Cobre



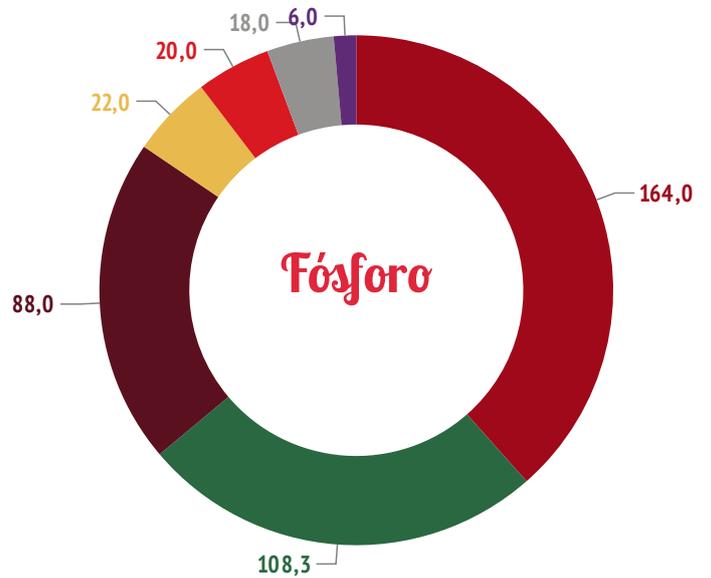
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Fibra alimentar



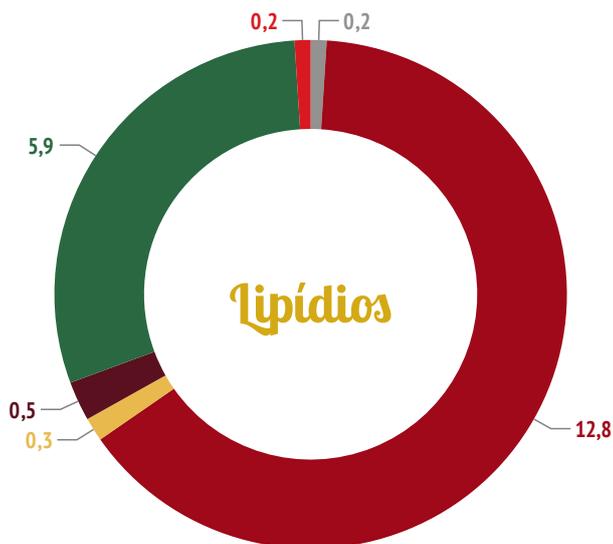
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Fósforo



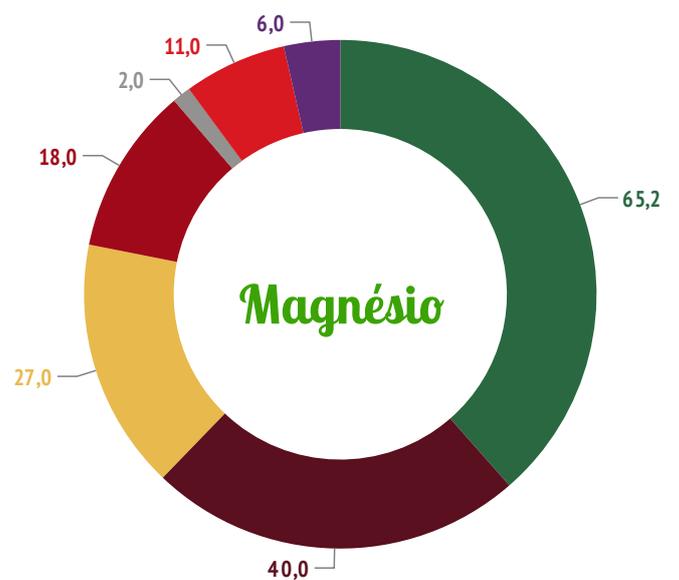
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Lipídios



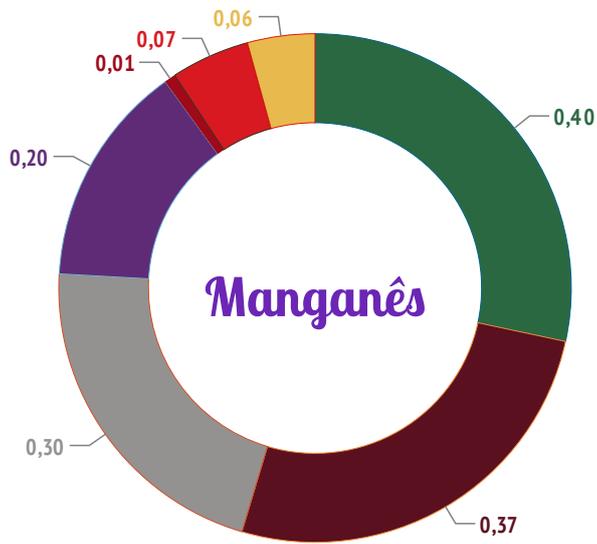
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Magnésio

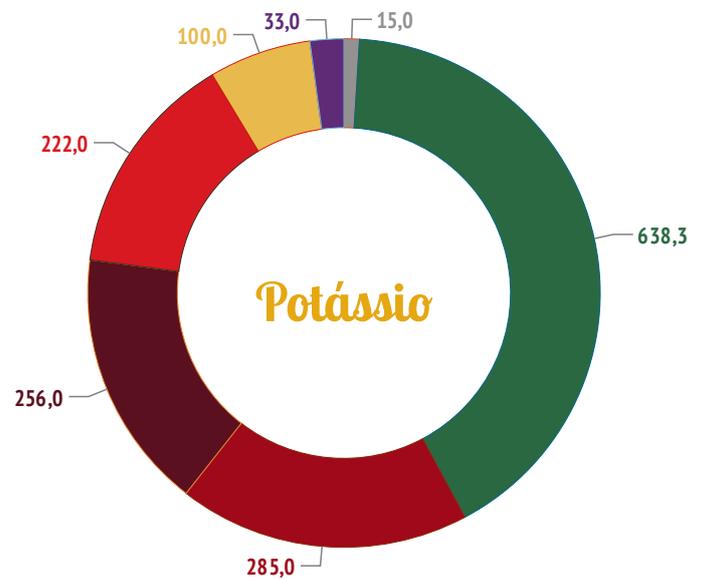


Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

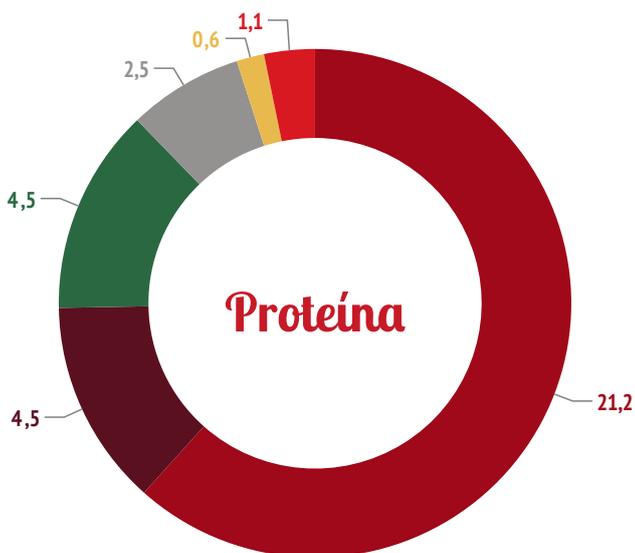
Manganês



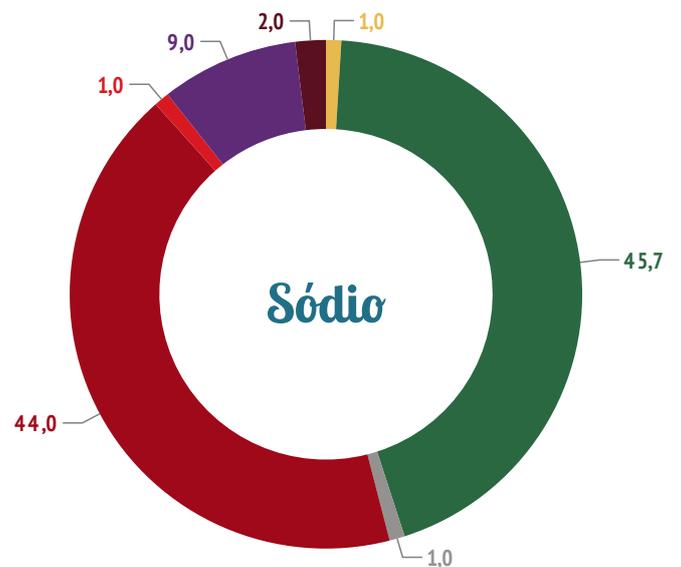
Potássio



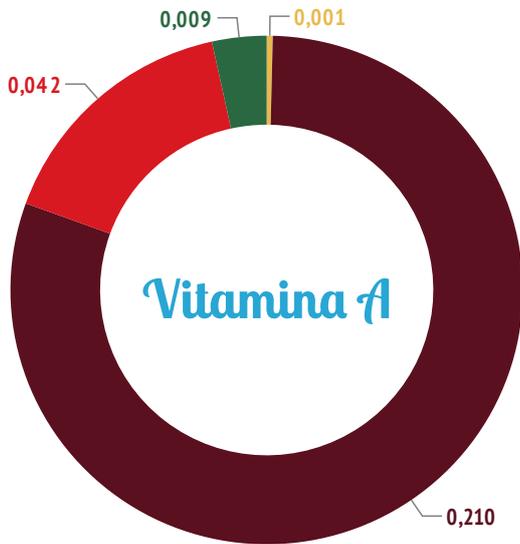
Proteína



Sódio

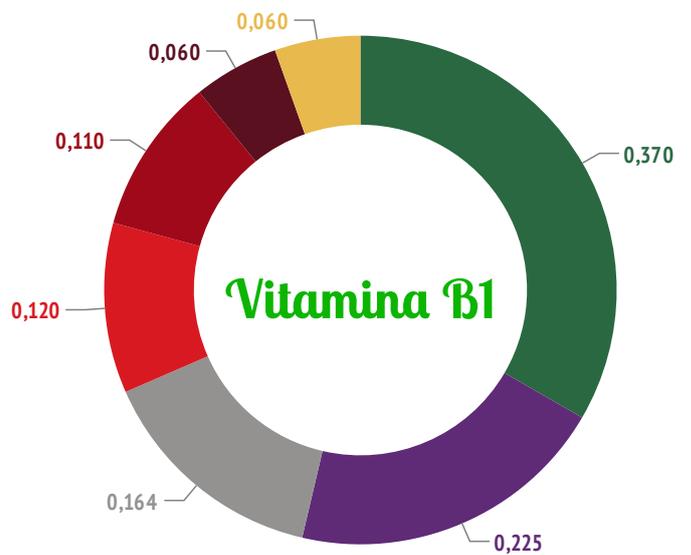


Vitamina A



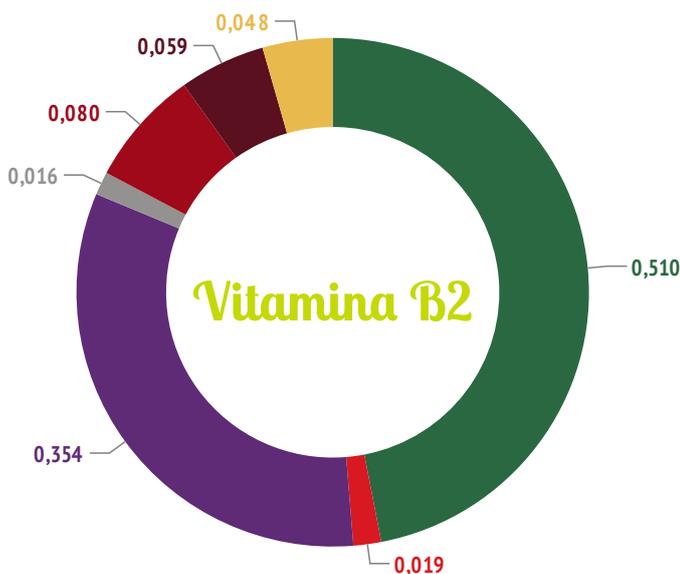
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Vitamina B1



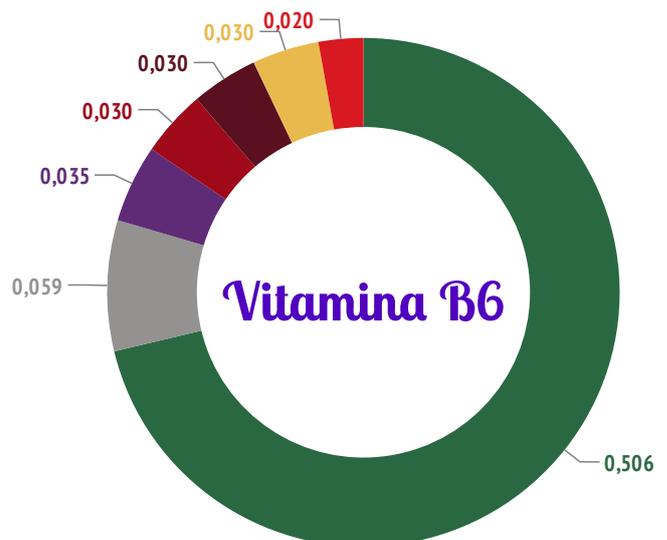
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Vitamina B2



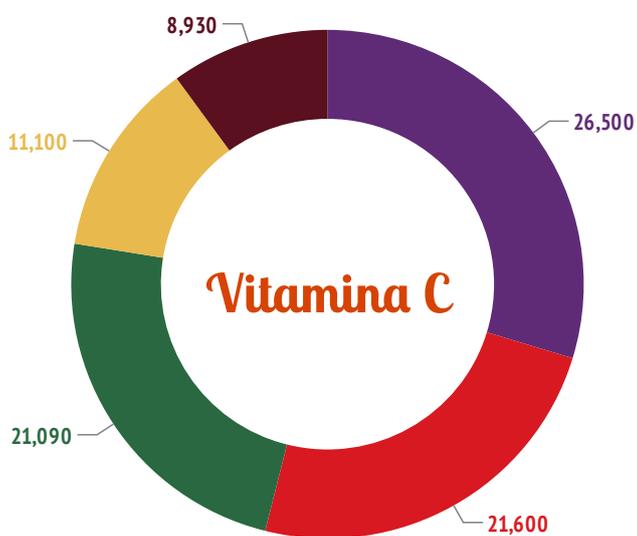
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Vitamina B6



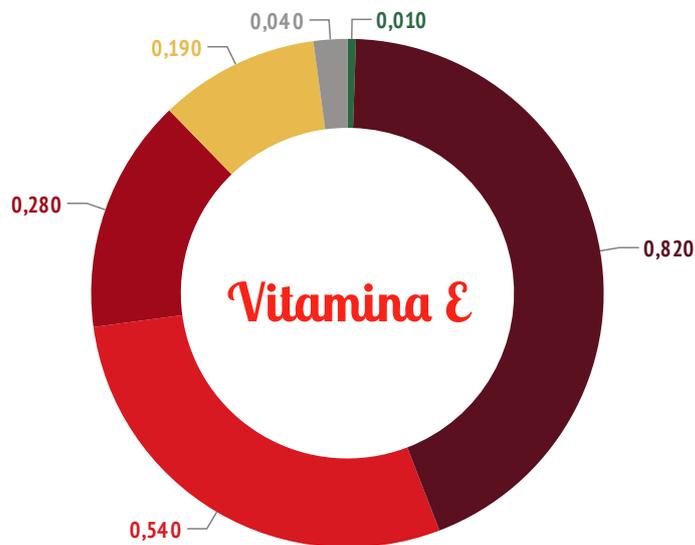
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Vitamina C



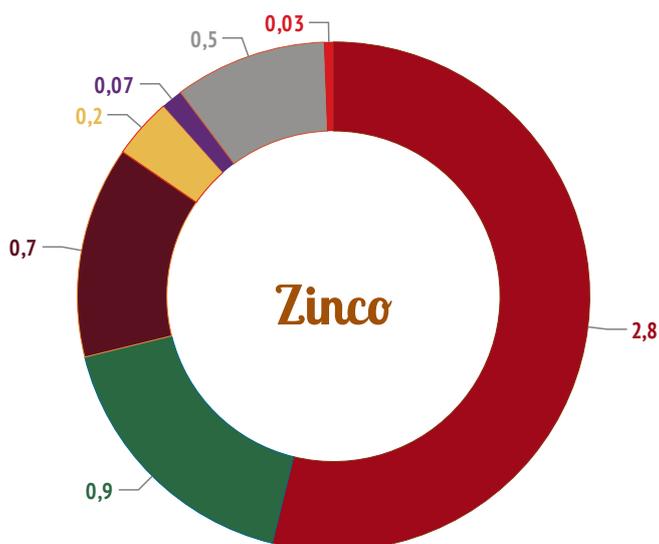
Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Vitamina E



Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

Zinco



Feijão Arroz Mandioca Carne bovina Pimenta Tomate Suco de uva
(mg em 100 g do alimento)

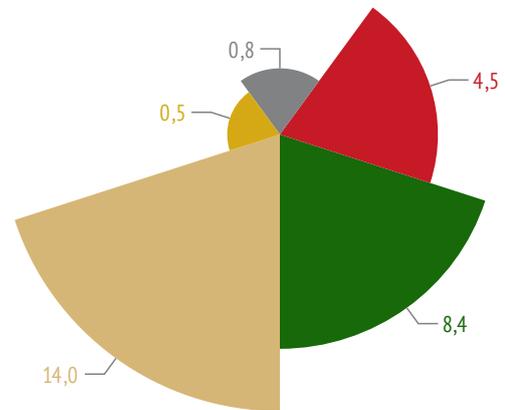
Descubra
mais infográficos
em cada capítulo



Variabilidade do Banco de Germoplasma de feijão do CIAT
Foto: Neil Palmer, CIAT

Feijão

Carboidratos Proteína Fibra alimentar Lipídios Cinzas



(mg em 100 g do alimento)

*“Uma velha e perfeita cozinheira a quem pedi a fórmula sagrada
Da feijoada à mineira,
Mandou-ma. Ei-la: “Receita de feijoada -
Tome coisa de um litro de feijão
Preto, novo, sem bicho,
E, depois de catado com capricho,
Jogue no caldeirão.
(Com feijão que não seja preto é à toa
tentar fazer feijoada.
E se teimar, não cuide que sai boa;
Sai não valendo nada.)”
Quando estiver o caldeirão fervendo
Ou antes, deite o sal,
As mãos de porco, orelhas e, querendo
Focinhos e rabo; isto (está claro) tendo,
Porque não tendo é o mesmo, não faz mal.”*

Feijoada à Minha Moda
Carlos Drummond de Andrade

A CULTURA E A SUA INTRODUÇÃO NO BRASIL

O feijão é considerado por muitos símbolo da culinária brasileira e parte de nossa identidade cultural, como pode ser visualizado no trecho do poema ao lado que descreve o preparo da feijoada, uma das receitas mais famosas feita com esta leguminosa. É um dos componentes mais tradicionais da dieta dos brasileiros e destaca-se por ser, junto com o arroz, um dos alimentos básicos para a maioria da população mundial. Muito importante nutricionalmente por ser fonte de carboidratos, proteínas, fibras e diversos outros minerais e vitaminas, chegou a ser apontado como um possível substituto a produtos de origem animal.

Em função de o termo “feijoeiro” descrever uma série de espécies diferentes pertencentes à família das Leguminosas, atualmente existe grande confusão na utilização desta expressão. Por exemplo, são conhecidos como feijões membros dos gêneros *Vigna*, *Canavalia*, *Cajanus* e *Phaseolus*, entre outros.

O *Phaseolus*, dentre os diversos gêneros mencionados, destaca-se, principalmente, por apresentar larga variabilidade morfológica, resultado de suas diversas espécies oriundas de diferentes partes do mundo, o que possibilitou ao gênero ampla adaptação aos mais diversos ambientes.

Para ilustrar essa situação, pode-se citar que são encontradas plantações nas mais distintas regiões, desde cultivos conduzidos em nível do mar até aqueles encontrados em grandes altitudes (cerca de 3000 metros). O feijão ainda pode ser cultivado em vários sistemas de produção, como a monocultura, consorciação e até agroflorestas. O fato de englobar a espécie *Phaseolus vulgaris*, conhecida também como feijoeiro comum e que corresponde à maior parte da safra mundial da cultura, aumenta ainda mais a importância desse gênero.

Estima-se que a produção de *Phaseolus vulgaris*, em 2008, foi de aproximadamente 20,4 milhões de toneladas, gerando receita de 1,93 bilhão de dólares, considerando-se apenas exportações, segundo dados da FAO. Além disso, a espécie é responsável por 95% de todo o feijão consumido desse gênero.

O centro de origem de *P. vulgaris* não é conhecido com exatidão; até o século passado, importantes cientistas da época consideravam sua origem como desconhecida. Décadas mais tarde, estudiosos afirmaram que a Índia era o provável local de origem. Somente após a Segunda Guerra Mundial, com base em achados arqueológicos localizados em diversos pontos do continente americano, chegou-se ao consenso sobre a verdadeira área. Contudo, mesmo sabendo que seu centro de origem é o continente americano, ainda não é possível definir precisamente um ponto onde esse fenômeno aconteceu, pois são encontradas espécies silvestres desde o México até a Argentina. A ampla distribuição geográfica da espécie resultou no surgimento de diversas raças locais de feijão, que, aliado ao fato de existirem vestígios arqueológicos em distintos pontos do continente, dificultam ainda mais a definição do centro de origem. Atualmente, alguns estudiosos têm apontado o México como provável centro de origem, onde são encontradas praticamente todas as espécies do gênero.

O fenômeno de domesticação aconteceu de modo independente em dois centros primários de diversidade. De acordo com as evidências disponíveis, a região ao sul

dos Andes é possivelmente o local de origem de feijões com grãos maiores, como o Nova Granada e o Peru. O segundo centro de diversidade indicado, responsável por espécies com grãos menores como Durango e Jalisco, é a região conhecida como Mesoamerica. Além desses, pesquisas indicam que a região ao norte dos Andes é um centro secundário. Em virtude do múltiplo processo de domesticação em locais tão heterogêneos, dois conjuntos gênicos principais foram formados, um Mesoamericano e um Andino.

Feijão Carioca

O feijão Carioca, o mais consumido e plantado no Brasil, foi desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em meados da década de 60, criando ótima alternativa para os produtores de feijão que encontravam diversas dificuldades no cultivo de feijões com tegumento de coloração única. Esse feijão, que em seus primeiros ensaios já mostrava produtividade elevada, resistência a enfermidades e boa capacidade culinária, logo substituiu as variedades existentes na época e ainda hoje é o mais importante do país. Muitos atribuem seu nome à similaridade de suas manchas no tegumento com os desenhos da calçada de Copacabana, no Rio de Janeiro. Entretanto, muitos garantem que o nome surgiu da analogia com o porco Carioca, espécie suína que possui pelagem semelhante à coloração do feijão.



Quanto à presença de *P. vulgaris* no Brasil, sabe-se que ela foi trazida por algum grupo indígena há milhares de anos, pois a espécie não ocorre naturalmente no país visto que ainda não foram encontrados exemplares silvestres dessa leguminosa no território nacional. Não se pode afirmar com precisão o local em que a cultura ingressou no Brasil, nem o período exato desse acontecimento, entretanto, pode-se dizer que foi anterior à chegada dos portugueses, pois segundo relatos da época, quando os europeus desembarcaram na antiga Terra de Vera Cruz, já o encontraram sendo cultivado pelos nativos.

Relatos como os de Gabriel Soares de Souza, o primeiro brasilianista⁵, atestam a grande riqueza de espécies e a sua larga variabilidade, ao descrever os feijões trepadores que encontrou. Em trecho de seu livro “Tratado Descritivo do Brazil”, de 1587, destaca a infinidade de cores e sabores dos feijões brasileiros.

Provavelmente, a extensa variabilidade já encontrada naquela época é resultado de diversas introduções que essa cultura sofreu no Brasil pré-Cabral. Uma das possíveis rotas para os feijões mesoamericanos seria um percurso saindo do México, em direção ao Caribe e à Colômbia, e somente depois chegando ao Brasil. Acredita-se que os feijões menores entraram diretamente pelas áreas mais próximas aos Andes.

Em relação à disseminação do *Phaseolus vulgaris* pelo globo terrestre, atribui-se aos portugueses e aos espanhóis, os últimos com menor importância, a responsabilidade pela introdução do feijão na Europa. Ao chegar ao Velho Mundo, a espécie logo substituiu as diversas existentes, deste e de outros gêneros, oriundas de centros secundários de diversidade que já eram cultivadas na região. Também é atribuída aos povos europeus, após o início do processo de colonização, a entrada de outros tipos de feijão no Brasil, como é o caso do feijão carnaval.

IMPORTÂNCIA MUNDIAL

Atualmente, diversas espécies de feijão são exploradas economicamente, e dessas, o feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris*, e o feijão-caupi, *Vigna unguiculata*, são as mais expressivas. Segundo dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO), a produção mundial da cultura (feijão seco e feijão-caupi seco) em 2009 ficou em torno de 25 milhões de toneladas, ocupando uma área de aproximadamente 35 milhões de hectares, sendo a produção do primeiro substancialmente mais significativa.

Tais valores são muito expressivos; entretanto, se forem comparados a culturas como soja, milho e trigo, possuem menor destaque, pois esses cultivos também são utilizados para alimentação animal,

diferentemente do que ocorre com o feijão. Apesar de a produção da espécie ter crescido aproximadamente 27% desde 2002, sua participação no cenário mundial de grãos ainda é pequena, como demonstram os dados de 2010, segundo os quais se obtém uma produção de feijão em torno de 23 milhões toneladas, enquanto colheram-se 261 milhões de toneladas de soja, 650 milhões de toneladas de trigo e 844 milhões de milho.

Essa leguminosa, que tem sua produção e produtividade crescendo progressivamente desde a década de 60, é plantada em mais de 110 países, com seu cultivo concentrado nas mãos de poucas nações: Brasil, China, Mianmar, Índia, Estados Unidos da América e México, correspondendo a mais de 60% da produção mundial. Dentre esses, o Brasil é o primeiro produtor mundial de feijão.

Entretanto, esses mesmos países não são os maiores exportadores, pois assim como a produção, o consumo também é elevado, ou seja, o excedente que seria comercializado no mercado internacional é escasso. Estima-se que, em todo o mundo, menos de 20% do que é produzido é negociado internacionalmente. Todavia, existe uma tendência de aumento nos próximos anos. Os maiores exportadores são China, Mianmar, EUA, Canadá e Argentina. A China, entre esses, é o país com maior destaque, exportando aproximadamente 27% do total que produz. Além disso, o destino de sua produção é bastante diversificado, sendo distribuída para diversos países em todos os continentes, diferentemente do que ocorre com os EUA, Canadá e Argentina, que preferem negociar com membros de seus blocos econômicos.

Índia, EUA, Japão, Cuba e Reino Unido são os maiores importadores de feijão, correspondendo a mais de 30% do que é importado. É interessante perceber que, ao longo de toda a década de 90, o Brasil era considerado o maior importador de feijão mundial. Todavia, o aumento da produtividade, aliado a políticas públicas mais eficientes em alguns aspectos e o decréscimo no consumo *per capita*, ocasionaram uma mudança nesse panorama.

5 Brasilianista - termo utilizado para definir um estudioso estrangeiro especialista em assuntos brasileiros.



Feijão-de-corda ou Caupi

O feijão-de-corda é muito utilizado em pratos típicos nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil. Muito saborosa e nutritiva, a leguminosa recebe esta denominação exótica possivelmente em função de seu hábito de crescimento trepador, ou seja, pelo fato de se “enrolar” nas superfícies próximas, assim como um cipó.

Hoje, o país ocupa a sexta colocação entre os maiores importadores, porém existe forte tendência de diminuição, chegando ao ponto de, em um futuro próximo, o Brasil ser apontado como possível exportador, principalmente se explorar o mercado de grãos especiais com alta qualidade.

IMPORTÂNCIA NO BRASIL

Historicamente, a lavoura do feijão no Brasil sempre esteve associada à subsistência da população. O feijão era cultivado principalmente por pequenos e médios produtores. Entretanto, a partir da década de 80, esse cenário sofreu grande transformação, quando latifundiários impulsionados por políticas públicas de incentivo à irrigação ingressaram nesse mercado.

Acreditava-se, na época, que os agricultores com menor poder aquisitivo sairiam do comércio dessa leguminosa, porém tal fato não ocorreu. Hoje, o plantio irrigado encontra-se difundido em diversas regiões do país, assim como ocorre com aqueles de menor escala. Estudos apontam que a maior parte produção brasileira é oriunda de propriedades com área entre 10 e 100 hectares. Em relação aos nichos comerciais explorados pelos agricultores mais tecnificados, têm-se que lucram, principalmente, com a safra de inverno, enquanto os menores comercializam os excedentes colhidos na época da chuva.

Existe também forte embate entre as duas classes, em que os grandes produtores creditam a falta de qualidade do feijão nacional aos pequenos agricultores, e os últimos alegam que as instituições de ensino e pesquisa buscam soluções e melhorias somente para o agronegócio em escala empresarial.

Nos últimos anos, a insistente divulgação pelos mais variados meios de comunicação relatando a diminuição do consumo *per capita* da cultura em função de diversos aspectos, como urbanização, entrada da mulher no mercado de trabalho, assim como mudanças nos hábitos alimentares em segmentos da população, além do fato de parte do governo ter voltado a atenção somente ao comércio de *commodities*, causam

incertezas no agromercado feijão, gerando dificuldades para os segmentos dessa cadeia produtiva.

Contudo, tais problemas não foram suficientes para diminuir a grande importância dessa cultura para o país, já que a espécie correspondeu a aproximadamente 5% de toda a renda agrícola, considerando o período situado entre 1990 e 2002, ocupando a oitava colocação em geração de renda, quando comparada a outros produtos de origem vegetal. No mesmo período, houve decréscimo substancial na área plantada (aproximadamente 20%), sendo em larga medida compensado pelo forte aumento da produtividade média, obtida a partir de programas de melhoramento genético e uso de variedades mais adaptadas às regiões, somados à utilização da irrigação nas propriedades agrícolas, entre outras práticas culturais. Outro fator que auxiliou na obtenção desses resultados foi a fácil adaptação da espécie aos mais variados sistemas de cultivo, desde monocultivos até consorciação inter e intraespecífica.

Como aspecto interessante do mercado brasileiro, tem-se sua capacidade de autorregular-se, ou seja, é possível corrigir possíveis problemas de demanda do produto em curto espaço de tempo, ajustando somente a área plantada no seu próximo ciclo de cultivo. Em relação à safra brasileira, pode-se dizer que se divide em três períodos bem definidos, distribuídos ao longo de todo o ano, resultando em bom abastecimento interno, pois sempre haverá algum estado produzindo.

Na primeira, popularmente denominada safra das águas, a sementeira ocorre entre os meses de setembro a dezembro, ou seja, conduzida juntamente com o início da estação chuvosa, englobando

principalmente estados mais ao sul do país, como Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que são responsáveis pela maior parte do feijão produzido no país. No ano de 2009, 40% de toda a área colhida foi oriunda desse período, assim como cerca de 43% da produção.

Na segunda safra, ou safra da seca, o plantio é realizado entre janeiro e abril, em praticamente todos os estados. Em 2009, os plantios conduzidos nessa época corresponderam a 41% do total obtido, ocupando 52% da área destinada à cultura. As vantagens de plantar nesses meses, assim como ocorre com o feijão das águas, são que as plantas contam ainda com índices de chuvas elevados em seu período inicial de desenvolvimento, estão menos sujeitas a doenças e a colheita pode ser realizada em tempo seco, fatores benéficos para a obtenção de grãos de alta qualidade. Como desvantagem, apontam-se as oscilações climáticas que podem ocorrer e interferir tanto na produtividade quanto na qualidade final do produto.

A terceira safra, ou safra de inverno como também é conhecida, é conduzida quase que exclusivamente por produtores com maior aporte tecnológico, com semeadura entre abril e julho, concentrando-se principalmente na região tropical. Em 2009, a safra de inverno foi responsável pela produção de 16% da safra total, ocupando apenas 8% da área total. É interessante observar que uma área tão reduzida produziu um montante tão significativo. É comum se obter maior produtividade na terceira safra.

Sabe-se que a produtividade média do feijão no Brasil é de aproximadamente 1000 kg/ha (safra

2009/2010); porém ao analisarmos as regiões separadamente encontramos diferenças expressivas, resultado de uma série de fatores, como a tecnologia empregada e a qualidade da semente, entre outros.

Além disso, pode-se dizer que a região nordestina possui outras particularidades em relação às outras unidades macroeconômicas da federação, como o fato de o cultivo de feijão de terceira safra ser relativamente recente. Destacam-se nesse local como grandes produtores a Paraíba, o Maranhão, o Piauí e, principalmente, o Ceará, que nos últimos anos aumentou sua área de plantio consideravelmente. O avanço tecnológico nesses locais também foi perceptível, porém ainda é um dos menos desenvolvidos do país, principalmente pelo fato de a produção ser oriunda predominantemente da agricultura familiar.

Em contraste com o Nordeste, temos o restante do país, excetuando-se a região Norte, onde a produção da espécie é muito pouco relevante para a safra nacional. Nos estados da região Centro-Sul são encontradas características mais uniformes, como um cultivo mais tecnificado, bem mais produtivo e produtos de maior qualidade. Somado a isso, ainda engloba os dois maiores produtores do país, Paraná e Minas Gerais.

A cadeia produtiva do feijão é muito complexa e inconstante, pois sofre pesada influência de intermediários e das preferências alimentares dos consumidores, que variam de região para região, tendo forte impacto sobre o que é plantado.

Arroz e Feijão - A dupla perfeita

A mistura de arroz e feijão faz parte da identidade culinária brasileira. A combinação considerada nutritiva por especialistas fornece ao organismo quase todos os aminoácidos que o corpo necessita. Além disso, é fonte de diversas vitaminas, como as do complexo B e C, fibras, ácido cítrico, sacarose, minerais como o ferro, entre outros componentes. Como benefícios, pode-se apontar o combate à anemia, prevenção a cáries e a alguns tipos de câncer, à obesidade, entre outros.



Os intermediários são componentes da cadeia que compram parte da produção de feijão dos agricultores e a vendem a atacadistas, responsáveis pela limpeza, classificação e posterior empacotamento. A cadeia se encerra com a revenda do material tratado aos supermercados, que finalmente o repassam aos consumidores.

O feijão tem seu período de armazenamento muito curto, aproximadamente dois meses, devendo ser comercializado preferencialmente logo após a colheita, pois é muito suscetível ao envelhecimento acelerado, principalmente no caso do feijão carioca, o mais consumido no Brasil. O fato de ser transportado por via terrestre também constitui um gargalo, pois os custos dessa operação são elevados, em função do alto valor pago pelo combustível, somados a grandes perdas ocasionadas pela péssima qualidade das estradas nacionais. A volatilidade dos preços também é uma das características mais marcantes da cultura em que mudanças climáticas têm efeito direto na produção e, conseqüentemente, na oferta.

Além disso, a cultura tem forte apelo socioeconômico, pois em grande parte é cultivada em pequenas e médias unidades familiares, com contratação sazonal de mão de obra para a colheita, que em grande parte do país ainda é feita manualmente.

Estima-se que somente no estado de Minas Gerais, sejam necessários em torno de 7 milhões de homens por dia-ciclo de produção, gerando renda e empregos às camadas mais humildes da população, melhorando a qualidade de vida no campo e diminuindo o êxodo para os grandes centros urbanos.

DIVERSIDADE GENÉTICA

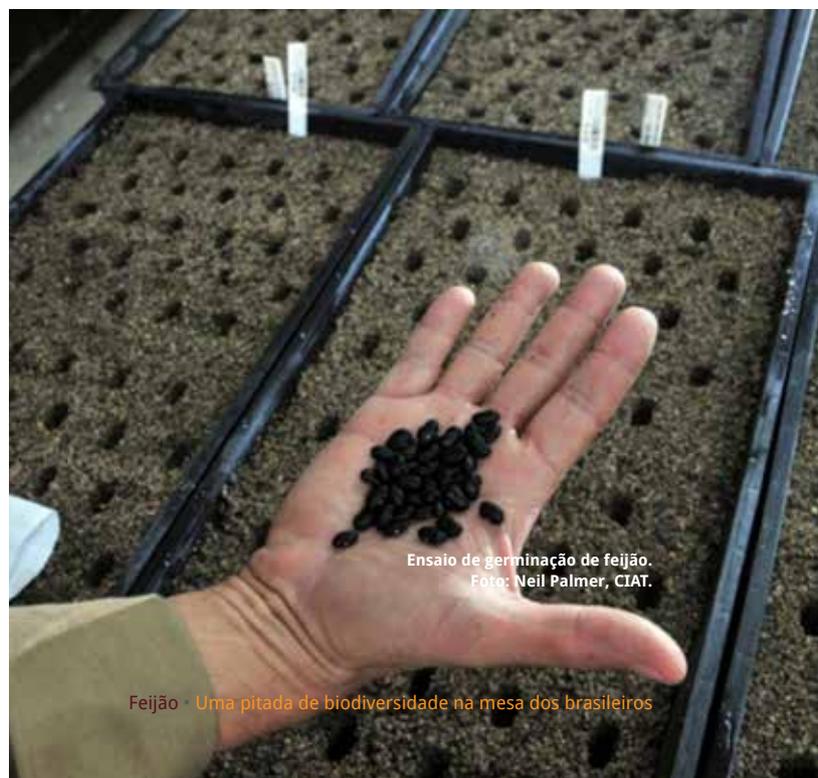
O gênero *Phaseolus*, dentre os muitos que recebem a denominação feijão, é reconhecidamente o mais importante. Estudos recentes de centros internacionais de pesquisa o descrevem como muito heterogêneo e com grande variabilidade genética, possuindo aproximadamente 55 espécies (CIAT). São diplóides, preferencialmente autógamos e possuem 22 cromossomos.

A grande variabilidade genética do gênero possivelmente é resultado da ampla diversidade de ambientes e condições climáticas nas quais essa cultura se desenvolveu, em que a constante interação genótipo *versus* ambiente resultou na seleção de indivíduos com diferentes características, dependendo das condições a que eram expostos.

Entre as diversas espécies do gênero somente cinco são consideradas domesticadas. Acredita-se que o

Feijão e história da humanidade

Durante a história humana, diversos são os relatos e as utilidades atribuídas ao feijão pelo mundo. Desde a Antiguidade, a leguminosa é utilizada para várias finalidades, seja como alimento, em rituais e eventos religiosos ou por razões sociais. A cultura assumiu, entre diversos povos, papel destacado na concepção da sua identidade cultural; como exemplo disso, pode-se citar referências aos feijões durante o Império Romano, quando eram usados como alimentos para os mais nobres e como moedas em jogos. Outro exemplo que pode ser apontado é seu apelo cultural e sua associação com a fertilidade em países do Oriente, como a China e o Japão. A espécie ainda simbolizava a vida em civilizações do antigo Egito e da antiga Grécia.



Ensaio de germinação de feijão.
Foto: Neil Palmer, CIAT.

processo de domesticação do feijão, assim como de outras solanáceas, provavelmente seguiu o mesmo padrão proposto para plantas de outras famílias, em que suas formas ancestrais, ao se comportarem como colonizadoras oportunistas, aproveitavam o ambiente recém-modificado pelo homem e apenas posteriormente, com a constante interação com o homem e outros vegetais, tornaram-se espécies cultivadas.

Outra possível hipótese para explicar a domesticação do feijoeiro nos diferentes pontos do globo terrestre descreve que o homem, ao exercer a pressão de seleção, muitas vezes inconscientemente, em alguns caracteres de interesse na espécie, acabou favorecendo alguns aspectos da mesma, resultando em plantas com características agrícolas superiores.

Como principais diferenças entre os feijões silvestres e os domesticados, têm-se que durante o processo de domesticação seus representantes perderam o mecanismo de dispersão de sementes, substâncias tóxicas, além do gigantismo, ou seja, o crescimento exagerado dos órgãos como vagens e grãos e mudanças em aspectos ligados ao ciclo de vida da espécie, como a germinação e florescimento mais rápidos e uniformes.

As modificações de diversas características em muitas espécies de plantas foram determinantes para o início e desenvolvimento da agricultura nos moldes como ela é realizada atualmente. Como exemplo, podem-se citar aspectos relacionados à redução no ciclo de vida de espécies perenes para anual. Em plantas de algodão (gênero *Gossypium*), tal mudança foi essencial para que elas fossem cultivadas em regiões fora da zona temperada, inicialmente o único local onde era possível tal cultivo.

A maturação mais uniforme, seja na floração ou na frutificação, é outra mudança considerada importante. A desuniformidade de produção, que de modo geral é muito vantajosa às espécies que a possuem, possibilita que a planta disperse seus descendentes em maior espaço de tempo, propiciando que suas sementes encontrem as condições mais adequadas ao

seu crescimento e desenvolvimento. Dessa forma, o homem primitivo, ao selecionar indivíduos com características de maior uniformidade no ciclo de vida, possivelmente visou facilitar seu processo produtivo, principalmente a colheita.

Considerando a domesticação de *Phaseolus*, os indígenas, ao selecionarem e preservarem tipos de feijão mais nutritivos e produtivos, incorporaram as modificações genéticas à espécie. Acredita-se que as primeiras cultivares de feijão tenham sido obtidas a partir de um método de melhoramento denominado

Feijoada portuguesa?

A feijoada, diferentemente do que muitos pensam, não foi criada pelos escravos trazidos da África durante o período colonial. Como a alimentação dos escravos era baseada em uma ração determinada pelos seus donos, a estória possivelmente não é verdadeira. Ademais, eles não possuíam autonomia para o desenvolvimento culinário.

Sua origem mais provável remete ao cozido português, prato típico da época feito com feijão branco e diversos tipos de carne. A receita, ao chegar ao Brasil, foi adaptada às tradições e costumes locais, sendo substituída pelo feijão preto e a carne de porco.

seleção massal, que consiste na avaliação visual das plantas (fenótipo) objetivando identificar indivíduos com características superiores.

Atualmente, visando agilizar o processo de obtenção de novas variedades, os programas de melhoramento genético dessa espécie utilizam cada vez mais técnicas e princípios científicos, baseados em metodologias bioestatísticas, genéticas e biotecnológicas, como o uso de marcadores moleculares.



Um ponto que deve ser ressaltado em relação às espécies silvestres é o fato de muitas possuírem genes de interesse, como resistência a pragas e doenças, tolerância à seca, entre outros. Por tal razão, a caracterização dos acessos mantidos nos bancos de germoplasma se torna um processo vital para a manutenção da variabilidade genética e o adequado desenvolvimento de um programa de melhoramento genético.

Vale ressaltar que pesquisas recentes, baseadas principalmente em biologia molecular, têm apontado que as espécies de feijão cultivadas possivelmente surgiram de um ancestral comum, fato esse que muitas vezes pode auxiliar os melhoristas, visto que tal relação se reflete geralmente na proximidade genética, ou seja, na facilidade de cruzamento. Podem ser citadas como espécies domesticadas as seguintes:

Phaseolus lunatus – denominado popularmente feijão fava ou feijão-lima, esse vegetal, assim como o feijoeiro comum, é plantado em praticamente todos os continentes. Por possuir rusticidade e adaptabilidade maior que o *Phaseolus vulgaris*, no Brasil assumiu importância estratégica no combate à fome, sendo utilizado para subsistência de populações carentes, especialmente na região Nordeste, pois possibilita estender a colheita em épocas com escassez de água.

Além disso, a espécie em experimentos mostrou-se mais tolerante à seca e enfermidades de modo geral. Em relação à filogenia, é considerada a mais distante do *Phaseolus vulgaris*, fato que dificulta em muito o cruzamento entre as duas espécies. Como razões para seu baixo consumo, pode-se apontar seu alto tempo para cozimento, seu sabor diferente, aliado ao fato de não ser hábito da população brasileira consumi-lo.

Phaseolus acutifolius – nativo da América do Norte, o feijão tepari, como também é conhecido, tem seu consumo mais restrito a essa região. Cultivado pelos indígenas locais desde antes da chegada dos europeus ao continente, ainda hoje está inserido na alimentação desses povos.

Muito resistente à seca, a espécie é encontrada desde cultivos na região do deserto do Arizona, até em áreas mais secas do México e da Costa Rica. Até o momento, muitos estudos envolvendo sua tolerância à seca foram realizados; entretanto, poucos consideraram sua alta resistência a insetos e enfermidades em geral, fato que dificulta o aproveitamento desses genes em programas de melhoramento genético de *Phaseolus*.

Ademais, a espécie possui potencial para ser explorada em outros campos da ciência, pois alguns trabalhos abordando suas substâncias e toxinas mostraram que elas podem ser úteis em tratamentos contra o câncer.

Phaseolus coccineus – muito adaptada a locais com alta umidade, a espécie possui na região central e no sul do México seu consumo mais elevado, principalmente na forma de vagens imaturas, embora nutricionalmente seja um dos representantes mais pobres do gênero.

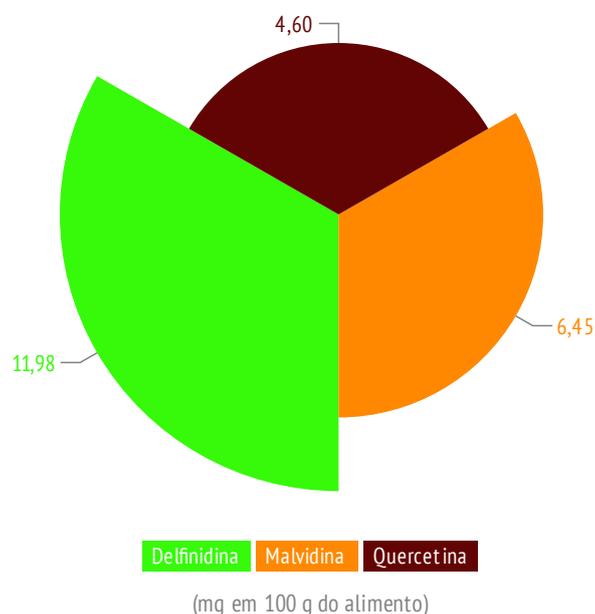
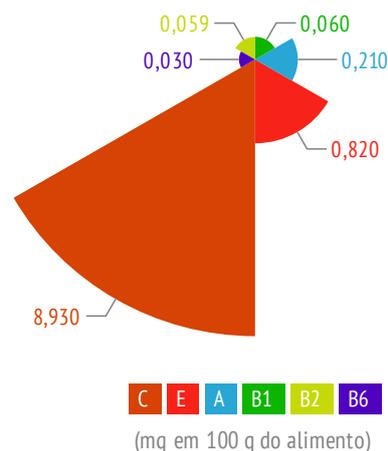
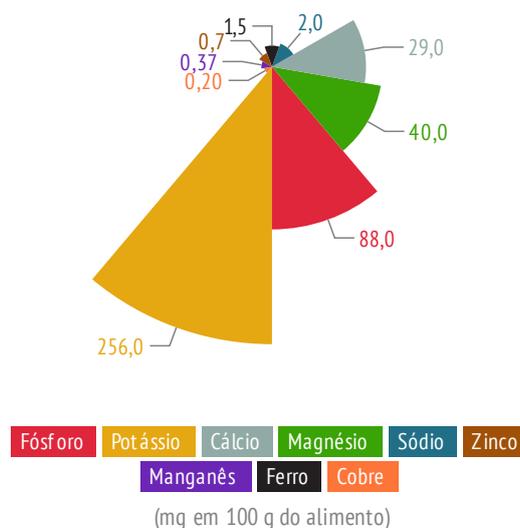
Com seu ciclo de vida extremamente variável, o feijão ayocote, nome que recebe em diversos países, possui exemplares tanto anuais como perenes. Além disso, como característica marcante possui a maior taxa de fecundação cruzada entre as espécies domesticadas, provavelmente pela diferente anatomia de sua flor. Em função disso e, principalmente, pela proximidade genética com o *Phaseolus vulgaris*, é utilizada amplamente em cruzamentos interespecíficos para a formação de híbridos.

Phaseolus polyanthus – considerada a mais próxima geneticamente do *Phaseolus vulgaris* entre as espécies com importância econômica desse gênero, a espécie é muito bem adaptada às condições climáticas das áreas mais elevadas e úmidas dos trópicos. Cultivada principalmente no México, Guatemala, Venezuela, Colômbia, Equador e Peru, pertence ao conjunto gênico secundário de *Phaseolus vulgaris*, é muito resistente a doenças fúngicas e muito tolerante ao frio.

Phaseolus vulgaris – possui três conjuntos gênicos (relações existentes entre uma espécie e suas formas ancestrais, silvestres e aparentadas, considerando-se a facilidade de se realizar hibridação, ou seja, a capacidade que as espécies têm de trocar genes entre si). O conjunto primário engloba as formas silvestres de *Phaseolus vulgaris*, assim como as diversas cultivares pertencentes aos *pools* geográficos distintos (Andino e Mesoamericano). O secundário é formado por *P. costaricensis* e *P. coccineus* tanto em suas formas silvestres como cultivadas. Já o terciário é composto por *P. acutifolius*, *P. parvifolius* e *P. filiformes* nas suas mais variadas formas encontradas na natureza.

Além disso, como mencionado anteriormente, o feijoeiro comum possui dois grupos gênicos geográficos bem definidos e com características bem distintas. O Mesoamericano, responsável por grãos menores, como o Carioca, possui grande variabilidade, sendo representado pelas raças Durango, Jalisco e Mesoamérica. Já considerando as raças Andinas, grãos maiores e com colorações mais claras, pode-se citar o Nova Granada, o Chile e o Peru.

Tal classificação é importante, pois auxilia principalmente em programas de melhoramento genético no momento em que se deseja fazer cruzamentos entre os diferentes tipos de feijão. Na maioria dos casos, plantas de conjuntos gênicos distintos são raramente cruzadas, pois além da dificuldade de conseguir indivíduos viáveis, ocorre a introdução de genes que não são interessantes para aquele mercado consumidor. Como consequência direta disso, tem-se a exploração de apenas 5% da variabilidade da espécie.



COLEÇÕES DE GERMOPLASMA

O continente americano, centro de origem e domesticação do feijoeiro comum, como um todo possui parte representativa da agrobiodiversidade mundial; entretanto, em função da rápida expansão da agricultura em larga escala, especialmente no último século, e da falta de cuidado com a preservação dos mais diversos biomas, tem registrado drástica diminuição da biodiversidade de algumas espécies vegetais. Estudos recentes sugerem que o crescente avanço da fronteira agrícola nesse continente, aliado à substituição de variedades crioulas por variedades melhoradas, também tem gerado impactos ambientais negativos na preservação dessa espécie.

As políticas públicas voltadas à conservação da biodiversidade têm se mostrado pouco eficientes, seja pela falta de conhecimento, pesquisas limitadas, baixo nível de investimentos, forte embate entre conservacionistas e produtivistas ou pela falta de consciência da população. Para se ter uma ideia, a Organização das Nações Unidas (ONU), visando a aumentar a consciência em relação ao tema, declarou 2010 como o Ano Internacional da Biodiversidade.

Contudo, parece que tal medida não alcançou o impacto esperado, sendo a coleta desses materiais uma das únicas opções restantes para que não ocorra a perda de parte importante da alta variabilidade genética e a manutenção dessa agrobiodiversidade, assumindo assim os bancos de germoplasma um papel crucial no que diz respeito à conservação.

No caso dos bancos onde ocorre a conservação do gênero *Phaseolus*, pode-se dizer que são bem representativos, pois é elevado o número de bancos de germoplasma envolvidos, sendo que muitos deles possuem grande quantidade de materiais e com boa variabilidade. Os mais importantes bancos de germoplasma para cultura estão localizados no Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT (Colômbia), na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (Brasil), no Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA (EUA) e no Instituto Nacional de Pesquisas Florestais, Agrícolas e Pecuárias – Inifap (México).



Amostras da variabilidade do gênero *Phaseolus*.
Foto: Sebastião José de Araújo, Embrapa.

BANCOS INTERNACIONAIS DE GERMOPLASMA

CIAT

O Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), em Palmira, na Colômbia, em seu programa de recursos genéticos conta com o maior e mais diversificado acervo de feijões do mundo, com aproximadamente 36mil materiais oriundos de 109 países. A maior parte dos acessos é proveniente dos centros primários de origem, ou seja, México, Peru, Guatemala e Colômbia. No banco ainda é possível observar duplicatas de importantes coleções da Europa, África e Ásia, a última com menor destaque.

De acordo com dados fornecidos pelo CIAT, cerca de 91% da coleção é formada por materiais já cultivados, sendo o restante composto em sua maioria por espécies silvestres, totalizando 44 espécies. Tais informações demonstram a grande diversidade encontrada no banco, que também pode ser comprovada pelos mais diversos hábitos de crescimento visualizados, desde arbustos a feijões trepadores. O ciclo de vida das espécies também é outra característica bastante variável nas amostras mantidas, com algumas variedades produzindo grãos em dois meses e outras em que foi necessário esperar alguns anos. Deve-se ressaltar que a coleção possivelmente possui grande parte dos genes que conferem ao gênero tolerância a problemas relacionados aos estresses abióticos, além daqueles que promovem resistência a doenças e pragas.

Além disso, esses materiais fazem parte do Sistema Multilateral de Acesso e Repartição de Benefícios, que

basicamente é um sistema de acesso facilitado a recursos genéticos de um país por outro, desde que esses sejam utilizados com objetivos de conservação, pesquisa e melhoramento. Como compensação, o país solicitante deve repartir os benefícios obtidos com o país que os cedeu, por meio de capacitação, transferência de tecnologia e intercâmbio de informações.

O programa dessa instituição pode ser dividido em quatro grandes áreas: Área de Produção de Feijão, Conservação de Sementes (feijão e forrageiras), Laboratório de Sanidade de Germoplasma e Laboratório de Qualidade Genética.

ÁREA DE PRODUÇÃO DE FEIJÃO

O principal objetivo do grupo é fornecer sementes através da multiplicação do acervo de seu banco com o intuito de atender os membros do Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO), além de gerar duplicatas dos materiais do banco por razões de segurança. Outra atribuição do grupo é realizar a caracterização das amostras que se encontram em processo de multiplicação, com a finalidade de inserir tais informações em banco de dados para que posteriormente possam ser usadas em programas de melhoramento. Para a realização dessas atividades eles contam com duas unidades, uma localizada em Palmira e outra em Popayán, na Colômbia. Além disso, juntamente com o Laboratório de Qualidade, outra área do programa de conservação do feijão do CIAT

tem como meta desenvolver uma coleção nuclear, uma coleção menor que tem por objetivo representar a variabilidade genética de uma espécie e seus parentes silvestres com o mínimo de repetitividade. Para tanto, geralmente são utilizados de 10% a 15% do total dos acessos disponíveis na coleção principal.

LABORATÓRIO DE SANIDADE DE GERMOPLASMA

A função do laboratório é certificar a qualidade de todo material distribuído pelo centro, por meio de diversas análises fitossanitárias, em que são consideradas as doenças quarentenárias causadas por fungos, insetos, bactérias, nematóides e vírus que podem vir a comprometer a qualidade da semente. A análise de materiais de outros centros de pesquisas, tanto nacionais como internacionais, também é feita nesse laboratório. Por último, membros desta equipe vêm dedicando parte de seu tempo para desenvolver técnicas mais eficientes de detecção de enfermidades.

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES

Os membros do setor têm uma área de atuação mais ampla e diversificada que as demais áreas, trabalhando tanto com qualidade sanitária quanto com a distribuição das sementes aos diversos centros que as solicitam.

LABORATÓRIO DE QUALIDADE GENÉTICA

O setor é responsável por verificar a integridade genética dos materiais, sendo nos testes utilizados marcadores moleculares e bioquímicos. Assim, é possível realizar a genotipagem dos



materiais do banco, melhorando o processo de conservação e evitando a manutenção de duplicatas. Os marcadores também vêm sendo utilizados em trabalhos envolvendo fluxo gênico.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS

O Serviço de Conservação de Recursos Naturais do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture - USDA*) possui um dos maiores acervos do gênero *Phaseolus* do planeta, com aproximadamente dez mil amostras.

Sediado na Estação da Região Ocidental de Introdução de Plantas, em Pullman, Washington, esse banco de germoplasma visa atender a missão do Sistema Nacional de Germoplasma Vegetal (NPGS) com o intuito de auxiliar especialistas na melhoria da qualidade e produtividade dessa cultura.

Como foco do banco têm-se as análises genéticas e o estudo molecular do feijão. Para tal, parte da coleção é dividida em quatro subconjuntos de acessos cujas funções são estudar marcadores genéticos, mapeamento genético, mapeamento de ligação, translocação cromossômica, entre outras.

INIFAP

O *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas e Pecuárias* – Inifap localiza-se no México e possui atualmente coleções de 73 espécies agrícolas. Por situar-se próximo a um dos centros de diversidade de *Phaseolus*, o banco apresenta grande variabilidade genética.

Como aspecto interessante do banco, pode-se citar o fato de abrigar boa parte da diversidade de *P. lunatus*, espécie que ocorre em abundância nessa região e que vem desaparecendo rapidamente nos últimos anos devido à expansão da fronteira agrícola.

BANCOS NACIONAIS DE GERMOPLASMA

EMBRAPA

A Embrapa atualmente possui duas unidades especializadas na conservação de coleções do gênero *Phaseolus*. A primeira, localizada em Brasília, denominada Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), atua desde 1979 realizando a conservação dos materiais em longo prazo. A segunda, Embrapa Arroz e Feijão, que está situada em Goiânia, visa à conservação em médio prazo, atendendo aos programas de pré-melhoramento e melhoramento genético da cultura.

O banco ativo de germoplasma do centro conta com aproximadamente 17 mil materiais (*Phaseolus vulgaris* e parentes silvestres), que em sua maior parte é de origem nacional. A unidade também é responsável pelas atividades de multiplicação, limpeza, secagem, embalagem, armazenamento e conservação dos acessos da coleção.

Pode-se dizer que seus genótipos são oriundos principalmente de coletas tradicionais, porém também são observadas variedades e linhagens nacionais e internacionais em grande número. Ainda é realizado na unidade o processo de caracterização e avaliação dos acessos, além de ser responsável pela sua distribuição.

Segundo a Embrapa, até 2013, cerca de 15% do total de acessos do banco já haviam sido caracterizados morfologicamente. O centro também possui como uma de suas atribuições desenvolver uma coleção nuclear, e para isso foram necessárias introduções de genótipos de outras instituições internacionais. Atualmente, a coleção possui aproximadamente 600 acessos, distribuídos em três grandes grupos: variedades tradicionais nacionais, linhagens/cultivares melhoradas nacionais e linhagens/cultivares introduzidas.

Para os próximos anos, o foco dos estudos da Embrapa envolvendo essa cultura visará reduzir intolerância à seca, ao calor, à alta suscetibilidade a doenças e pragas, ao escurecimento e endurecimento dos grãos; aumentar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), a produtividade e a qualidade dos grãos, além do desenvolvimento de linhagens contrastantes para estudos genéticos abordando fatores bióticos e abióticos.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Esse banco é considerado importante, pois foi o primeiro a conservar amostras do gênero *Phaseolus*, tendo suas atividades se iniciado na década de 30. Atualmente, além do banco de germoplasma, a universidade tem investido em programas de melhoramento genético da espécie trabalhando em diversas áreas, inclusive com marcadores moleculares.



Campo experimental de feijão
Foto: Neil Palmer, CIAT

VISÃO DO FUTURO

A manutenção futura da biodiversidade do feijão em muito dependerá dos esforços dos bancos de germoplasma para a sua conservação, assim como da demanda dos programas de melhoramento genético, uma vez que ao selecionar as características de interesse que buscam, tendem a definir o rumo da conservação da espécie ao redor do mundo. A conscientização da população, e, principalmente, de produtores rurais, quanto à manutenção de ecossistemas naturais, também será essencial para minimizar os impactos em plantas desse gênero.

Nesse contexto, países como Colômbia, México, Guatemala, Peru, entre outros, assumem papel de destaque, pois como centros de diversidade da espécie têm importância estratégica na conservação da espécie. Além disso, Brasil, China, Mianmar, Índia e Estados Unidos, como maiores consumidores e, conseqüentemente, com grande interesse na conservação da espécie, devem auxiliar de forma mais efetiva na conservação da biodiversidade do feijoeiro.

Em longo prazo, outro problema a ser considerado é o fato de variedades nativas estarem sendo substituídas por cultivares obtidas em programas de melhoramento, ocasionando perda significativa de variabilidade genética. Isto pode ser minimizado por atividades de coleta bem planejadas.

Já como desafios e tendências para os programas de melhoramento genético da espécie, são apontadas como áreas mais promissoras o melhoramento genético preventivo visando resistência a doenças e pragas quarentenárias, a biofortificação, a transgenia e a obtenção de genótipos com maior tolerância à seca.

BIOFORTIFICAÇÃO

A biofortificação pode ser definida como modalidade de melhoramento genético convencional, ou com o uso de transgenia, em que a seleção e cruzamentos das variedades é orientada considerando seus aspectos nutricionais, ou seja, buscam-se alimentos com

maiores teores de proteínas, minerais, vitaminas, entre outros. A metodologia inicia com a identificação de indivíduos com maiores teores de nutrientes, para posteriormente fazer o início dos cruzamentos com o intuito de acentuar a característica escolhida.

Atualmente, diversos centros de pesquisa e universidades, como Embrapa, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), além de parceiros internacionais como o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e o Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) vêm trabalhando amplamente com essa técnica em variedades de feijão (e outras espécies), objetivando combater a desnutrição nos países em desenvolvimento.

O *Harvestplus*, um dos maiores programas com esse objetivo, tem papel de destaque, pois visa fornecer variedades melhoradas da espécie com suplementos minerais e vitamínicos a populações humildes, de maneira sustentável e com baixo custo. Somado a isso, esses produtos possuem alto potencial agrícola e maior valor nutricional.

TOLERÂNCIA À SECA

A escassez de água é considerada por muitos um grande problema ambiental cujos impactos se agravarão rapidamente caso não ocorra o manejo mais racional dos recursos hídricos. Estima-se que, nos dias de hoje, aproximadamente um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável em quantidades mínimas para sua sobrevivência. Segundo dados da FAO, entre os diversos segmentos da economia brasileira, a pecuária e agricultura contribuem de forma determinante para a manutenção desse quadro. Assim, programas de melhoramento genético que tenham como foco desenvolver variedades tolerantes à seca assumem papel importantíssimo, pois tendem a reduzir a quantidade de água utilizada nesses setores.

No Brasil, o programa de melhoramento genético de feijão da Universidade Federal de Viçosa, desenvolvido juntamente com outras instituições, como a Universidade Federal do Ceará e a Embrapa, visa fornecer a pequenos e médios agricultores de regiões que sofrem condições climáticas adversas variedades que aliam características de tolerância à seca e boa produtividade. Internacionalmente, o programa do CIAT também possui grande destaque, oferecendo feijões com essas características a países da África.

Tais variedades melhoradas são importantes, pois permitem que o agricultor que utiliza o feijão principalmente para sua subsistência as utilize em períodos de seca, quando ocorre diminuição na oferta de alimentos. Já em regiões com maior aporte técnico e com agricultura irrigada, a utilização dessas variedades permite ao produtor gerenciar de maneira mais adequada o uso dos recursos hídricos, reduzindo impactos no meio ambiente, além de minimizar seus gastos.

MELHORAMENTO GENÉTICO PREVENTIVO

A PRAGAS QUARENTENÁRIAS

Praga quarentenária pode ser definida como qualquer organismo não presente em um país ou região, mas que possui características de se tornar causadora de potencial dano econômico, se introduzida naquele local. Apesar do permanente controle feito pelas autoridades, visando combater a entrada de tais patógenos na região importadora, acredita-se que em longo prazo, considerando um mundo cada vez mais globalizado, essas barreiras devem ser superadas, principalmente pelo fato de esses seres poderem ser transportados de uma área a outra de diversas formas, seja por meio de plantas, frutos e sementes infestadas, ou até mesmo pelo homem.

Assim, vem ganhando força nos últimos anos uma corrente que prega a realização de um melhoramento genético preventivo, ou seja, aquele que busca desenvolver variedades e cultivares resistentes a doenças e patógenos ainda não existentes em determinada região, entretanto com alto poder destrutivo, se forem introduzidos.

No caso do feijão, o crestamento bacteriano aureolado, causado pelo agente etiológico *Pseudomonas savastanoi pv. phaseolicola*, é uma doença exótica ao Brasil. Considerando sua alta capacidade destrutiva, aliada à grande capacidade de disseminação e à distribuição geográfica em países vizinhos ao Brasil, como Suriname, Colômbia, Peru e Venezuela, programas de melhoramento genético que visem fornecer cultivares adaptadas às condições brasileiras e com resistência a essa doença têm ganhado destaque no desenvolvimento dessa cultura. Estudos realizados nos Estados Unidos em décadas passadas estimaram que a introdução da doença naquele país causou perdas muito significativas (superiores a 40%).

TRANSGENIA

A transgenia é definida como a capacidade de introduzir genes modificados ou provenientes de outras espécies em um organismo. Na agricultura, a ferramenta é utilizada para viabilizar o cultivo de algumas espécies vegetais e melhor adaptá-las às necessidades do ser humano. Entre as diversas variedades transgênicas desenvolvidas, destacam-se milho resistente à lagarta do cartucho, cana-de-açúcar e soja resistentes a herbicidas, batata resistente a viroses, entre outras culturas. No caso do feijão, até o momento, ainda não existe nenhuma cultivar transgênica disponível no mercado. Entretanto, o panorama deve ser modificado em breve, visto que a Embrapa, referência nacional no estudo e produção de cultivares transgênicas, conseguiu em novembro de 2011 a aprovação junto à CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) para realizar o cultivo comercial de feijão geneticamente modificado resistente ao Mosaico Dourado. O material, que deve estar disponível aos agricultores nos próximos anos, deve alterar significativamente a cadeia produtiva e o mercado do feijão em algumas regiões, pois possibilitará que seja plantado em épocas e locais onde seu cultivo era inviável em virtude dessa doença.



©iStock.com/adlifemarketing

Caldinho de Feijão Preto com Laranja e Cachaça

Ingredientes

- duas xícaras de chá de feijão preto cozido
- três fatias de bacon
- uma linguiça calabresa defumada cortada em cubos
- uma cebola média cortada em cubos
- um dente de alho picado
- casca de 1/2 laranja
- 1/2 xícara de chá de cachaça
- um litro de água fervente
- suco de uma laranja
- Sal a gosto
- pimenta-do-reino preta moída na hora a gosto
- raspa de laranja a gosto

Modo de Preparo

Numa frigideira grande, frite o bacon em sua própria gordura até ficar bem dourado. Com a ajuda de uma escumadeira, remova as tiras de bacon e reserve sobre papel absorvente. Quando estiverem bem frias, coloque-as num pilão e soque até obter uma paçoca homogênea. Reserve.

Na mesma frigideira, refogue a linguiça, a cebola, o alho, e a casca de laranja. Coloque a cachaça dentro de uma concha e junte ao refogado, inclinando a frigideira ligeiramente (cuidado, pois o fogo vai pular para dentro da panela). Junte o feijão, a água fervendo e o suco de laranja. Tempere com sal e pimenta e cozinhe até levantar fervura.

Desligue o fogo e retire a casca de laranja. Coloque o produto no liquidificador e bata até obter uma mistura homogênea.

Distribua o caldo em xícaras de café, decore a superfície com raspinha de laranja e um pouco da paçoca de bacon reservada. Sirva em seguida.



©iStock.com/diogoppr

Feijoada

Ingredientes

- duas xícaras de chá de feijão preto
- 500 gramas de carne-seca dessalgada cozida em cubos grandes
- uma cebola média picada
- dois dentes de alho picados
- uma folha de louro
- sal a gosto
- uma peça de paio cortado em rodela

Modo de Preparo

Numa vasilha, coloque o feijão, lave-o e deixe-o de molho em água fria por três horas.

Numa panela de pressão, cozinhe o feijão com a própria água em que ele ficou de molho, completando o volume até atingir cerca de 1,5 litro. Tampe a panela e, assim que pegar pressão, deixe no fogo por mais 30 minutos.

Em outra panela, refogue o paio em sua própria gordura, junte a carne-seca, a cebola e o alho. Adicione o feijão, tempere com a folha de louro e o sal e cozinhe em fogo alto por mais 10 minutos, ou até o caldo engrossar.

Misture bem e sirva a feijoada em seguida, acompanhada de arroz branco, molho de pimenta, farinha de mandioca e couve refogada.



©iStock.com/CreativeImagery

Baião-de-dois

Ingredientes:

- 600 gramas de feijão de corda, verde ou fradinho
- quatro xícaras de chá de arroz branco (não é preciso lavar os grãos)
- uma xícara de café de azeite
- seis dentes de alho amassados
- uma cebola grande picada ou batida no liquidificador
- um maço de cebolinha
- duas pimentas de cheiro picadas
- 1 ½ xícara de chá de bacon cortado em cubos pequenos (aproximadamente 200 gramas)
- 1 ½ xícara de chá de linguiça (pode ser do tipo paio ou calabresa (aproximadamente 200 gramas))

Modo de preparo

Na noite anterior, deixe as carnes de molho em água para dessalgar; se preferir, poderá fervê-las no mesmo dia do preparo. Depois de dessalgar, corte em pedaços pequenos (se for usar charque, deve ser dessalgado e desfiado ou cortado em cubos pequenos). Procure cortar todas as carnes do mesmo tamanho.

Aqueça a panela e só depois coloque o azeite, o bacon e a cebola. Depois de refogados, coloque o alho (quatro dentes) e a linguiça. Refogue bastante.

Em seguida misture o feijão cru na primeira combinação de carnes refogadas, e deixe ferver por 5 minutos. Coloque água quente suficiente para cobrir o feijão. Vá adicionando mais água à medida que ela for reduzindo, até que os grãos cozinhem (“al dente”). Em outra panela, refogue dois dentes de alho, quando ficarem dourados coloque o arroz e continue mexendo. Acrescente o arroz à panela onde o feijão está sendo cozido, coloque a cebolinha e mexa para unir os ingredientes.

Mexa de vez em quando para não grudar no fundo da panela, até que o arroz fique macio.

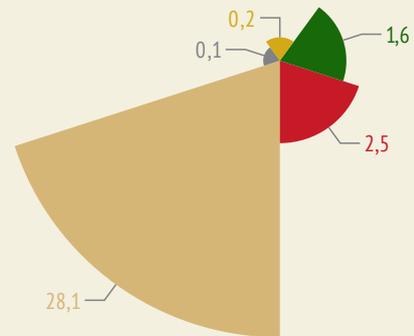
Opcional: Se preferir, depois do prato pronto, coloque os cubos (1x1 cm) de queijo coalho, mexa um pouco, para que derretam sem sumir ou perder a forma. Tampe a panela e espere uns minutos antes de servir. Finalize com mais cebolinha picada. Pode-se usar carne assada de panela, no lugar das carnes salgadas.



Panícula de arroz da cultivar BRS Esmeralda em fase de maturação
Foto: Sebastião José de Araújo, Embrapa

Arroz

Carboidratos Proteína Fibra alimentar Lipídios Cinzas



(mg em 100 g do alimento)

“Há nesta terra muita cópia de leite de vacas, muito arroz, fava, feijões, muitos inhames e batatas, e outros legumes que fartam muito a terra...”
Pero de Magalhães Gândavo
em viagem pelo Brasil, em 1570

Em todo o planeta estima-se que existam cerca de 200 mil espécies de plantas silvestres que produziram 100 mil espécies domesticadas, pertencentes a apenas 173 famílias. Entre elas, a família das gramíneas (Poaceae), que teria se originado em ambientes de clima tropical, durante a Era Mesozoica, entre 250 milhões e 65 milhões de anos atrás. Estima-se que o gênero *Oryza*, membro dessa família, tenha se originado há mais de 130 milhões de anos no supercontinente de Gondwana, que mais tarde se dividiu criando os cinco continentes: África, Ásia, América, Europa e Oceania.

Milhões de anos mais tarde, em um período compreendido entre 5000 e 10.000 a.C., acredita-se que o homem tenha desenvolvido as primeiras práticas agrícolas. Nesse período, ele também passou a domesticar e cultivar as plantas, o que desencadeou o surgimento das primeiras civilizações em decorrência do hábito de viver em modo sedentário.

O arroz assumiu um papel importantíssimo, pois se sabe que seu processo de domesticação foi um dos mais marcantes e antigos da história, sendo, possivelmente, utilizado pelos povos asiáticos logo no início do estabelecimento das práticas agrícolas.

O consumo de cereais pelas antigas civilizações representava a garantia de uma primordial fonte de carboidratos, além de vitaminas, sais minerais e proteínas, em alguns casos, e a possibilidade de armazenar grandes quantidades de alimento para o consumo por longos períodos. Assim, o homem teria iniciado a tradição do cultivo de cereais, como o arroz, o trigo e o milho. O arroz, por aliar essas características, passou a ser cultivado em maior escala entre povos asiáticos e africanos e, posteriormente, com a difusão das técnicas do seu cultivo, foi introduzido no Brasil pelos colonizadores portugueses.

Desde seu processo de domesticação, o arroz sempre despertou grande aceitação na dieta alimentar e, em razão disso, seu cultivo percorreu o mundo chegando a praticamente todos os continentes. Em alguns países, especialmente os asiáticos, além do cultivo tradicional, o arroz representa parte da história cultural, estando presente em cerimônias religiosas e lendas do povo desde a Antiguidade. As primitivas civilizações orientais acreditavam que o cereal possuía alma e ofereciam-lhe honras e cerimônias em busca de fartura.

O arroz cultivado nas Cordilheiras Filipinas é um dos exemplos de como a cultura e a espiritualidade influenciam o cultivo de arroz em comunidades tradicionais há mais de 2 mil anos. Em função dos conhecimentos que foram passados por gerações, o cultivo de arroz em terraços, esculpido nas montanhas da província de Ifugão, resistiram à modernização e constituem hoje paisagens simbólicas, representando a fusão da influência do ambiente físico, cultural, econômico, religioso e político nos arrozais⁶.

A pequena cidade japonesa de Inakadate cultiva arroz há mais de 2 mil anos e representa outro exemplo da estreita ligação entre esse cultivo e os simbolismos culturais. Nessa região, os agricultores passaram a

trabalhar juntos para criar grandes obras de arte em seus arrozais. Com o plantio esquematizado de diferentes variedades de arroz que apresentam folhas verdes, roxas e amarelas, formam-se imensos desenhos que, em geral, retratam a história cultural do país e valorizam figuras históricas, como os samurais e imperadores⁷.

Apesar da importância histórica e cultural do arroz na história das civilizações, ainda não foi possível determinar com exatidão o momento em que o homem teria iniciado o seu cultivo.

Arroz proibido

O arroz preto (*Oryza sativa*), pertencente à subespécie *japonica*, é originário da China, onde na antiguidade era conhecido como arroz proibido. A ele atribuíam-se propriedades afrodisíacas, além do poder de conferir longevidade e sabedoria ao imperador. Os súditos somente podiam produzi-lo para o consumo exclusivo do imperador. No Brasil, apesar de sua produção possuir pouca representatividade quando comparada à de arroz branco, seu consumo vem crescendo, motivado principalmente pelas suas propriedades nutricionais diferenciadas. Quando comparado ao arroz integral, o arroz preto possui maior quantidade de carboidratos, fibras e proteínas, além de grandes quantidades de compostos fenólicos benéficos à saúde.



Baseados em achados arqueológicos, como os restos de arroz encontrados em Pengtoushan, na China, com idade aproximada de 8 mil anos, os cientistas estimam que o processo de domesticação de espécies silvestres de arroz tenha se iniciado há aproximadamente 9 mil anos.

6 Os arrozais cultivados em terraços nas Cordilheiras Filipinas são considerados Tesouros Mundiais pela Unesco. Foram construídos entre 700 e 1.500 metros acima do nível do mar por grupos étnicos que habitavam a região, e são mantidos até hoje praticamente inalterados. Possuem um sistema de irrigação antigo que permite que a água das chuvas seja captada do topo das montanhas, possibilitando o cultivo de variedades especiais de arroz colhidas manualmente.

7 A "Paddy Art", como é conhecida a arte de cultivar arroz em formas de desenho, iniciou-se em 1993, quando os produtores de Inakadate buscavam revitalizar a economia local. As variedades são plantadas em abril e maio e os desenhos podem ser mais bem visualizados em setembro.



Produção de arroz em terraços no Nepal.
Foto: Sharada Prasat.

DISPERSÃO DO CULTIVO DE ARROZ

O arroz apresenta importância estratégica na alimentação e na economia mundial, desempenhando papel social relevante há mais de 7 mil anos; pertence à família Poaceae e ao gênero *Oryza*, composto por mais de 20 espécies, embora apenas duas sejam cultivadas; o arroz asiático, *Oryza sativa* L., e o arroz africano, *Oryza glaberrima* Steud. Essas espécies cultivadas tiveram, ao longo da história, diferentes rotas de domesticação, e após milhares de anos, expostas a variadas pressões de seleção, na Ásia e na África, apresentam aspectos morfológicos diferenciados e que as caracterizam. Atualmente, a espécie asiática possui maior importância econômica, sendo cultivada em praticamente todo o planeta, diferentemente do que ocorre com o cultivo da espécie africana, que está restrito a algumas regiões, como a África Ocidental.

ORYZA SATIVA – O ARROZ ASIÁTICO

O arroz asiático é cultivado pelos chineses há milhares de anos e aproximadamente há 3 mil anos o país serviu como difusor para que esse cereal chegasse até a Coreia e depois ao Japão, de onde se espalhou para

outros países também asiáticos. Inicialmente, os povos asiáticos cultivavam o arroz em áreas de sequeiro, e a introdução da cultura alagada nessas regiões só ocorreu no ano de 300 a.C.

Acredita-se que no sudoeste da Ásia os sistemas de irrigação tenham sido desenvolvidos para o cultivo de inhames que necessitavam de água em abundância e que, posteriormente, as técnicas e canteiros passaram a ser utilizados para sementeiras do arroz. No Sri Lanka, o cultivo em sequeiro iniciou-se em 543 a.C., e por volta de 420 a.C. os arrozeiros passaram a utilizar reservatórios de água para a irrigação dos arrozais. Por volta de 320 a.C, as invasões da Índia pelo rei da Macedônia, Alexandre Magno, culminaram na introdução do arroz na Grécia. Os árabes, durante a Guerra Santa, em 632 d.C., por meio da subordinação de países do Ocidente, difundiram conhecimentos que haviam adquirido com povos orientais, gregos e romanos. A influência dos árabes culminou na chegada do arroz asiático à Síria e, em seguida, ao Egito, Marrocos e, finalmente, à Espanha, por volta de 883 d.C. Mais tarde, o arroz também foi levado para a Itália e Portugal.

Arroz vermelho

O arroz vermelho (*Oryza sativa*) apresenta pericarpo de coloração vermelha, característica herdada do seu ancestral silvestre *Oryza rufipogon*, o qual também teria dado origem ao arroz branco através de uma mutação.

É considerada a principal planta invasora das plantações de arroz branco por apresentar maior rusticidade, o que resulta em competição por água e nutrientes, e, ainda, seus grãos se desprendem facilmente da planta levando à contaminação da produção. Apesar de ser pouco conhecido como planta cultivada, o arroz vermelho apresenta características peculiares de sabor e textura, além de prováveis propriedades medicinais. É cultivado em algumas áreas do Brasil, Argentina, Moçambique, França, Madagascar, Ásia, Venezuela e Nicarágua.

No Brasil, este tipo de arroz também passou a ser conhecido como arroz de veneza, quando foi introduzido pelos portugueses no século XVI. Atualmente, seu cultivo está restrito a pequenas áreas do Semiárido nordestino e alguns municípios do norte de Minas Gerais, caracterizado por uma produção destinada à subsistência. O interesse pelo consumo desse tipo de arroz vem crescendo, principalmente nos grandes centros comerciais do país. Segundo Pereira (2009), o arroz vermelho possui maiores teores de ferro e zinco que as variedades de arroz branco.

Na África, a introdução do arroz asiático teria ocorrido pela Ilha de Cabo Verde, sendo levado pelos portugueses que, posteriormente, também o levaram para outros países americanos, inclusive para o Brasil, no século XVI.

Nos Estados Unidos da América, entretanto, o cultivo do arroz asiático teria se iniciado somente muitos anos mais tarde, quando foram entregues sementes a Thomas Smith, na Carolina do Sul, deixadas por um capitão de navio que seguia da Ilha de Madagascar para Liverpool. Em 1690, o cereal também foi levado ao estado de Louisiana, e por volta de 1787, para o Texas e Arkansas. Em 1887, Thomas Jefferson trouxe para a Carolina do Sul variedades de arroz italiano para cultivo em áreas de sequeiro e, a partir de 1887, o cultivo do arroz nesse estado foi impulsionado pela introdução de sistemas de irrigação. Nessa época, o *Oryza sativa* passou a ser plantado por apresentar maior adaptação em relação ao *Oryza glaberrima*.

Somente em 1840 é que foram implementados os primeiros arrozais comerciais, na Europa, após a chegada de mais de 40 variedades provenientes das Filipinas e da China.

ORYZA GLABERRIMA – O ARROZ AFRICANO

Durante o século XIV já existiam extensas áreas de produção de arroz e outras culturas, como o sorgo e o milheto, no continente africano. Por essa razão, a região do vale do rio Gâmbia passou a ser conhecida como “Costa do Arroz” ou “Costa do Grão”. Os portugueses, durante o processo de colonização da África iniciado com o descobrimento e a ocupação das Ilhas Canárias, no mesmo século, descreveram a existência da produção desses cereais em seus registros de viagem. Esses exploradores percorreram inicialmente somente essa região, mas posteriormente, com a expansão das navegações pelo Atlântico, chegaram também à costa oeste da África.

Durante suas expedições, os exploradores portugueses descreveram a existência de abundantes áreas de produção de arroz e de diferentes técnicas de cultivo entre as distintas comunidades. Os africanos cultivavam o arroz numa grande faixa de ambientes, como várzeas, brejos e terras altas. As mulheres participavam das principais atividades, como a seleção de sementes, o preparo da terra, a construção de canais de irrigação, além do plantio e preparo do arroz para o consumo. O sistema de irrigação utilizado foi aperfeiçoado antes da chegada dos navios portugueses e, possivelmente, o sucesso da expansão da produção de arroz na América do Norte resultou da utilização de técnicas de cultivo desenvolvidas pelos africanos.

Estima-se que a chegada do arroz africano à Gâmbia teria ocorrido por volta de 1500 a.C. a 800 a.C., período em que teria sido difundido também no Senegal a partir da expansão do cultivo pelo Oeste Africano.

No século XIV, com a chegada do arroz asiático pelos portugueses, franceses, ingleses e holandeses, o cultivo do arroz africano passou por um processo de substituição pelo arroz asiático. Apesar de apresentar alta resistência a solos ácidos e salinos, a espécie *O. glaberrima* teria sido substituída em função da sua cariopse de coloração vermelha e menor produtividade quando comparada à *O. sativa*.

Até pouco tempo, os pesquisadores não sabiam a verdadeira origem do arroz cultivado nessas regiões da África e acreditavam que se tratasse de arroz asiático, mas estudos realizados por botânicos franceses e alemães no século XIX determinaram que realmente se tratava da espécie *Oryza glaberrima*.

CHEGADA AO BRASIL

Pero Vaz de Caminha, em sua memorável “Carta do achamento do Brasil”, destinada ao rei de Portugal, D. Manoel, em 1500, escreveu:

“alguns dos nossos caminharam até uma povoação onde eles habitavam, coisa de três milhas distante do mar, e trouxeram de lá papagaios e uma raiz chamada inhame que é o pão de que usam, e algum arroz”.

Esse relato fortalece a ideia de que os indígenas brasileiros, muito antes do contato com os portugueses, já cultivavam algumas espécies silvestres de arroz. Hoje, sabe-se que os tupis praticavam o cultivo de variedades silvestres de arroz, como a *O. glumaepatula*, ao longo de áreas alagadas próximas ao litoral e, também, na região do Amazonas.

No século XVI, o português Pero de Magalhães Gândavo, durante viagem às capitanias brasileiras, descreveu costumes e percepções sobre a fauna e a flora e também relatou a existência do cultivo de arroz no Brasil:

“Há nesta terra muita cópia de leite de vacas, muito arroz, fava, feijões, muitos inhames e batatas, e outros legumes que fartam muito a terra..”

Gabriel Soares de Souza lançou em sua obra, “*Tratado Descritivo do Brazil*”, em 1587, uma impressão detalhada sobre a natureza e a geografia brasileira com o intuito de conquistar a autorização da Corte Portuguesa para explorar o sertão e tomar posse das riquezas que produzia no país. Mais tarde, essa obra tornou-se o principal documento de mapeamento do país do século XVI. Nela também estão registradas as “*grandezas da Bahia*”, incluindo o cultivo do arroz que, segundo o autor, produzia muito bem nessas terras, em brejos e terras secas.

Esses registros históricos reforçam a hipótese de que a introdução do arroz cultivado no Brasil teria ocorrido pela costa da Bahia e que, posteriormente, a rizicultura teria se espalhado por outras regiões. Mesmo assim, a orizicultura nesse estado nunca atingiu grande representatividade, correspondendo apenas a uma pequena parcela da produção nacional.

Em 1765, o então administrador da Capitania do Maranhão, José Vieira da Silva, obteve pequena quantidade de arroz branco proveniente de Portugal, a qual distribuiu entre alguns agricultores recomendando que realizassem seu plantio. Em 1766, embora a produção ainda fosse pequena, a capitania exportou a primeira leva de arroz para Lisboa. No mesmo ano, a Coroa Portuguesa inaugurou na capitania a primeira fábrica descascadora de arroz do Brasil, o que possibilitou um avanço na comercialização da produção. Apesar de a introdução do arroz branco no Maranhão só ter ocorrido no início do século XVIII, não é possível afirmar com convicção se o seu cultivo comercial já era praticado em outros locais do Brasil. Registros de Auguste de Saint-Hilaire, realizados durante viagem pelo país, relatam a existência do seu cultivo na capitania de São Vicente - SP e no estado do Rio Grande do Sul.

Somente com a abertura dos portos por D. João VI, em 1808, é que esse grão passou a ser importado em mais escala e foi incorporado com maior representatividade ao hábito alimentar dos brasileiros. A irrigação mecanizada somente passou a ser utilizada no início do século XIX. No Rio Grande do Sul, os primeiros plantios irrigados ocorreram no ano de 1903, em Pelotas.

Séculos mais tarde, com a introdução de novos materiais e métodos de cultivo, a orizicultura espalhou-se por todo o país. Entre metade do século XVIII até meados do século XIX, o país tornou-se exportador desse cereal. Entretanto, nos séculos seguintes, para atender à crescente demanda de consumo, passou a importá-lo. No século XXI, o Rio Grande Sul tornou-se responsável pela produção de mais da metade do arroz produzido no país, seguido pela produção dos estados do Maranhão, Mato Grosso, Santa Catarina e Piauí.

IMPORTÂNCIA MUNDIAL

O arroz é cultivado em todos os continentes, em cerca de 120 países. É uma planta hidrófila e como resultado do seu processo de evolução, apresenta ampla faixa de adaptação sendo, portanto, cultivado em regiões de clima tropical e temperado. Atualmente, o arroz é o alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas no mundo, constituindo o componente essencial na dieta de 15 países da Ásia e do Pacífico, dez países da América Latina e Caribe, um país do norte da África e sete países da África Subsaariana.

A FAO, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, estima que a produção mundial de arroz em 2010 tenha atingido o recorde de 699 milhões de toneladas, com acréscimo de 2% em relação à produção de 2009, e que, em 2011, tenha registrado aumento de mais 3%, atingindo 720 milhões de toneladas. A Ásia é responsável pela produção e consumo de 90% de todo o arroz do mundo. Na safra de 2011, estima-se que houve crescimento de 3% e, dessa maneira, o continente contribuiu com 651 milhões de toneladas de arroz, resultado obtido principalmente pelo aumento da produção na China, Índia e Paquistão.

Segundo estimativas para o ano de 2011, a China ocupou a primeira posição no *ranking* mundial de produtores de arroz, seguida pela Índia, Indonésia, Bangladesh, Vietnã, Tailândia, Myanmar, Filipinas e Brasil, na nona posição.

As variações de consumo e demanda mundiais de arroz ocorrem em razão da existência de exigências diferenciadas de qualidade de produto, influenciadas principalmente pela diferença de costumes, hábitos alimentares e de renda dos consumidores. Nos últimos anos, a população da União Europeia substituiu a

preferência do tipo longo (subespécie japônica), pelo longo-fino (subespécie indica). A oferta de produtos diferenciados também tem atraído novos nichos de mercado e determinado mudanças nos padrões de consumo, como é o caso do acréscimo na demanda por arroz aromático, que na França já representa grande parcela do consumo.

Os mercados considerados mais exigentes são os europeus, que consomem grãos preferencialmente do tipo longo-fino e aromático; já no Oriente Médio, a procura é maior pelo tipo longo e aromático. Nos países asiáticos a demanda é mais diversificada, e todos os tipos de grãos são consumidos. O maior consumo de grãos de baixo padrão ocorre na África e nos exportadores asiáticos - Tailândia, Vietnã, Paquistão, Índia e China-, onde predomina o consumo do tipo longo, semicozido e 100% quebrado.

Em 2006, o consumo *per capita* mundial de arroz foi de aproximadamente 60 kg/hab/ano. Nesse cenário, destacam-se os mercados consumidores asiáticos que apresentam as maiores médias, em torno de 80 kg/hab/ano. Em alguns países, como a Indonésia, o consumo atinge 150 kg/hab/ano. Países como a Colômbia e o Senegal têm consumo médio variando entre 40 e 60 kg/hab/ano, enquanto os Estados Unidos e a Espanha possuem baixo consumo médio de 10kg/hab/ano.

O arroz tem papel estratégico como componente da dieta, principalmente nos países em desenvolvimento, onde representa, em média, 715 kcal/dia/hab, ou seja 27% do consumo diário de energia, 20% de proteína e 3% de gordura. Em alguns países africanos, o cereal contribui com 22% a 40% da energia e 23% a 39% da proteína do consumo diário.

Arroz glutinoso

O arroz glutinoso (*Oryza sativa*), também conhecido como arroz japonês, pertence à subespécie *japonica*, cultivada em regiões de clima frio, como China, Japão e Coreia do Norte. Esse tipo de arroz é constituído por altos teores de amido, favorecendo o aglutinamento dos grãos após a cocção, o que o torna ideal para o preparo de sushi e outros pratos da cozinha oriental.

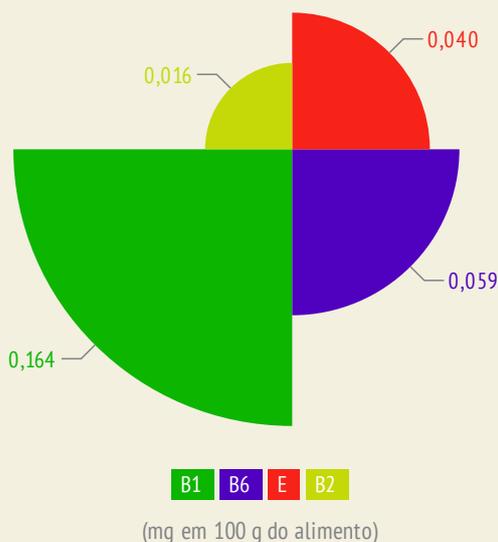
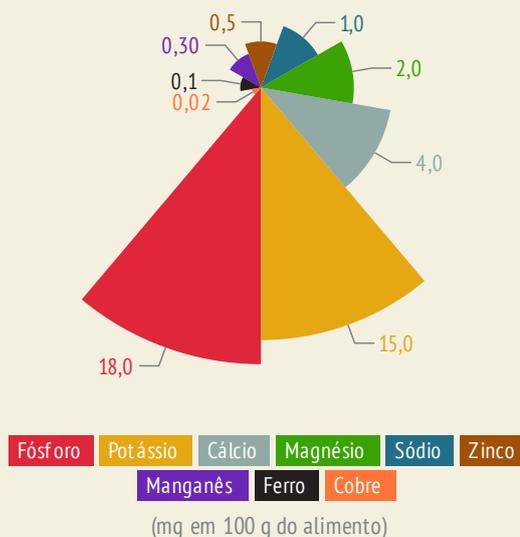


IMPORTÂNCIA NO BRASIL

O Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz, sendo o maior produtor fora do continente asiático. O Rio Grande do Sul é responsável, atualmente, por aproximadamente 60% da produção total desse cereal, e é considerado determinante da produção nacional, pois apresenta altos índices de produtividade que podem ser comparados aos do Japão. Em 2010, o arroz ocupou pouco mais de 5% da área nacional cultivada com cereais, leguminosas e oleaginosas, além de contribuir com 8,4% do total produzido entre essas culturas. A estimativa da área de cultivo é de 2,8 milhões de hectares, com produção de 12,6 milhões de toneladas e produtividade de 4600 kg/ha. O aumento da produção de arroz no Brasil nos últimos anos se deu em decorrência das condições climáticas ideais, do emprego de manejo adequado, além da utilização da alta tecnologia na produção do arroz irrigado. Atualmente, o arroz de sequeiro representa 21,6% da produção. Além disso, os produtores têm optado pela utilização de novas cultivares adaptadas a diferentes tipos de solo e condições climáticas, o que representa a colheita de grãos de alta qualidade.

A produção de arroz em sequeiro vem sofrendo com a redução das suas áreas em detrimento do cultivo de soja e milho, em razão de os arrozeiros preferirem áreas de primeiro cultivo com a intenção de aproveitar a umidade excessiva do solo recém-desmatado. A redução dessas áreas foi de certa forma compensada pelo aumento de 5,5% na área de cultivo na região Sul, o que permitiu que a produção mantivesse um saldo de crescimento em relação à safra 2008/09.

Atualmente, a rizicultura é praticada em todos os estados brasileiros. Entre as regiões, o Sul é responsável pela maior parcela na produção nacional de arroz. Esses índices devem-se à grande representatividade do Rio Grande do Sul, principal produtor brasileiro, e também de Santa Catarina no cenário nacional.



Os valores do consumo de arroz no país oscilam ao longo dos anos em função das variações regionais, estimuladas principalmente pelos preços. Entre 2008 e 2009, o consumo *per capita* do grão no país foi de aproximadamente 26,5 kg/hab/ano.



Arroz biofortificado
Foto: CIAT

CARACTERÍSTICAS DO CULTIVO

Tradicionalmente o cultivo de arroz no Brasil tem ocorrido em ambientes extremamente diferenciados, como as várzeas úmidas, as áreas de sequeiros, e lavouras irrigadas ou inundadas.

Nos ambientes inundados ou irrigados, a condição é anaeróbica, o que interfere na absorção de nutrientes, no desenvolvimento dos micro-organismos e no manejo do solo. No Rio Grande do Sul predomina a utilização do cultivo irrigado, que se baseia na utilização de grandes áreas e emprego de elevada mão de obra e mecanização, além da necessidade de alta tecnologia. A rizicultura em várzeas úmidas é praticada principalmente nas margens do rio Araguaia, no estado do Tocantins, onde existem áreas mais extensas de produção. Entretanto, de maneira geral, nesse tipo de cultivo predomina a utilização de pequenas áreas, em escala familiar.

O cultivo de arroz em áreas de sequeiro passou a apresentar grande destaque no cenário agrícola nacional em meados da década de 70, quando o governo brasileiro passou a incentivar a produção em áreas do Cerrado, por meio da concessão de créditos e apoio técnico. O cereal era plantado nas áreas que haviam sido recentemente desmatadas, pois apresentava maior rusticidade e tolerância a solos ácidos.

As pesquisas que levem a avanços no sistema brasileiro de produção de arroz são de suma importância, considerando que o país é atualmente o principal produtor de arroz nas Américas e que a cultura apresenta função estratégica na garantia da segurança alimentar do país.

Atualmente, a produção brasileira tem sido limitada principalmente pela incidência de doenças, favorecidas pelas condições climáticas predominantes na região e pelo manejo deficiente da água de irrigação em diversas áreas de cultivo. Essa realidade revela as fragilidades do sistema de produção de arroz no país e sugere novos rumos para as pesquisas.

DIVERSIDADE GENÉTICA

O arroz é classificado em duas tribos distintas, a *Zizaniae* (formada pelos gêneros *Zizaniopsis* e *Zizania*) e a *Oryzae*. Conhecido como arroz selvagem ou *wildrice*, o gênero *Zizania* apresenta similaridade genética com a tribo *Oryzae* e possui cerca de quatro espécies que são produzidas em pequena escala nos EUA e em áreas restritas da China. A tribo *Oryzae* engloba algumas espécies silvestres e as espécies cultivadas de arroz *Oryza sativa* L. e *Oryza glaberrima* Steud.

Sabe-se que essas espécies passaram por processos divergentes de evolução e domesticação na Ásia e na África, resultando em algumas diferenças botânicas que são utilizadas como parâmetros para diferenciar os genótipos. Por exemplo, *O. sativa* pode apresentar, entre outras peculiaridades, ramificações secundárias nas panículas e espiguetas persistentes no pedicelo. Em contrapartida, *O. glaberrima*, além de possuir um aspecto mais rudimentar, não apresenta ramificações secundárias e possui pericarpo de coloração vermelha muito característica. A domesticação dessas duas espécies, *Oryza sativa* e *Oryza glaberrima*, ocorreu a partir de seus respectivos parentais silvestres. A espécie asiática, através de *O. rufipogon*, e a africana, através de *O. barthi* (= *O. breviligulata*). Acredita-se que o ancestral comum dessas espécies seja *O. rufipogon*.

Segundo registros arqueológicos, o centro de domesticação de *O. glaberrima* está localizado na África Ocidental, no delta central do rio Niger, mais precisamente no Mali, e estima-se que tenha sido domesticado entre 3500 a.C e 750 d.C. Não se conhece com precisão o centro de origem de *Oryza sativa*, mas atualmente considera-se a Índia, em função da existência de um número maior de evidências. O país reúne condições excepcionais para o desenvolvimento dessa espécie, principalmente na região mais ao sul, onde os solos apresentam características ideais para o seu cultivo. Além disso, a Índia abriga inúmeras variedades endêmicas e silvestres que podem ser encontradas até hoje e que deram origem à maioria das variedades cultivadas espalhadas pelo mundo.

Grãos de arroz encontrados no vale do rio Yang-Tsé-Kiang e que datam de um período compreendido entre 3395 e 2000 a.C., além de outros registros com mais de 8000 anos recolhidos nas proximidades de Pengtoushan, na China, tornam a definição imprecisa e levam alguns historiadores a questionar a origem indiana do arroz asiático.

O cultivo em diversos climas, solos e o uso de várias práticas agrícolas possibilitaram ao homem a

seleção e a propagação de sementes de arroz adaptadas as suas finalidades. A ação da seleção antrópica, aliada à seleção natural e à dispersão da espécie ao longo de milhares de anos, resultou em um processo de diversificação do arroz asiático com a formação de grande número de variedades, e que atualmente são cultivadas em todo o mundo.

Barreiras geográficas e reprodutivas devem ter sido as principais causas do processo de formação de subespécies de *O. sativa*. A partir de análises ecológicas, morfológicas e estudos do genoma, observou-se a existência de duas raças ou grupos ecogeográficos dessa espécie, que foram classificados em *japonica* e *indica*. Entretanto, nos anos 50, um estudioso japonês incluiu a terceira subespécie, *javanica*, com o objetivo de incorporar os ecotipos de arroz bulu e tongil, encontrados na Indonésia.

O grupo *indica*, originário da Índia, é atualmente encontrado em regiões tropicais, como no Sri Lanka, nas Filipinas, nas regiões Sudoeste e Central da China, na Índia, em Java, no Paquistão e em Taiwan. Esse grupo é caracterizado pela presença de variedades com colmos compridos, alto perfilhamento, folhas longas, germinação lenta e ciclo curto, grãos longos e finos, sendo cultivado sob regime de irrigação. No Brasil, esses materiais são utilizados para o cultivo em áreas irrigadas. Muitas dessas variedades foram criadas a partir de linhagens introduzidas por programas de melhoramento realizados no Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ou no Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz (IRRI).

O grupo *japonica*, originário do sul da China, é utilizado no Brasil tradicionalmente em áreas de sequeiro ou de terras altas. Nessas áreas, a partir da década de 70, híbridos formados entre *indica* e *japonica* também passaram a ser utilizados. No mundo, o *japonica* é cultivado em regiões de clima temperado, como na China, Japão e Coreia, e apresenta características específicas, como capacidade média de perfilhamento, germinação lenta, ciclo tardio, grãos curtos e redondos, colmos curtos e folhas estreitas.

Estudos recentes com a utilização de análises enzimáticas em comparação com caracterizações morfológicas levaram alguns autores a considerar novamente a existência de apenas dois grupos, o *indica* e *japonica*, sendo o *javanica* considerado um subgrupo da subespécie *japonica* e denominado *japonica tropical*. Esse grupo engloba plantas com folhas largas e rígidas, baixa capacidade de perfilhamento, baixo degrane e grãos largos, e é tradicionalmente utilizado em cultivos de sequeiro ou terras altas.

Acredita-se que, ao longo do processo evolutivo, as variedades de arroz adaptadas às condições de sequeiro tenham surgido anteriormente àquelas cultivadas em várzeas. O perfilhamento reduzido, as raízes mais profundas e desenvolvidas e a resistência à deiscência natural são características que indicam que as variedades de sequeiro representam uma forma evolutivamente mais avançada da espécie. Dessa maneira, o arroz irrigado teria evoluído do arroz de sequeiro há milhares de anos em resposta às pressões de seleção, quando as populações humanas deslocaram-se para regiões mais elevadas.

ESPÉCIES SILVESTRES

As mais de 20 espécies silvestres do gênero *Oryza* podem ser encontradas em diversas regiões pelo mundo. Na Ásia, por exemplo, podem ser encontradas, principalmente, *O. granulata*, *O. meyeriana*, *O. nivara*, *O. rufipogon*, *O. minuta* e *O. rhizomatis*. Já no continente africano, *O. barthii*, *O. longistaminata*, *O. puctata* e *O. brachyantha*. Nas Américas, *O. latifolia*, *O. alta*, *O. grandiglumis* e *O. glumaepatula*, que é nativa do Brasil. E, finalmente, no continente australiano, *O. australiensis* e *O. meridionalis*.

A localização dessas espécies silvestres é muito importante, pois podem apresentar características de interesse para programas de melhoramento genético do arroz. No Brasil, apenas quatro espécies silvestres de *Oryza* foram encontradas: *O. glumaepatula*, *O. latifolia*, *O. alta* e *O. grandiglumis*.

Algumas expedições de coleta de materiais e outros estudos determinaram as regiões onde existem representantes de cada uma das espécies silvestres. *O. grandiglumis* pode ser encontrada de maneira restrita no oeste da Amazônia e em bacias hidrográficas dos rios Solimões, Negro, Japurá, Purus e Madeira, e em regiões de várzeas nas proximidades desses rios. Em contrapartida, *O. alta* apresenta distribuição mais ampla na parte oriental da Bacia Amazônica e outras bacias hidrográficas da região Sudeste, mas também está distribuída em regiões da América Central e sul do Caribe. *O. latifolia* foi encontrada somente nas bacias do rio Paraguai e no Pantanal Mato-grossense e nas ilhas do Caribe, sul do México e América Central. *O. glumaepatula* é encontrada em todas essas regiões brasileiras descritas, porém localmente a sua distribuição diverge das demais espécies por estar mais adaptada a ambientes com relevos mais suaves e níveis de água mais rasos. As outras espécies são comumente encontradas no leito dos rios quase totalmente submersas.

Existem diferenças importantes entre espécies do mesmo gênero, principalmente quando são comparados indivíduos silvestres com os que são cultivados. Muitas plantas silvestres apresentam em sua morfologia mecanismos que favorecem a ocorrência de cruzamentos, como anteras grandes e estigma largo, que favorecem o intercâmbio de pólen com outras plantas (alogamia). Além disso, os grãos de pólen podem permanecer viáveis por um período maior a partir da abertura das flores. Ao contrário disso, as plantas cultivadas geralmente apresentam anteras sobrepostas e mais curtas e, muitas vezes, liberam o pólen antes da abertura da flor (cleistogamia), o que favorece a ocorrência de autofecundações (autogamia).

No caso específico do arroz, essas diferenças no sistema de polinização também podem ser observadas e revelam a importância da conservação dessas espécies silvestres em função da existência de maior variabilidade genética, quando comparadas às espécies cultivadas.

COLEÇÕES DE GERMOPLASMA

Durante as últimas décadas, o desenvolvimento acelerado da agricultura moderna tem resultado na substituição de variedades tradicionais de cultivo de arroz por materiais comerciais melhorados e economicamente mais vantajosos. Essa realidade tem agravado os efeitos da domesticação do *Oryza sativa* que, ao longo de milhares de anos, resultou na perda de parte dos alelos das espécies silvestres.

A perda de variabilidade tem consequências diretas sobre os rizicultores que não dispõem de materiais geneticamente diferenciados, necessitando que sejam desenvolvidas novas cultivares capazes de suportar diferentes estresses bióticos e abióticos aliando bom desempenho, alto rendimento e produtividade, além de características desejáveis na arquitetura da planta e nutricionais de interesse.

Existe grande diversidade genética de arroz distribuída pelo planeta e, com o intuito de preservá-la, parte dessa riqueza é mantida em coleções nos bancos de germoplasma. Muitas espécies silvestres estão ameaçadas de extinção como resultado da ação antrópica no meio ambiente.

No Brasil, *O. glumaepatula*, espécie silvestre nativa do país, possui grande potencial de uso em programas de

melhoramento do arroz cultivado por apresentar considerável diversidade genética e estar distribuída em populações na Amazônia e no Pantanal.

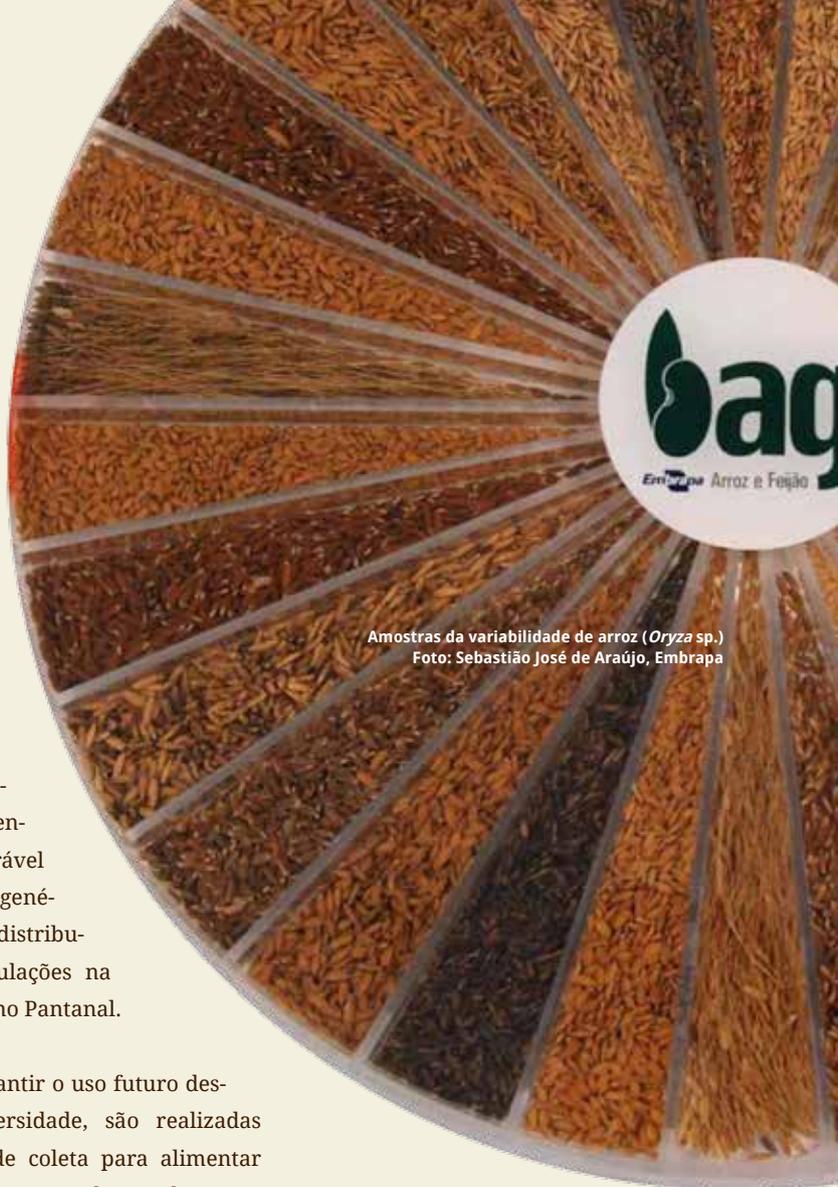
A fim de garantir o uso futuro dessa rica diversidade, são realizadas expedições de coleta para alimentar os bancos de germoplasma de arroz. Atualmente, essas coleções já contam com mais de 230 mil acessos de *Oryza* spp., incluindo variedades silvestres, tradicionais e modernas que são conservadas em todo o mundo.

A Embrapa mantém uma rede nacional de bancos de germoplasma sob coordenação da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. O Banco Ativo de Germoplasma de Arroz ou BAG-ARROZ é integrante dessa rede e é mantido pela Embrapa Arroz e Feijão. A coleção é composta por 27006 acessos, incluindo representantes de 2732 variedades tradicionais, além de 238 amostras de populações de espécies silvestres, 7080 linhagens provenientes de programas de melhoramento de arroz e 16956 acessos da coleção americana de arroz, recebidos pelo Banco Ativo em 2009.

Amostras da variabilidade de arroz (*Oryza* sp.)
Foto: Sebastião José de Araújo, Embrapa

Além do BAG-ARROZ, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) possui uma coleção composta por 3 mil acessos da espécie *O. sativa* L.

O International Rice Research Institute (IRRI) detém a maior coleção de germoplasma de arroz do planeta, o International Rice Genebank (IRG), composto por mais de 113 mil amostras de arroz. O IRRI, instituição do Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), é responsável pelo desenvolvimento de novas variedades de arroz, além da transferência de tecnologias de manejo cultural para os produtores.



VISÃO DE FUTURO

O arroz é um cereal que possui grande importância como componente básico da dieta alimentar de milhões de pessoas e, com o crescente aumento do seu consumo, deverá desempenhar cada vez mais papel estratégico para a garantia da segurança alimentar da população mundial. Entretanto, para que o aumento da demanda possa ser atendido, é necessário que a produção de arroz supere alguns desafios.

Os rizicultores têm de lidar com estresses bióticos e abióticos que prejudicam o desenvolvimento da cultura e muitas vezes têm sua produção estagnada em função da estreita base genética dos materiais disponíveis no mercado para o plantio. Portanto, faz-se necessária a ampliação da base genética utilizada nos programas de melhoramento e a definição de estratégias para o desenvolvimento de cultivares capazes de suportar déficits hídricos ou condições ambientais atípicas decorrentes das mudanças climáticas.

As projeções atuais, baseadas na taxa de crescimento da população e no consumo *per capita* do arroz no Brasil, apontam para a necessidade de aumento de mais de 60% na produção anual para que as necessidades de consumo sejam amplamente atendidas. Esse desafio pode ser concretizado com a ampliação da área agrícola do país, a melhoria das práticas de manejo e o aumento da produtividade dos arrozais, com o auxílio do melhoramento genético. Entretanto, as estratégias para que esses patamares sejam alcançados devem levar em consideração o cenário atual, em que há crescimento no número de consumidores cada vez mais exigentes e conscientes, que optam por produtos com rastreabilidade, produzidos em sistemas que preservem a biodiversidade e os ecossistemas.

Considerando que o avanço da fronteira agrícola pode causar grandes impactos ao meio ambiente, o uso de ferramentas de melhoramento genético e a biotecnologia podem ser considerados boas alternativas para o aumento da produtividade e da produção do arroz, evitando-se assim a necessidade de abertura de novas áreas de cultivo. Populações de *O. glumaepatula* coletadas no Brasil vêm sendo utilizadas nos últimos anos por melhoristas da Embrapa, com o intuito de incorporar caracteres de interesse aos materiais superiores de *O. sativa* desenvolvidos anteriormente. Cruzamentos com espécies silvestres geralmente são dificultados por incompatibilidade, resultando em híbridos estéreis. Além disso, características indesejáveis podem ser fixadas nos materiais superiores, bem como as desejáveis podem ser perdidas. Para tornar o uso de espécies silvestres mais eficientes, são utilizadas técnicas moleculares para análise e monitoramento, aliadas ao melhoramento convencional.

Outra estratégia que tem sido utilizada pelos melhoristas é a construção de coleções nucleares, que consistem em um conjunto limitado de acessos que devem representar a máxima diversidade existente na coleção inteira. No Brasil, pesquisadores da Embrapa formaram uma coleção nuclear para o arroz, composta por um total de 550 acessos, a qual representa 5,6% da coleção inteira e é composta por 308 variedades tradicionais, 94 cultivares melhoradas e 148 cultivares e linhagens introduzidas.





Arroz Carreiro

Ingredientes

- 1 kg de carne-seca dessalgada e cortada em cubos
- uma xícara de linguiça portuguesa cortada em cubos
- 100g de bacon cortado em cubos
- 4 colheres de sopa de óleo
- duas cebolas picadas
- 3 dentes de alho picados
- 2 ½ xícaras de chá de arroz branco
- 5 xícaras de chá de água fervente
- 5 tomates picados sem pele e sem sementes
- sal a gosto
- ½ xícara de chá de salsa picada

Modo de Preparo

Refogue a linguiça separadamente em uma frigideira, depois reserve. Frite o bacon em outra panela, na própria gordura, até ficar dourado. Acrescente o óleo e quando estiver aquecido, junte a carne-seca. Adicione a cebola e o alho e refogue mais um pouco. Em seguida, acrescente o arroz e o tomate, colocando água aos poucos. Adicione a linguiça refogada e a salsa. Continue colocando água quente até o arroz cozinhar.

Rendimento: 4 porções



©iStock.com/ monkeybusinessimages

Paella

Ingredientes

- ½ kg de peito de frango
- 20 gramas de açafrão
- 300 gramas de polvo
- 300 gramas de lula
- 500 gramas de camarão rosa
- 100 gramas de mexilhão
- 200 gramas de lagosta
- 500 gramas de marisco para decorar
- duas xícaras de chá de arroz
- uma xícara de chá de azeite de oliva
- duas xícaras de pimentão vermelho cortado em tiras
- uma xícara de pimentão verde
- duas xícaras de tomates picados sem pele e sem sementes
- 30 gramas de alho picado

Modo de Preparo

Em uma panela grande, cozinhe o peito de frango em água e sal. Em uma panela própria para o preparo de paella, aqueça o azeite e frite o alho juntamente com o pimentão. Em seguida refogue o frango, a lula e o polvo. Acrescente o açafrão, os tomates e refogue mais um pouco. Acrescente o arroz, frite-o bem e adicione quatro xícaras de água. Tempere com sal e pimenta. Após 15 minutos de cozimento, junte os camarões, deixando cozinhar por mais 10 minutos. Antes de servir, acrescente os mariscos cozidos, com casca, a lagosta e o pimentão verde.

Rendimento: 12 porções



©iStock.com/ LisaAlison

Arroz à Piemontesa

Ingredientes

- duas xícaras de chá de arroz cozido
- uma colher de sopa de cebola picada
- ½ xícara de chá de champignons cortados em lâminas
- 4 colheres de sopa de vinho branco seco
- ½ xícara de chá de creme de leite
- 4 colheres de sopa de queijo parmesão ralado grosseiramente
- uma colher de sopa de manteiga à temperatura ambiente
- 20 gramas de alho
- pimenta-do-reino moída a gosto
- sal a gosto
- salsinha a gosto
- cebolinha verde a gosto

Modo de Preparo

Derreta a manteiga juntamente com as cebolas e o alho em uma frigideira, e refogue-os até dourar. Em seguida adicione os champignons e refogue. Acrescente o vinho e quando seu volume estiver reduzido à metade, junte o arroz, o creme de leite, o queijo parmesão e o tempero verde. Tempere com sal e pimenta a gosto. Deixe cozinhar até obter textura de risoto.



©iStock.com/Olha_Afnasieva

Risoto de Camarão

Ingredientes

- duas colheres de sopa de manteiga
- uma colher de sopa de azeite
- uma xícara de tomates picados sem pele e sem sementes
- duas xícaras de chá de arroz
- uma xícara de cebola picada
- uma xícara de chá de champignons cortados em lâminas
- $\frac{3}{4}$ de xícara de pimentão vermelho picado
- $\frac{3}{4}$ de xícara de pimentão verde picado
- $\frac{1}{2}$ xícara de chá de vinho branco
- 3 xícaras de chá de caldo de galinha caseiro
- 1 kg de camarão fresco
- salsinha a gosto
- sal a gosto
- pimenta-do-reino preta a gosto

Preparo

Aqueça o azeite e a manteiga em uma panela e refogue a cebola e o alho até dourar.

Em seguida acrescente os champignons, o pimentão e os tomates e refogue um pouco.

Acrescente o arroz, o sal e a pimenta e frite bem. Junte o vinho e deixe ferver durante 5 minutos.

Acrescente o caldo de galinha aquecido e os temperos verdes. Cozinhe por cerca de 10 minutos, mexendo de vez em quando. Adicione o camarão e cozinhe por alguns minutos, de acordo com o tamanho do camarão.

Rendimento: 4 porções



©iStock.com/severija

Risoto de arroz-vermelho

Ingredientes

- 300 g de arroz vermelho pré-cozido
- 300 g de pernil suíno cortado em cubos
- 100 g de bacon picado
- uma cebola média picada
- 100 g de cenoura
- 150 g de tomate seco sem pele
- 150 ml de vinho branco seco
- 200 g de peras cortadas em palitos
- 100 g de peras cortadas em cubos
- salsa picada
- azeite aromatizado com ervas
- noz moscada, sal e pimenta a gosto

Modo de preparo

Tempere o pernil com sal e pimenta. Aqueça em uma panela o bacon, e frite o pernil até dourar.

Em seguida, acrescente o azeite, a cebola, o tomate seco sem pele, mexendo sempre, e depois o arroz vermelho pré-cozido, o vinho branco seco, a cenoura, a pera e a salsa.

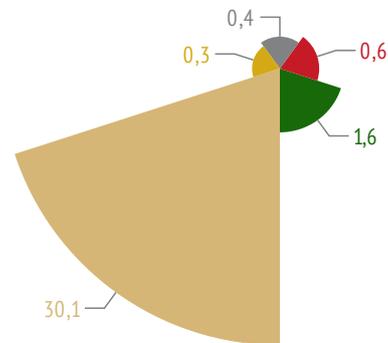
Deixe cozinhar por 15 minutos até reduzir o volume do vinho; servir na sequência.



Foto: Bigstock. Alfredo Augusto Cunha Alves

Mandioca

Carboidratos Proteína Fibra alimentar Lipídios Cinzas



(mg em 100 g do alimento)

A mandioca é provavelmente o mais brasileiro dos alimentos, já cultivada e consumida de diversos modos pelos milhares de ameríndios, antes da chegada dos portugueses em 1500. A mandioca era considerada uma planta mítica pelos indígenas de várias etnias que habitavam nosso território, fato relatado em forma de lendas, que apresentam algumas variações de acordo com a tribo e região. Uma das mais conhecidas é a lenda de Mani, registrada por Couto de Magalhães no livro *O Selvagem*, publicado em 1876:

“Em tempos idos, apareceu grávida a filha dum chefe selvagem, que residia nas imediações do lugar em que está hoje a cidade de Santarém. O chefe quis punir no autor da desonra de sua filha a ofensa que sofrera seu orgulho e, para saber quem ele era, empregou debalde rogos, ameaças e por fim castigos severos. Tanto diante dos rogos como diante dos castigos a moça permaneceu inflexível, dizendo que nunca tinha tido relação com homem algum. O chefe tinha deliberado matá-la, quando lhe apareceu em sonho um homem branco que lhe disse que não matasse a moça, porque ela efetivamente era inocente, e não tinha tido relação com homem. Passados os nove meses, ela deu à luz uma menina lindíssima e branca, causando este último fato a surpresa não só da tribo como das nações vizinhas, que vieram visitar a criança, para ver aquela nova e desconhecida raça. A criança, que teve o nome de Mani e que andava e falava precocemente, morreu ao cabo de um ano, sem ter adoecido e sem dar mostras de dor. Foi ela enterrada dentro da própria casa, descobrindo-se e regando-se diariamente a sepultura, segundo o costume do povo.”

Ao cabo de algum tempo, brotou da cova uma planta que, por ser inteiramente desconhecida, deixaram de arrancar. Cresceu, floresceu e deu frutos. Os pássaros que comeram os frutos se embriagaram, e este fenômeno, desconhecido dos índios, aumentou-lhes a superstição pela planta. A terra afinal fendeu-se, cavaram-na e julgaram reconhecer no fruto que encontraram o corpo de Mani. Comeram-no e assim aprenderam a usar da mandioca.”

Para os indígenas brasileiros, a origem da mandioca era explicada por essa lenda, provavelmente transmitida aos tupis pelos aruaques, assim como em muitas outras variações de relatos orais colecionados por viajantes e naturalistas europeus pelo interior do novo território. Estudiosos brasileiros também registraram vários mitos indígenas para a origem da mandioca, como Câmara Cascudo, que descreveu duas versões entre os povos parecis e bacairis do Mato Grosso. À época do Descobrimento, os tupinambás ocupavam grande parte do litoral, onde predominava a exuberante Mata Atlântica. Os guaranis ocupavam a costa meridional, mais ao sul. O grupo dos gês, chamados de tapuias pelos tupis, foram sendo paulatinamente forçados a migrar para o interior, inclusive para a região dos Cerrados. Os aruaques habitavam as regiões do extremo norte da Amazônia.

Esses indígenas viviam basicamente de caça e coleta. Com o tempo, algumas etnias passaram a praticar a agricultura, como os tupis. De modo geral, aqueles grupos que dependiam das riquezas naturais, como frutas, caça, pesca e mel, mudavam-se para outros lugares quando elas se esgotavam. Em períodos mais sedentários, cultivavam várias espécies de plantas alimentares, como mandioca, milho, abóboras, feijão e batata-doce, em roças perto das aldeias. Para algumas tribos, o milho era mais importante que a mandioca.

A mandioca (e outras plantas alimentares) era cultivada por meio da coivara, ou queimada, em que se utilizava o fogo para abrir uma área na mata,

resultando em um terreno limpo e adubado pelas cinzas da vegetação queimada. Para evitar a exaustão do solo, o processo era repetido em nova área, permitindo a recuperação natural da área queimada, um processo de rotação. Os homens encarregavam-se da limpeza do terreno e as mulheres

do cultivo da mandioca, porque acreditavam que qualquer alimento plantado somente daria boas colheitas quando realizado pelas mulheres, devido a uma suposta propriedade fertilizadora.

De todas as plantas alimentares originárias do Novo Mundo, talvez a mais difundida e importante para a dieta indígena tenha sido a mandioca. Trata-se de uma escolha singular, considerando-se ser uma planta venenosa, que pode conter de 15 até 400 mg de ácido cianídrico (HCN) por quilo de raiz, de modo que os ameríndios também desenvolveram uma série de instrumentos e processos para eliminar o veneno e utilizar as raízes de forma segura. O autor apresenta algumas possíveis razões para a domesticação da mandioca pelos indígenas e a sua preferência alimentar, tais como a facilidade de cultivo em vários tipos de solo, desde que bem drenados; a resiliência das variedades de mandioca em relação às variações de pluviosidade; a possibilidade de o HCN ser uma importante defesa natural contra a predação animal; a importância da mandioca como reserva alimentar, quando deixada no solo, sem colher, além de ser processada na forma de farinha; a facilidade de reprodução por estacas; e o fato de ser um alimento rico em carboidratos, complementar às fontes de proteína oriundas da caça e da pesca.



A mandioca segundo Gabriel Soares de Souza, no “Tratado Descritivo do Brasil”, de 1568

“Mandioca é uma raiz de feição dos inhames e batatas, e tem a grandura conforme a bondade da terra, e a criação que tem”, comparando a planta cultivada pelos indígenas brasileiros com os inhames asiáticos e descrevendo os efeitos do solo e dos cuidados no cultivo sobre o tamanho das raízes.

No Brasil, a raiz tuberosa da mandioca é consumida de várias formas, a maioria originária dos usos indígenas. Há muitos tipos de farinha de mandioca, que são resultantes da ralagem, prensagem e secamento da raiz da mandioca, e a farinha de tapioca ou polvilho, que é feita com o fino amido proveniente da decantação do caldo prensado da massa de mandioca. Da mandioca fermentada é produzida a puba. No caso do aipim (a mandioca-doce ou sem veneno), as raízes são consumidas somente descascadas e cortadas em pedaços que são cozidos e, comumente, depois fritos. A mandioca também está presente como ingrediente de receitas típicas da Amazônia, como o tacacá e o molho tucupi, que é preparado com o caldo resultante da prensagem da massa. Com suas folhas cozidas, prepara-se a maniçoba, conhecida como a feijoada paraense. Também são feitas bebidas como o cauim, obtido por meio de fermentação. Utilizando-se um processo de destilação, é produzida uma cachaça ou aguardente de mandioca, conhecida como tiquira, com elevado teor alcoólico. É comum no estado do Maranhão, sendo pouco conhecida no restante do Brasil.

No Brasil Colônia, a mandioca foi um dos principais alimentos utilizados pelos colonos. Em forma de farinha, integrava vários pratos, como bolo, beiju, sopa, angu e, às vezes, misturada apenas com água ou com feijão e carne, quando disponíveis. Da mandioca, também se faz o polvilho (fécula de mandioca), doce ou azedo, que serve para a preparação de diversas comidas típicas brasileiras, como o pão de queijo. Apesar de frequente em países da África e da Ásia, para onde foram levadas pelos colonizadores ibéricos, o hábito de utilizar as folhas da planta para alimentação, no Brasil, só ocorre na região Norte. Na África, é comum consumir-se, além da raiz, também as folhas jovens em forma de “esparregado”, uma espécie de cozido com hortaliças. Em Moçambique, as folhas são piladas (moídas no pilão), juntamente com alho e a própria farinha seca da raiz e, depois,

cozidas normalmente com um marisco (caranguejo ou camarão); essa comida se chama matapa e é uma das mais populares da culinária moçambicana. Em Angola, o prato é conhecido como “kissaca”.

Os portugueses levaram a mandioca da costa oriental do Brasil para a África. Depois do século XVI, a espécie foi disseminada lentamente pelas regiões subsaarianas, sendo levada desta região até Madagascar. Da costa ocidental da América Central, exploradores e comerciantes espanhóis levaram a mandioca até as Filipinas, de onde chegou até o sudeste asiático. Posteriormente, da costa leste da África, foi introduzida na parte meridional da Índia. Os holandeses incrementaram o cultivo da mandioca na Indonésia, que passou a ter diferentes variedades nas diversas ilhas onde se praticava agricultura.

O Brasil teve um papel importante no início da pesquisa agrícola com mandioca, por intermédio do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), primeira instituição pública a se dedicar à cultura. Após a criação da Seção de Raízes e Tubérculos do IAC, em 1935, a mandioca foi alvo de vários trabalhos pioneiros de pesquisa em todas as áreas. No mesmo período, pesquisadores baianos também produziram várias publicações sobre mandioca devido à importância da cultura para o estado, culminando com a publicação do livro *A Mandioca*, em 1979, do professor Antônio José Conceição, da Escola de Agronomia de Cruz das Almas, considerado o primeiro manual sobre a cultura.

Atualmente, o continente africano é o maior produtor de mandioca e onde a cultura é mais importante do ponto de vista de segurança alimentar. A produtividade anual da cultura caiu gradualmente na América do Sul entre as décadas de 1960 e 1990. Como prováveis causas, pode-se citar seu cultivo por agricultores familiares como cultivo de subsistência, preço

A mandioca nos ditados populares

“Farinha pouca, meu pirão primeiro”,
“Sem pirão, não há eleição”,
“Aquilo é farinha ruim”,
“Farinha do mesmo saco”,
“Debaixo da farinha tem carne”,....

de mercado relativamente baixo, menor adoção de técnicas modernas de produção devido à fama de rusticidade da cultura, como fertilização, variedades melhoradas e controle fitossanitário, assim como falta de investimento em pesquisa agrícola voltada para a cultura. De fato, no Brasil, quando comparada com outras culturas agrícolas consideradas *commodities* exportáveis e com demanda internacional, como soja e milho, que experimentaram uma verdadeira revolução em seus sistemas de cultivo no mesmo período, a mandioca apresentou certa estagnação.

Diversas pesquisas têm como objetivo o desenvolvimento da cultura da mandioca por ser uma das principais fontes de energia para milhões de pessoas, particularmente no continente africano. Alguns países asiáticos, como Tailândia e China, estão investindo em pesquisa em mandioca como matéria-prima para a produção de etanol. Outros setores estão investindo na utilização da mandioca para a produção de plásticos biodegradáveis, além de novos usos nas indústrias têxteis e alimentícias.

CENTRO DE ORIGEM

As plantas do gênero *Manihot* são de origem americana, sendo a região Amazônica seu provável centro de origem, de onde irradiou-se para o norte, atingindo as Antilhas, América Central e sul da América do Norte. A espécie *Manihot esculenta* Crantz é originária da América do Sul, estimando-se sua domesticação em menos de 10 mil anos.

Existem duas espécies de mandioca utilizadas na alimentação humana: a mandioca-brava (*Manihot esculenta*), cujas raízes venenosas podem ser convertidas em farinha comestível por meio de processo adequado, e a mandioca-doce (*Manihot utilissima*), cujas raízes podem ser consumidas fritas ou cozidas, e as folhas cozidas. Externamente, as duas espécies são indistinguíveis, sendo diferenciadas pelo gosto amargo da mandioca-brava, decorrente da alta concentração de ácido cianídrico. Evolutivamente, a presença do ácido cianídrico é explicada como uma forma de defesa da planta contra o ataque de animais.

A propagação da planta é realizada pelo plantio de um pedaço do caule (maniva), o qual gera uma nova planta.

Os naturalistas europeus que visitaram o Brasil durante o período colonial e que se dedicavam a coletar novas espécies de plantas para o enriquecimento dos conhecimentos em Botânica ficaram impressionados com a variedade de mandioca encontrada no Novo Mundo e, ao mesmo tempo, surpreendidos por não conseguir identificar estas plantas no estado silvestre.

“Os Comedores de Mandioca”, Darcy Ribeiro, em “O Povo Brasileiro”

“Tal como o índio Uirá, que saiu à procura de Deus, para identificar-se ante a divindade de clara ‘eu sou de seu povo, o que come farinha’, todos nós, brasileiros, podemos dizer o mesmo: ‘Nós somos o povo que come farinha de pau’”.

Mesmo considerando-se os mais recentes avanços em arqueologia e genética, a origem da mandioca comum, *Manihot esculenta* Crantz, é controversa e cercada de mistérios. Vavilov postulava que o centro de diversidade da mandioca era a região entre o Brasil e a Bolívia; entretanto, sabe-se que nem sempre os centros de diversidade coincidem com os centros de origem. Além disso, mais de um centro de diversidade pode ser formado para determinada cultura por meio da introgressão, sendo que tal fenômeno poderia explicar vários casos em que os centros de diversidade para determinadas plantas são encontrados em áreas longínquas, com alta diversidade de espécies silvestres.

Todas as espécies de *Manihot* são nativas das regiões tropicais do Novo Mundo, em particular Brasil e México. Nassar identificou quatro centros de diversidade para estas espécies: México, e as regiões

nordeste, central e sudoeste do Brasil. Microcentros de diversidade destas espécies existem dentro da região central brasileira, correspondente aos Cerrados, onde grande número de espécies está concentrado em pequenas áreas, algumas menores que 50 km em diâmetro.

As duas hipóteses mais aceitas atualmente se dividem entre a possibilidade de que a mandioca não exista no estado silvestre, sendo, portanto, um híbrido resultante do cruzamento com outras espécies, ou a provável existência de um ancestral silvestre, cuja população seria encontrada na região central do Brasil. No primeiro caso, haveria mais de um centro de domesticação na América Central e do Sul, e no segundo, o ancestral da mandioca poderia ter evoluído primeiramente na região dos Cerrados antes de chegar à Amazônia.

No caso da mandioca, conforme exposto anteriormente, não existem dados paleontológicos que sustentem afirmar seu centro de origem. Entretanto, pela riqueza de parentes silvestres pode-se afirmar que o centro de diversidade é o Brasil, que concentra cerca de 80% das espécies silvestres do gênero *Manihot*. Pelo formidável poliformismo vegetativo, é provável que o centro de origem e domesticação da espécie cultivada seja o Neotrópico, especialmente o Brasil central, onde ocorre a maior diversidade biológica, estendendo-se para a região da Caatinga, com epicentro localizado no Distrito Federal e partes próximas do estado de Goiás, embora as plantas desse gênero se distribuam desde o estado do Arizona, nos Estados Unidos, até a Bacia do Prata, com outra área de concentração relevante no México.

IMPORTÂNCIA NO MUNDO

A mandioca (*Manihot esculenta*) é considerada a quarta mais importante cultura alimentar do mundo, depois do trigo, do arroz e do milho, sendo o principal alimento em regiões tropicais. Suas raízes e toda gama de subprodutos são consumidos por mais de 800 milhões de pessoas, segundo a FAO. Em muitas regiões da África, Ásia e Brasil, mais de 70% das calorias consumidas diariamente pela população são providas pela mandioca.

A mandioca é hoje a mais importante cultura de subsistência tropical do mundo. A produtividade anual dessa cultura caiu gradualmente na América do Sul entre os anos 60 e 90, mas cresceu entre os anos 70 e 90 na Nigéria, hoje o principal produtor da África e do mundo, e na Índia. Nesse país asiático, a produtividade atingiu 25,0 toneladas por hectare (t/ha) nos anos 90, por meio do plantio de variedades melhoradas, ante 12,5 t/ha na América do Sul e 11,5 t/ha na Nigéria, no mesmo período.

De acordo com a FAO, em 2011 foram cultivados mundialmente

Na África, agora tem cerveja de mandioca

Em 2011, a SABMiller, uma das maiores empresas cervejeiras mundiais, iniciou a produção da cerveja Impala em Moçambique, feita com 70% de mandioca, em sua subsidiária Cervejas de Moçambique. Está previsto o processamento de 40 mil toneladas anuais de mandioca, produzidas por 1.500 pequenos produtores. O lançamento da cerveja faz parte da estratégia da empresa para alcançar consumidores de baixa renda que normalmente consomem álcool ilegal, produzido em fundo de quintal, sem controle de qualidade.



mais de 19 milhões de hectares com mandioca, alcançando produção estimada em mais de 252 milhões de toneladas, com produtividade média de 12,8 t/ha. Por continente, destaca-se a importância da África como principal região produtora da cultura, com 140 milhões de toneladas e o cultivo em 13 milhões de hectares, seguida pela Ásia (76,6 milhões de toneladas e 3,9 milhões de hectares) e pelas Américas (34,3

milhões de toneladas e 2,6 milhões de hectares). Em 2011, a Nigéria foi a maior produtora mundial de mandioca, com 3,7 milhões de hectares e produção de 52,4 milhões de toneladas, seguida pelo Brasil, com 1,7 milhão de hectares e produção de 25,4 milhões de toneladas. A Índia foi o país com a mais alta produtividade (36,4 t/ha), seguida por Malawi (21,5 t/ha) e Camboja (21,2 t/ha).

Área cultivada, produção e produtividade de mandioca nos 15 principais países produtores mundiais em 2011 (FAO, 2013).

País	Produção (t)	Área Cultivada (ha)	Produtividade (t/ha)
Nigéria	52.403.500	3.737.090	14,0
Brasil	25.441.700	1.741.230	14,6
Indonésia	24.009.600	1.182.640	20,3
Tailândia	21.912.400	1.135.390	19,3
Rep. Dem. Congo	15.569.100	2.171.180	7,1
Angola	14.333.500	1.072.480	13,3
Gana	14.240.900	889.364	16,0
Vietnã	9.875.500	560.100	17,6
Índia	8.076.000	221.400	36,4
Moçambique	6.267.160	975.519	6,4
Uganda	4.753.430	426.148	11,1
Tanzânia	4.646.520	739.794	6,2
China	4.515.075	275.757	16,3
Camboja	4.368.160	205.128	21,2
Malawi	4.259.300	197.732	21,5

O mercado internacional da mandioca movimenta mais de 10 milhões de toneladas de produtos derivados (pellets, amido, farinha de mandioca) ao ano, equivalente a mais de 1 bilhão de dólares.

A Nigéria, maior produtor mundial, pretende substituir trigo importado por mandioca na indústria de panificação em até 40% do amido para reduzir sua dependência externa. Pretende ainda exportar 900 mil toneladas de mandioca na forma de chips e 182 mil toneladas de frutose, substituto do açúcar em refrigerantes, e processar 11 milhões de toneladas em etanol, gerando aproximadamente 1,2 bilhão de litros. O governo nigeriano adotou políticas de

incentivo à cultura, com implantação de várias feculárias, e de produção de fufu e gari, produtos similares à farinha de mandioca. A Tailândia possui as maiores plantas industriais para a produção de fécula a partir da mandioca, mas a cultura vem perdendo espaço para a cana-de-açúcar. O país é responsável por cerca de 80% do comércio internacional de fécula. Em seu lugar, o Vietnã tem aumentado os investimentos para modernizar a produção de derivados de mandioca com maior valor agregado, como amidos modificados, glucose e maltose. Em Moçambique, foi inaugurada em 2012 uma destilaria com capacidade de produção de 2 milhões de litros de etanol a partir de mandioca.



Foto: Bigstock, Alfredo Augusto Cunha Alves.

IMPORTÂNCIA NO BRASIL

A mandioca foi uma planta fundamental para os primeiros habitantes do território brasileiro, antes da chegada dos portugueses em 1500. As diferentes etnias de ameríndios selecionaram as variedades mais produtivas, com raízes com maior teor de amido, além de desenvolverem sistemas de cultivo e realizarem intercâmbio de materiais com outras tribos, evitando a erosão genética. Igualmente de extrema importância foi a criação de diversos processos de utilização da mandioca na forma de diferentes alimentos.

Da mesma maneira, a cultura também foi marcante como alimento básico nos primeiros séculos da colonização portuguesa no Brasil, inclusive nas receitas preparadas de acordo com as técnicas dos ameríndios, como o beiju e farinhas. Até os dias de hoje, a mandioca, também conhecida como aipim ou macaxeira, é encontrada em hortas, quintais e roças de norte a sul do país, sendo uma cultura muito apreciada pela sua facilidade de produção, flexibilidade nos períodos de plantio e colheita, versatilidade de usos e adaptação a diferentes tipos de solo e clima. Por esta razão, grande parte da produção e área cultivada com mandioca não aparece nas estatísticas oficiais por ser de subsistência, sendo consumida nas propriedades ou localmente.

No Brasil, a produção de mandioca caracteriza-se por fortes variações periódicas, que afetam a competitividade da cultura nos mercados nacional e

internacional. O exemplo clássico, comum para produtos agrícolas, é o incremento imediato da área plantada em períodos de alta de preço do produtos, em contraposição à redução do cultivo em épocas de preços baixos. Os produtores nacionais de mandioca também podem ser agrupados em dois grandes grupos, de acordo com a destinação das raízes: consumo das raízes *in natura* e outro destinado à produção de amidos e farinhas.

O Brasil ocupa a segunda posição na produção mundial de mandioca (12,7% do total). De acordo com o IBGE, nos últimos doze anos a produção brasileira de mandioca variou de 22 milhões de toneladas (2003) a 26,8 milhões de toneladas (2007), com área cultivada de 1,6 milhão de hectares (2003) a 2,4 milhões de hectares (2009), obtendo-se produtividades variando de 13,4 t/ha (2003) a 14,9 t/ha (2011). A principal região produtora nacional é o Nordeste, com 8,4 milhões de toneladas em 2012, seguida pelas regiões Norte (7,6 milhões t), Sudeste (5,9 milhões t), Sudeste (2,4 milhões t) e Centro-Oeste (1,3 milhão t).

A produção nacional é relativamente bem distribuída pelo território nacional. Os estados do Pará e do Paraná são os principais produtores de mandioca no Brasil, com produção de 4,8 milhões de toneladas e 4,1 milhões de toneladas, respectivamente, em 2012. Os estados do Paraná, São Paulo, Acre e Mato Grosso do Sul destacaram-se pelas altas produtividades, de 19,9 a 22,6 t/ha.

Produção, área cultivada e produtividade de mandioca nos dez principais estados produtores (IBGE, 2013).

Estado	Produção (t)	Área Cultivada (ha)	Produtividade (t/ha)
Pará	4.808.743	301.364	15,95
Paraná	4.062.905	179.607	22,62
Bahia	2.293.675	224.079	10,23
Maranhão	1.529.579	196.564	7,78
São Paulo	1.443.511	65.458	22,05
Rio Grande do Sul	1.191.202	78.905	15,09
Amazonas	955.734	79.899	11,96
Acre	897.160	44.898	19,98
Minas Gerais	820.604	59.513	13,78
Mato Grosso do Sul	634.529	30.902	20,53

Cultivada em todas as regiões, a mandioca tem papel importante na alimentação humana e animal, como matéria-prima para inúmeros produtos industriais e na geração de emprego e de renda. Estima-se que, nas fases de produção primária e no processamento de farinha e fécula, são gerados um milhão de empregos diretos e que a atividade proporciona receita bruta anual equivalente a US\$ 2,5 bilhões e contribuição tributária de US\$ 150 milhões; a produção que é transformada em farinha e fécula gera, respectivamente, receitas equivalentes a US\$ 600 milhões e US\$ 150 milhões.

O Nordeste brasileiro responde por 46% da produção nacional de mandioca, com produtividade de 10,5 t/ha, representando 56% da área plantada com a cultura em todo o país. Mesmo assim, importa mais de 50% da farinha consumida. Isso ocorre principalmente em anos de quebra de safra, ocasionada pelas secas periódicas que ocorrem na região. Aparentemente, o consumo da farinha de mandioca no Nordeste apresenta uma tendência de declínio. Além da farinha, existe o potencial de utilização da mandioca na produção de fécula e na alimentação animal. As folhas da mandioca também são ricas em proteínas e vitaminas e, moídas e desidratadas, podem ser utilizadas como suplemento alimentar na dieta humana.

Na região Nordeste, a mandioca se caracteriza como uma cultura de subsistência que absorve basicamente

a mão de obra familiar e, portanto, os métodos tradicionais de industrialização da farinha constituem também uma forma de manter o homem no campo, pela oferta de emprego neste setor. A falta de crédito e de uma política de mercado definido para o produto desestimula os agricultores de mandioca, levando-os muitas vezes a optar por outra cultura.

Em função do tipo de raiz, a mandioca pode ser classificada em dois grupos básicos: mandioca de mesa, cujas raízes são comercializadas na forma *in natura*, e mandioca para a indústria de processamento. No Brasil, a forma mais tradicional de processamento é a farinha, que tem uso essencialmente alimentar, e a fécula que, junto com seus produtos derivados, têm competitividade crescente no mercado de amiláceos para a alimentação humana. Outras maneiras de aplicações são como insumos em diversos ramos industriais, tais como o de alimentos embutidos, embalagens, colas, mineração, têxtil e farmacêutico.

Durante a implantação do Programa Nacional do Alcool (Pró-Alcool), a partir de 1975, a mandioca e outras culturas agrícolas, como sorgo e milho, foram estudadas como possíveis alternativas de matéria-prima para a produção de etanol, mas seu uso não progrediu devido às vantagens oferecidas pela cana-de-açúcar.



A produção brasileira de mandioca é praticamente consumida no mercado interno, com menos de 0,5% da produção nacional sendo exportada nos últimos 10 anos. O Brasil costuma exportar quantidades variáveis de farinha e fécula, dependendo da produção nacional e das variações de preço nos mercados nacional e internacional. No período de 2001-2011, foram exportadas 1.230 t (2002) e 1.696 t (2011) de farinha, com receitas de US\$ 307 mil e US\$ 1,8 milhão, respectivamente, e 24.780 t (2002) e 6.726 t (2011) de fécula, com receitas de US\$ 4,7 milhões e US\$ 5,5 milhões, respectivamente. O maior comprador dos produtos brasileiros são os Estados Unidos da América, seguido por países latino-americanos (Bolívia, Venezuela, Colômbia, Paraguai, Argentina, República Dominicana), Alemanha, Espanha, Portugal e, eventualmente, a Nigéria.

DIVERSIDADE GENÉTICA

O gênero *Manihot* pertence à família Euphorbiaceae, que compreende 222 gêneros e 6.100 espécies, amplamente distribuídas, porém mais diversa em regiões tropicais. As espécies silvestres do gênero *Manihot* representam considerável reserva genética que pode ser utilizada em programas de melhoramento da cultura da mandioca, podendo, por meio de transferência de determinados genes, solucionar problemas ou restrições relevantes para essa cultura.

A diversidade genética da mandioca é o resultado da seleção natural durante a evolução da espécie. Nos distintos ambientes, a seleção resultou em ampla diversidade de clones com adaptação específica a determinados ecossistemas. O resultado foi a criação e manutenção de milhares de variedades nativas e

A polêmica do “pão brasileiro”

A mandioca tem mais de 800 usos. A maior utilização da fécula ocorre nas indústrias de tecidos, papéis, colas, tintas, embutidos de carne, cervejarias, cosméticos, produtos de confeitaria, na indústria petrolífera e em embalagens biodegradáveis, substituindo derivados do petróleo. No Brasil, o Congresso aprovou um projeto de lei em 2007 que previa a incorporação de até 10% de farinha de mandioca na fabricação de pães, biscoitos e massas para economizar nas importações de trigo. O tema gerou muita polêmica pelas suas consequências, inclusive com rica discussão em uma audiência pública na Câmara, em 19/06/2002, e acabou vetado pelo presidente Lula.

crioulas adaptadas às diferentes condições de clima, solo, sistemas de cultivo, incidência de pragas e doenças, além de possuírem características desejáveis para os distintos usos da planta.

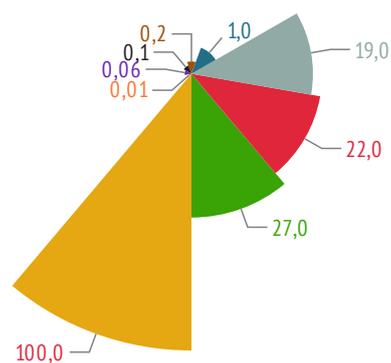
A mandioca é considerada uma planta portadora de grande diversidade genética, o que explicaria sua boa adaptação às distintas regiões ecogeográficas no Brasil e zonas tropicais e subtropicais. A elevada diversidade é atribuída ao fato de ser uma planta alógama, altamente heterozigota, e com ampla segregação na primeira geração. A formação de microcentros de diversidade pode ser atribuída à ocorrência de hibridações constantes entre as espécies e à he-

terogeneidade da topografia de seus habitats, o que tenderia a causar o isolamento de pequenos pools gênicos, levando à especificação. A hibridização natural ocorre entre espécies silvestres de *Manihot*, e entre estas espécies e a mandioca. Barreiras intragenéricas são aparentemente fracas, indicando evolução recente no grupo. Todas as espécies selvagens de *Manihot* já examinadas citogeneticamente apresentaram o mesmo número de cromossomos ($2n = 36$).

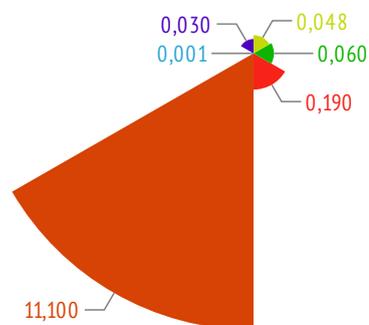
A mandioca pode ser propagada pela via sexuada, fornecendo maior variabilidade pelo alto nível de segregação que as sementes podem apresentar. A propagação usual é a vegetativa, a partir de manivas (estacas). Atualmente, existem técnicas que podem ser aplicadas em programas de biotecnologia no melhoramento genético da cultura, tais como hibridação somática e transformação gênica, entre outras. O êxito dessas técnicas pode ser refletido na produção de plantas com capacidade de expressar a variabilidade genética em diferentes ambientes, criando, desta

forma, indivíduos mais adaptados e produtivos. No gênero *Manihot*, são citadas aproximadamente 98 espécies, sendo três delas mais utilizadas no Brasil: *Manihot dulcis* Pax., com $2n = 36$ cromossomos, denominada vulgarmente mandioca e/ou aipim; *Manihot tweediana* M. Arg Perak, com $2n = 36$, conhecida como mandioca braba; e *Manihot esculenta* Crantz, com $2n = 72$ cromossomos, conhecida vulgarmente por mandioca cultivada.

Nassar, em um trabalho com hibridização interespecífica entre mandioca e espécies silvestres de *Manihot*, demonstrou que, embora em todas as espécies o número haplóide seja $n=18$ cromossomos, foi encontrada incompatibilidade de várias espécies com a *Manihot esculenta*.



Fósforo Potássio Cálcio Magnésio Sódio Zinco
Manganês Ferro Cobre
(mg em 100 g do alimento)



C E B1 B2 B6 A
(mg em 100 g do alimento)



Foto: Bigstock. Alfredo Augusto Cunha Alves

COLEÇÕES DE GERMOPLASMA

Parte considerável da rica diversidade genética da mandioca está preservada em acessos mantidos em diversos bancos de germoplasma e coleções no Brasil (mais de 4.200 acessos), América Latina (mais de 7.500 acessos) e outros países, como Nigéria. Outra forma de conservação de germoplasma de mandioca é *in situ*, ou seja, a manutenção de populações de espécies nativas em seu próprio ambiente natural, onde é possível a continuação de sua evolução natural e adaptação das espécies ao meio. A conservação pode ser realizada em parques nacionais, unidades estaduais ou municipais, reservas biológicas particulares, entre outros locais.

Para plantas propagadas vegetativamente, como é o caso da mandioca, a forma mais utilizada para a conservação de germoplasma é a campo, em locais diferentes aos quais a cultura está mais adaptada, ou seja, fora de seu habitat natural, denominada *ex situ*. Essas coleções são chamadas de ativas, e as instituições mantenedoras são responsáveis por garantir sua diversidade por meio da coleta periódica de recursos genéticos ou pelo intercâmbio com outros bancos de germoplasma, promover sua caracterização por meio de diferentes técnicas e multiplicar e distribuir acessos aos usuários.

Inicialmente, as coleções de germoplasma de mandioca eram mantidas a campo e/ou casas de vegetação,

em vasos, com grande risco de perdas de materiais devido à ocorrência de pragas, doenças e problemas climáticos, entre outros problemas. A maneira tradicional de reprodução da mandioca, por estacas (manivas), era uma constante ameaça para a disseminação involuntária de patógenos causadores de doenças, como vírus e bactérias, além de pragas, como ácaros e insetos, principalmente no caso do intercâmbio internacional de germoplasma. Entre 1980 e 1990, foram perdidos em torno de 60% dos acessos do banco de germoplasma de mandioca mantidos a campo no *National Root Crops Research Institute*, em Umudike, na Nigéria, devido à incidência de pragas e doenças, ocorrência de incêndios e de condições adversas de clima.

As técnicas de cultivo *in vitro*, desenvolvidas a partir da década de 1980, mudaram em definitivo essa situação, dando garantias adicionais a respeito da qualidade sanitária do germoplasma. Na década de 1990, a FAO e o IBPGR publicaram importante documento contendo orientações técnicas para o intercâmbio internacional de germoplasma de mandioca, e assim assegurar a qualidade sanitária do material. As espécies silvestres de *Manihot* estão sendo alvo de maior atenção da pesquisa científica pelo potencial de possuírem características úteis para o melhoramento genético da mandioca, sendo inclusive incorporadas às coleções de germoplasma.

COLEÇÕES INTERNACIONAIS

No sistema global de pesquisa agrícola do *Consultative Group on International Agricultural Research* (CGIAR), o mandato de coordenar as pesquisas em mandioca está a cargo do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), em Cali, Colômbia, incluindo a responsabilidade pela América Latina e Ásia. O *International Institute for Tropical Agriculture* (IITA), outra unidade do CGIAR, em Ibadan, Nigéria, é a instituição responsável pelas ações

no continente africano. O *Bioversity International*, *International Plant Genetic Resources Institute* (ex-IPGRI), com sede em Roma, Itália, é outra unidade do CGIAR cuja finalidade é a conservação da diversidade genética para o bem-estar da humanidade, e tem apoiado programas nacionais e parcerias internacionais para garantir a conservação e o uso sustentável de várias raízes e tubérculos, entre os quais a mandioca.

A principal coleção de germoplasma de *Manihot* é mantida no CIAT, tanto a campo como *in vitro*, e estima-se que ela represente cerca de 75% da diversidade genética da mandioca. Existem também 300 acessos de espécies selvagens de *Manihot*.

A caracterização morfológica e por isoenzimas já foi realizada e a molecular está em andamento. Foi estabelecida uma coleção base de 640 acessos

representativos da diversidade genética. As áreas de pesquisa prioritárias envolvem a padronização de criopreservação como ferramenta de manutenção de germoplasma em longo prazo; a determinação da relação genética entre espécies de *Manihot* para utilização e conservação mais eficientes; caracterização da coleção base para características qualitativas de raiz e amido; e modos seguros de duplicação da coleção base.

O CIAT desenvolveu marcadores moleculares de DNA para caracterizar a diversidade genética da mandioca e assim formular estratégias eficientes de conservação de recursos genéticos e sua utilização. Metodologias de marcadores genéticos estão sendo utilizadas para estudar a estrutura gênica de *Manihot* e a identificação de características de importância para melhoristas. A seleção assistida por marcadores moleculares está sendo ajustada de modo que especialistas possam incorporar essa ferramenta a seus programas de melhoramento e efetuar seleções de maneira mais eficiente. Um protocolo de rotina para a transferência genética de mandioca está sendo desenvolvido, e inicia-se seu uso na pesquisa para modificar características com variabilidade restrita

no germoplasma de mandioca, como por exemplo, qualidade de amido, conteúdo de ácido cianídrico e resistência a determinadas pragas.

O CIAT também é membro-fundador e abriga a rede temática *Cassava Biotechnology Network-CBN*, que congrega indivíduos e instituições envolvidos em pesquisa molecular e bioquímica de mandioca. A rede oportuniza a colaboração de instituições de países desenvolvidos com os demais países para aplicar a pesquisa em biotecnologia na solução de problemas ou restrições no cultivo da mandioca apontados pelos agricultores. Alguns exemplos desse trabalho colaborativo são: (a) saturação do mapa gênico da mandioca usando-se sequências isoladas de outras espécies; (b) mapeamento dos genes envolvidos nos mecanismos de defesa da deterioração pós-colheita; (c) desenvolvimento de genótipos com característica de amido modificado por meio de transferência genética; (d) desenvolvimento de conjunto de microssatélites para caracterização molecular; (e) identificação de genes de características importantes e transformação genética para pragas com fontes de resistência desconhecidas; e (f) micropropagação para a produção de sementes sadias.

O trabalho do *Biodiversity International* com mandioca envolve a avaliação de métodos de conservação complementares e o desenvolvimento de estratégias da utilização de germoplasma em colaboração com o CIAT. Tem como principal objetivo desenvolver ferramentas para selecionar técnicas e metodologias mais adequadas de

conservação com base em aspectos econômicos, sociais e legais.

O IITA mantém coleções de germoplasma de culturas agrícolas importantes para a alimentação humana no continente africano, como mandioca, caupí, milho, soja, banana, inhame e diversos tipos de leguminosas, sendo distribuído para instituições e pessoas interessadas sem restrições. O banco de germoplasma de mandioca possui mais de 2 mil acessos, e a instituição publicou um manual sobre como manter germoplasma de mandioca *in vitro* e como fazer um banco de genes com a cultura. Por meio desse protocolo, o IITA padronizou o processo de cultivo *in vitro* de mandioca e duplicou mais de 2 mil acessos mantidos a campo.

Desde sua fundação, em 1967, o IITA tem cooperado com várias instituições da África subsaariana para o melhoramento de mandioca e a disseminação de variedades melhoradas. Um estudo do impacto das pesquisas do IITA com mandioca em 20 países africanos, que representam mais de 90% da produção da cultura no continente, demonstrou que 206 variedades foram lançadas entre 1970 e 1998 pelos serviços nacionais de pesquisa agrícola, todos originários de germoplasma do IITA. Em 1998, essas variedades ocupavam 22% da área de 9 milhões de hectares cultivados com mandioca, com aumento de 49% acima da produtividade média regional, resultando na produção adicional de 10 milhões de toneladas, equivalente a 2.200 calorias diárias per capita para 14 milhões de pessoas.



COLEÇÕES NO BRASIL

O Programa Brasileiro de Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas, inserido na Rede Nacional de Recursos Genéticos (Renargen), conta com sete Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) de mandioca, localizados em sete ecossistemas brasileiros distintos, que representam a existência de ampla e diversificada base genética para dar

suporte aos trabalhos de melhoramento. Os bancos de germoplasma fizeram parte de vários projetos de pesquisa que visavam conservar a variabilidade genética de germoplasma de espécies silvestres de *Manihot* a partir de uma coleção de trabalho estabelecida na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas, BA, desde

2005, e que possui acessos de aproximadamente 15 espécies silvestres ou híbridos naturais de *Manihot*. A Embrapa Mandioca e Fruticultura também tem investido na conservação in vitro dos acessos pertencentes ao banco de germoplasma de mandioca.

Coleções de germoplasma de mandioca mantidos pela Embrapa no Brasil.

Instituição	Localização	Nº de acessos
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical	Cruz das Almas, BA	1.961
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia	Brasília, DF	2.802 <i>Manihot</i>
Embrapa Semi Árido	789 M. esculenta	789 <i>M. esculenta</i>
Embrapa Cerrados	Petrolina, PE	529
Embrapa Amazônia Oriental	Planaltina, DF	378
Embrapa Amazônia Ocidental	Belém, PA	150
Epagri	Manaus, AM	236
Embrapa Clima Temperado	Urussanga e Jaguaruna, SC	600
	Pelotas, RS	45

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em Campinas, SP, mantém cerca de 400 variedades de mandioca lançadas pela instituição a partir de 1919, quando começou o primeiro programa de melhoramento genético da cultura no Brasil. Outras instituições que atuam com pesquisa agrícola em mandioca no Brasil, como universidades e empresas estaduais de pesquisa, mantêm coleções menores de germoplasma da cultura, originárias de coleções nacionais ou internacionais e de coletas locais.

As coleções de germoplasma mantidas no Brasil consistem predominantemente de variedades locais, agrupadas por descritores morfológicos. As estratégias para organização das coleções de germoplasma no país envolvem vários requerimentos, como ser representante

do táxon cultivado (*Manihot esculenta*), apresentar características agrônomicas superiores, registro completo de dados de passaporte e conhecimento da diversidade biológica e genética da cultura e de seus parentes silvestres. Resultado de estudos interespecíficos entre mandioca e seus parentes silvestres confirma a relação próxima entre *Manihot esculenta* ssp. *esculenta* e *M. esculenta* ssp. *flabellifolia*, bem como a identificação de outras espécies silvestres aparentadas. Os marcadores baseados em PCR indicaram correlação das variedades cultivadas com sua região de origem no Brasil. Concluiu-se que importantes regiões, como Cerrados e Amazônia, estão pobremente representadas nas coleções de germoplasma. As relações entre os acessos baseados em características morfológicas não foram

coerentes com as relações reveladas pelos marcadores RAPD. Segundo os autores, a diversidade genética da coleção brasileira de germoplasma de mandioca não está completamente representada na Coleção de Base Mundial do CIAT.

Pela diversidade e importância do gênero, é vantajoso o estabelecimento de uma coleção nuclear de mandioca para o Brasil. Uma coleção nuclear é um conjunto reduzido de acessos que procura representar a variabilidade genética de uma coleção de germoplasma com o mínimo de duplicação. Com isso, priorizam-se e concentram-se as atividades de caracterização e avaliação, eventualmente facilitando o uso desse germoplasma pelos programas de melhoramento.



Má fama por acaso: o Escândalo da Mandioca

De modo inusitado, a mandioca já esteve no centro do maior escândalo de desvios de recursos públicos em Pernambuco. Entre 1979 e 1981, cerca de R\$ 20 milhões (valores atualizados) foram desviados de modo fraudulento de um programa de incentivo agrícola governamental gerenciado pelo Banco do Brasil, em Floresta-PE, conhecido nacionalmente como Escândalo da Mandioca. O golpe consistia em receber crédito agrícola para cultivo de mandioca, feijão, cebola, melão e melancia por meio de documentos falsos, e não efetuar o pagamento alegando-se que a seca havia destruído as plantações. O procurador Pedro Jorge de Melo e Silva, responsável pelo inquérito policial com 30 volumes e 240 pessoas indicadas, foi assassinado em 3 de março de 1982. O heroísmo e a ética do procurador não foram em vão: em 1999, 14 mil hectares de terras sequestradas dos envolvidos foram entregues para reforma agrária.

Foto: Bigstock. Alfredo Augusto Cunha Alves

MELHORAMENTO

Apesar dos avanços científicos já alcançados no cultivo da mandioca, como lançamento de novas variedades e técnicas aprimoradas de cultivo, manejo, pragas e doenças, a cultura ainda apresenta muitas limitações e problemas que a pesquisa pode resolver ou aprimorar. Entre essas, pode-se citar a alta perecibilidade das raízes na etapa de pós-colheita quando não processadas, aliada às condições inadequadas de transporte e armazenamento em regiões com temperaturas e umidade relativa elevadas; a reprodução por manivas e alta uniformidade genética do material, que tornam a cultura vulnerável a pragas e doenças, além da possibilidade de transmissão de alguns patógenos; o cultivo de certas variedades de mandioca-brava, cujas raízes, quando não cozidas adequadamente, podem causar envenenamento por ácido cianídrico, com paralisia e até óbitos. Assim como para a maior parte do melhoramento genético de plantas de interesse agrícola, os programas devem começar com a coleta e avaliação de uma base genética ampla, seguidos pela produção de novos genótipos recombinantes originários de clones elite selecionados.

No Brasil, o melhoramento genético de mandioca com base em métodos científicos iniciou-se com os trabalhos de Zehntner em 1919, no Estado de São Paulo. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) foi uma das instituições pioneiras em estabelecer um programa de melhoramento de mandioca na década de 1940, que resultou no lançamento de cultivares de grande importância para a agricultura nacional e de outros países. A princípio, o objetivo principal do programa do IAC era avaliar a variabilidade genética dos principais genótipos para selecionar parentais para cruzamentos diretos. Avaliou-se, por exemplo, a recombinação entre genótipos por meio de cruzamentos controlados, seguidos de seleção para produtividade, bom padrão culinário, baixo teor de ácido cianídrico e alto teor de matéria seca, além de resistência às doenças. Como a maior parte desses materiais era largamente cultivada, um objetivo secundário foi avaliar a vulnerabilidade genética dessas cultivares.

Ceballos e colaboradores consideram que o melhoramento genético com base em métodos científicos começou apenas algumas décadas atrás, razão pela qual a divergência entre materiais nativos (landraces) e germoplasma melhorado não é tão ampla quando comparada a outras culturas agrícolas com histórico de melhoramento genético mais extenso. Como resultado, os acessos nativos têm papel mais relevante em mandioca do que em outras culturas. As linhagens parentais são selecionadas com base principalmente em seu desempenho agrônômico, e pouco progresso tem sido observado no uso da capacidade geral de combinação como critério de seleção de parentais. Cruzamentos podem ser realizados por polinização controlada, feita manualmente, para produzir famílias de irmãos completos ou outras em canteiros de polinização cruzada, nos quais a polinização aberta resulta em famílias de meios irmãos.

Para polinização aberta, segue-se um esquema de plantio a campo desenvolvido por Wright para maximizar a frequência de cruzamentos de todas as linhas parentais incorporadas no canteiro. É importante conhecer a capacidade de floração de modo a selecionar um grupo de materiais com florescimento sincronizado. Quando existem diferenças consideráveis no hábito de florescimento, pode ser necessário atrasar o plantio e/ou efetuar poda dos materiais com florescimento mais precoce. Na colheita, as sementes de cada clone são misturadas para formar a família de meios irmãos. Sementes de famílias de irmãos completos podem ser obtidas em canteiros isolados com polinização aberta, onde dois clones são cultivados juntos e um deles é emasculado para ser a planta mãe. Outra alternativa é usar como parental feminino clones de machos esteréis anteriormente identificados.

As sementes botânicas obtidas de diferentes esquemas de cruzamentos podem ser plantadas diretamente a campo, como feito pelo IITA na Nigéria, considerando-se a disponibilidade de irrigação e a prevalência de temperaturas mais altas. No CIAT, as sementes são cultivadas em casas-de-vegetação e as mudas transplantadas para o campo quando atingem

20-25 cm de altura. O sistema radicular de plantas originárias de sementes botânicas e de manivas pode se diferenciar de forma considerável, sendo que as raízes primárias das mudas de sementes botânicas armazenam menores quantidades de amido em comparação com as raízes das manivas. Devido a esse fato, é difícil, senão impossível, fazer correlação da produção de raízes dos clones nos estágios posteriores do processo de avaliação ou seleção com os resultados obtidos de plantas originárias de sementes botânicas. Entretanto, quando as sementes são germinadas em vasos e depois transplantadas, a raiz principal não se desenvolve, e a plântula obtida pode ser similar às plantas originadas das manivas em termos de conformação das raízes tuberosas.

A taxa de multiplicação vegetativa da mandioca é considerada baixa: de uma planta, obtêm-se, em média, de 5 a 10 manivas, embora tal característica seja variável em função do genótipo. Essa situação resulta em um processo demorado, até que seja possível chegar à etapa de avaliações repetidas em várias localidades. Estima-se que se demore de 5 a 6 anos desde que a

semente botânica germine até se alcançar o ciclo de avaliação/seleção nos testes regionais, quando então é possível incluir diferentes localidades. Outra complicação adicional nos programas de melhoramento de mandioca é o número de fatores que podem interferir na a qualidade do material propagativo. Por exemplo, a posição original da maniva em relação à altura do colmo afeta consideravelmente o desempenho da planta. As mudas obtidas da parte intermediária do colmo, em geral, têm melhor desempenho em comparação com aquelas originárias dos extremos. Essa variação no desempenho da planta, dependente do estado fisiológico da muda, resulta em erros experimentais consideráveis e fonte indesejada de variação no processo de avaliação.

Um típico ciclo de seleção de mandioca baseado nos programas de melhoramento do IITA e CIAT, iniciando-se pelo cruzamento de clones elite e terminando na escolha de alguns poucos clones que serão avaliados nos testes regionais em diferentes localidades, está apresentado a seguir:

Ciclo de seleção típico para mandioca, iniciando-se pelo cruzamento de clones elite, com as diferentes etapas do processo de seleção

Ano	Atividade	No. de genótipos	Plantas por genótipo
1	Cruzamentos entre clones elite	Até 100.000	
2	F1: avaliação de mudas de sementes botânicas. Forte seleção para ACMV na África.	100.000a, 17.500c	50.000b, 1
3	Teste de avaliação clonal	2.000-3.000a,b; 1.800c	6-12
4	Teste preliminar de campo	100a, 300b, 1.800c	20-80
5	Teste avançado de campo	25a, 100b, 20-18c	100-500
6	Testes regionais	5-30a,b,c	500-5.000

Números para programas de melhoramento de mandioca conduzidos nas seguintes instituições: a IITA (Ibadan, Nigéria); b CIAT (Cali, Colômbia); c CIAT-Centro de Rayong (Tailândia).

VISÃO DE FUTURO

As raízes de mandioca são a principal fonte de calorias para milhões de pessoas que habitam regiões tropicais. Entretanto, a mandioca é normalmente rica em amido e pobre em proteínas, vitaminas e outros nutrientes essenciais para uma dieta equilibrada. Ao mesmo tempo, sua grande adaptação a distintas condições de solo e clima, incluindo sua produção em condição de falta d'água e solos pobres em nutrientes, faz da mandioca uma cultura agrícola com grande potencial a ser explorado em termos de melhoramento genético.

Devido a sua importância agrícola e social, a mandioca deveria ser uma cultura com alta prioridade para a pesquisa mundial. Pequenos produtores na África produzem mais da metade da mandioca mundial, sendo que é consumida diariamente por mais de 500 milhões no continente. Assim como ocorre com muitas doenças humanas tipicamente tropicais, os principais institutos, universidades e empresas privadas de países desenvolvidos têm pouco interesse em dedicar tempo e recursos para resolver problemas que não são seus. Mesmo quando comparada com outras culturas agrícolas importantes na alimentação mundial, como trigo, milho, arroz e batata, ainda faltam muitas informações básicas sobre a mandioca, principalmente nas áreas de biotecnologia e melhoramento genético. Por essa razão, os centros de pesquisa do *Consultative Group on International Agricultural Research* (CGIAR), consórcio internacional de pesquisa agrícola, com 15 centros em vários países, têm tido papel fundamental no apoio e continuidade da pesquisa em mandioca na África, por meio do IITA, em Ibadan, Nigéria, e CIAT, em Cali, na Colômbia. A Embrapa e outras instituições nacionais também têm continuado o investimento com a cultura, principalmente considerando-se que o Brasil é um dos centros de distribuição de mandioca, além de deter o segundo maior banco de germoplasma de *Manihot* mundial.

O CIAT mantém atualmente 12 projetos de pesquisa em mandioca, com os mais diferentes objetivos, como a obtenção de sementes sintéticas, conservação de germoplasma em longo prazo, identificação de genes de resistência a pragas e doenças, agregação de valor aos produtos originários da mandioca, produção de biocombustível por pequenos produtores.

Em 2012, a *Bill & Melinda Gates Foundation*, fundação norte-americana do bilionário Gates, fundador da Microsoft, e o *Department for International Development*, órgão do governo britânico, anunciaram o início de um projeto de pesquisa para incrementar o melhoramento e a produtividade de mandioca. O projeto de pesquisa, denominado *Next Generation Cassava Breeding*, é coordenado pela Universidade de Cornell, de Ithaca, Estados Unidos, e conta com a participação de cinco instituições, como o *National Crops Resources Research Institute* (NaCRRI), em Uganda; o *National Roots Crops Research Institute* (NRCRI), na Nigéria; o *International Institute of Tropical Agriculture* (IITA), na Nigéria; o *Boyce Thompson Institute for Plant Research* (BTI), da Universidade de Cornell; e o *US Department of Energy Joint Genome Institute*, por meio do *Lawrence Berkeley National Laboratory*, na Califórnia, Estados Unidos. O projeto pretende utilizar as mais atualizadas informações científicas do sequenciamento do genoma da mandioca e disponibilizar aos pesquisadores africanos conhecimento sobre as mais avançadas técnicas de melhoramento de plantas para reduzir o ciclo de geração de novos materiais de dez para seis anos.

Outra área de pesquisa, desenvolvimento e inovação importante para a cultura da mandioca é a identificação de genes responsáveis pela síntese de compostos de interesse na alimentação humana e de aplicações na indústria para a geração de novas variedades com usos específicos. A seleção genética de germoplasma



de mandioca com melhor qualidade nutricional também é de suma importância para todos e particularmente para os países africanos. A pesquisa no desenvolvimento de novas aplicações industriais do amido, fécula e açúcares da mandioca, juntamente com a obtenção de novos subprodutos de alto valor agregado, são outras alternativas para a valorização da cultura. No Brasil, esse trabalho já está em andamento por meio da avaliação e caracterização de variedades de mandiocas açúcaradas (“mandiocabas”), com potencial de produção industrial de xarope de glicose sem a necessidade da hidrólise do amido; amido com variabilidade na proporção amilose/amilopectina; amidos do tipo glicogênio ou do tipo ceroso; bebidas fermentadas; álcool para a indústria de cosméticos; amidos específicos para a indústria siderúrgica; e álcool combustível, entre outras utilidades.

O Brasil também tem muito a contribuir para o progresso do melhoramento mundial da mandioca, por meio da manutenção e ampliação de suas coleções de germoplasma, coletas direcionadas em regiões com alta variabilidade genética, como o Centro-Oeste e a

Amazônia, e caracterização molecular dos acessos. A continuidade dos programas de melhoramento nacionais, em colaboração com outros centros internacionais, também é fundamental para acelerar a obtenção de novas variedades, além de se ter acesso a ferramentas avançadas de biotecnologia. Nesse sentido, as pesquisas realizadas pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia são fundamentais, como a coleta e caracterização de landraces amazônicas de mandioca que apresentam características incomuns, entre as quais plantas com raízes arredondadas, mandiocas açúcaradas, mandiocas com raízes coloridas, com diversidade nos carotenóides acumulados ou então com conteúdo protéico superior às mandiocas de raízes brancas.

A lendária e mítica planta indígena brasileira continua a desafiar a Ciência, que tenta desvendar os mistérios de sua origem e sua evolução e assim assegurar seu futuro como alimento básico de milhões de pessoas nas regiões tropicais.



©iStock.com/Paul_Brighton

Escondidinho de mandioca com carne-seca

Ingredientes

- 1 kg de mandioca cozida
- 250 ml de leite integral
- 100 g de manteiga sem sal
- 350 g de requeijão cremoso
- 500 g de carne-seca cozida e desfiada
- duas cebolas-roxas cortadas em rodela finas
- 50 g de manteiga de garrafa
- 100 g de queijo coalho ralado
- sal e pimenta branca a gosto
- cheiro-verde a gosto

Preparo

Amasse a mandioca com um espremedor de batatas e retire os talos. Junte o leite aos poucos até obter um purê firme. Finalize com a manteiga, pimenta branca e o sal. Reserve. Puxe a carne-seca com a manteiga de garrafa, junte a cebola roxa e finalize com o cheiro-verde. Reserve. Espalhe uma camada fina de purê no fundo de uma assadeira. Distribua o recheio de carne-seca uniformemente. Cubra com o requeijão e por cima o restante do purê. Finalize com o queijo coalho ralado e asse a 200°C até dourar. Sirva com uma salada simples de folhas, tomate e cheiro-verde. Rende seis porções.

Rendimento: 6 porções

Fonte: Chef Rodrigo Oliveira, do restaurante Mocotó



©iStock.com/RichardsFranco

Farofa brasileira

Ingredientes

- 100 g de bacon picado finamente
- 100 g de linguiça calabresa defumada picada
- duas colheres de sopa de manteiga
- uma cebola picada
- três xícaras de chá de farinha de mandioca crua
- sal a gosto
- três colheres de sopa de salsa picada
- dois ovos cozidos

Preparo

Numa panela de tamanho adequado à quantidade, coloque o bacon picado para fritar sem óleo (o bacon já tem sua gordura). Acrescente a calabresa na panela. Quando estiver dourado, junte a manteiga e a cebola picada e refogue por alguns minutos, até que a cebola esteja transparente. Tempere com sal a gosto. Junte a farinha de mandioca e mantenha no fogo, mexendo bem até que a farinha adquira uma coloração típica da farofa (dourada). Um pouco antes de tirar do fogo, junte a salsa e mexa por mais um minuto, com cuidado para não deixar queimar a farinha. Retire do fogo, junte os ovos picados.



©iStock.com/ffolas

Mané Pelado

Ingredientes

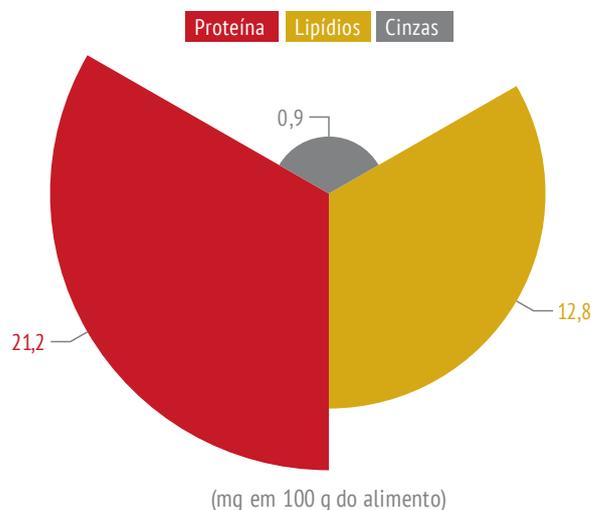
- 500 g de mandioca ralada no ralo grosso
- 300 g de queijo minas curado ralado (ralo grosso) ou queijo de coalho
- 300 g de açúcar
- 4 ovos
- 200 ml de leite de coco (1 garrafinha)
- 1/2 xícara (de chá) de leite
- 100 g de manteiga em temperatura ambiente
- uma colher (chá) de sementes de erva-doce
- manteiga para untar
- açúcar refinado para polvilhar

Preparo

Numa tigela, misture mandioca ralada, queijo minas curado ralado ou queijo coalho, açúcar, ovos, leite de coco, leite, manteiga em temperatura ambiente, sementes de erva-doce. Misture muito bem. Transfira esta massa para uma assadeira retangular (33 cm x 21cm), untada com manteiga e polvilhada com açúcar refinado. Leve para assar em forno preaquecido a 180°C por 1 hora. Deixe amornar para cortar em pedaços



Carne



INTRODUÇÃO DOS BOVINOS NO BRASIL

A utilização de animais domésticos

tem precedentes históricos que fazem deles não só componentes primários indispensáveis ao desenvolvimento e prosperidade do homem, mas também os colocam como elementos proativos do desenvolvimento tecnológico. O continente americano não possuía bovinos, e por isto, os descobridores tiveram de trazê-los. A introdução foi feita com animais provenientes da Península Ibérica e foi realizada por Martim Afonso de Souza, donatário da Capitania de São Vicente, provenientes das Ilhas dos Açores. Depois disso, houve a segunda introdução importante realizada pelo primeiro governador-geral Tomé de Souza, em 1550, com animais trazidos de Cabo Verde.

O gado bovino no início do Brasil colonial representava apoio fundamental à atividade açucareira, não só como animal de trabalho, mas também para fornecer carne, gordura, leite e couro. A roda e o arado, por exemplo, só foram inventados em sociedades que domesticaram animais de tração, e por tal razão esses implementos não existiam nas Américas. A história do Brasil também foi influenciada diretamente por esses animais.

A pecuária teve ainda, durante a história brasileira, papel fundamental na expansão da fronteira agrícola. Franco descreveu a fazenda Casa da Torre como a maior fazenda de criação do Brasil no período do primeiro governador geral, Tomé de Souza. Ela chegou a cobrir 1500 quilômetros de terra à beira do rio São Francisco.

Séculos mais tarde a pecuária de corte foi também responsável, junto com outros fatores políticos, por uma das maiores revoltas deflagradas no Brasil durante o período imperial. A Revolução Farroupilha, como ficou conhecido esse conflito, em muito foi motivada pelos altos tributos pagos pelos fazendeiros sulistas pelo charque (carne salgada curada ao sol) que produziam. Esse alimento, responsável por interligar a economia agropecuária da região Sul com o restante do país, ao encontrar entraves tributários à sua comercialização e, conseqüentemente, encarecendo a produção, tornou esse empreendimento inviável para os produtores da época, que acabaram se rebelando contra o governo.

“A ninguém será possível falar da descoberta, da conquista e do povoamento dos sertões, bem como da maior parte dos municípios e das cidades do nordeste brasileiro, sem se reportar ao papel preponderante que nisso tiveram a Casa da Torre de Garcia d’Ávila. Seus sertanistas e vaqueiros. Tudo começara em 1549, quando “para fundar”, na Bahia “a Capital do Brasil” mandara “o rei D. João III, um dos seus melhores soldados, Tomé de Souza, com 320 homens de armas e 1600 degredados. Entre aqueles, criado do governador, talvez de sua vila natal, São Pedro de Rates, - nome do primeiro curral – destacava-se o moço Garcia D’Ávila, por ele tão estimado que o fez, ao desembarcar, feitor e almoxarife da nova cidade e almoxarife da alfândega”. Aconteceu, porém, que o protegido de Tomé de Souza logo se desinteressou pelos empregos e se inclinou para a criação de gado.

Em 1552 já se estabelecera ao norte de São Salvador, na sua “Torre de São Pedro Rates”, onde possuía mais de duzentas cabeças de gado, fora porcos e éguas.

Construiu, depois, o pioneiro, seu formidável castelo de pedras, assentado sobre a colina que comanda a enseada da tatuapara: era a casa da torre. Desde então e durante três séculos, sua dinastia e de seus associados iria penetrar e desbravar os sertões do Nordeste, com seus vaqueiros e currais” (Fundação Garcia D’Ávila).

No campo do conhecimento e do desenvolvimento científico e tecnológico, à medida que o tempo passa, torna-se mais fácil olhar para trás e ser invadido por uma sensação de superioridade. Os últimos 60 anos foram prósperos no tocante aos avanços do conhecimento e, principalmente, em sua transformação em tecnologias e processos a serviço do bem-estar da sociedade. No entanto, é importante lembrar que o lastro para grande parte desse desenvolvimento repousa em bases teóricas há muito estabelecidas. Assim, vale ressaltar que a criação, a descoberta inicial e a evolução do conhecimento não são qualidades triviais, e poucas pessoas tiveram, têm e certamente terão oportunidade para expressá-las. A essas, sem dúvida, é devida grande parte dos créditos da edificação dos pilares que sustentam as transformações resultantes do uso das tecnologias.

A atitude arraigada do homem a ensinamentos ancestrais que fluem de geração a geração pode ser observada na atividade agropecuária, na qual se verificam ruminantes sendo criados como se fazia na Antiguidade.

Apesar de a introdução dos bovinos no Brasil ter acontecido na primeira metade do século XVI, somente ao final da primeira década do século passado consolida-se a preocupação do meio científico para com o melhoramento genético animal. Nesse período, o país foi alvo de grande esforço governamental representado pela fundação de diversas estações experimentais, cuja finalidade básica era a seleção genética. Assim é que, em Nova Odessa, SP, foi instalado um posto pecuário com o objetivo de selecionar tanto o gado Mocho Nacional quanto o Caracu. Na época, possivelmente em razão dos resultados observados nos produtos oriundos dos cruzamentos entre o gado existente no

Brasil e o gado zebuino de importação recente, cresce a demanda por informações de cruzamentos desse gado com raças europeias.

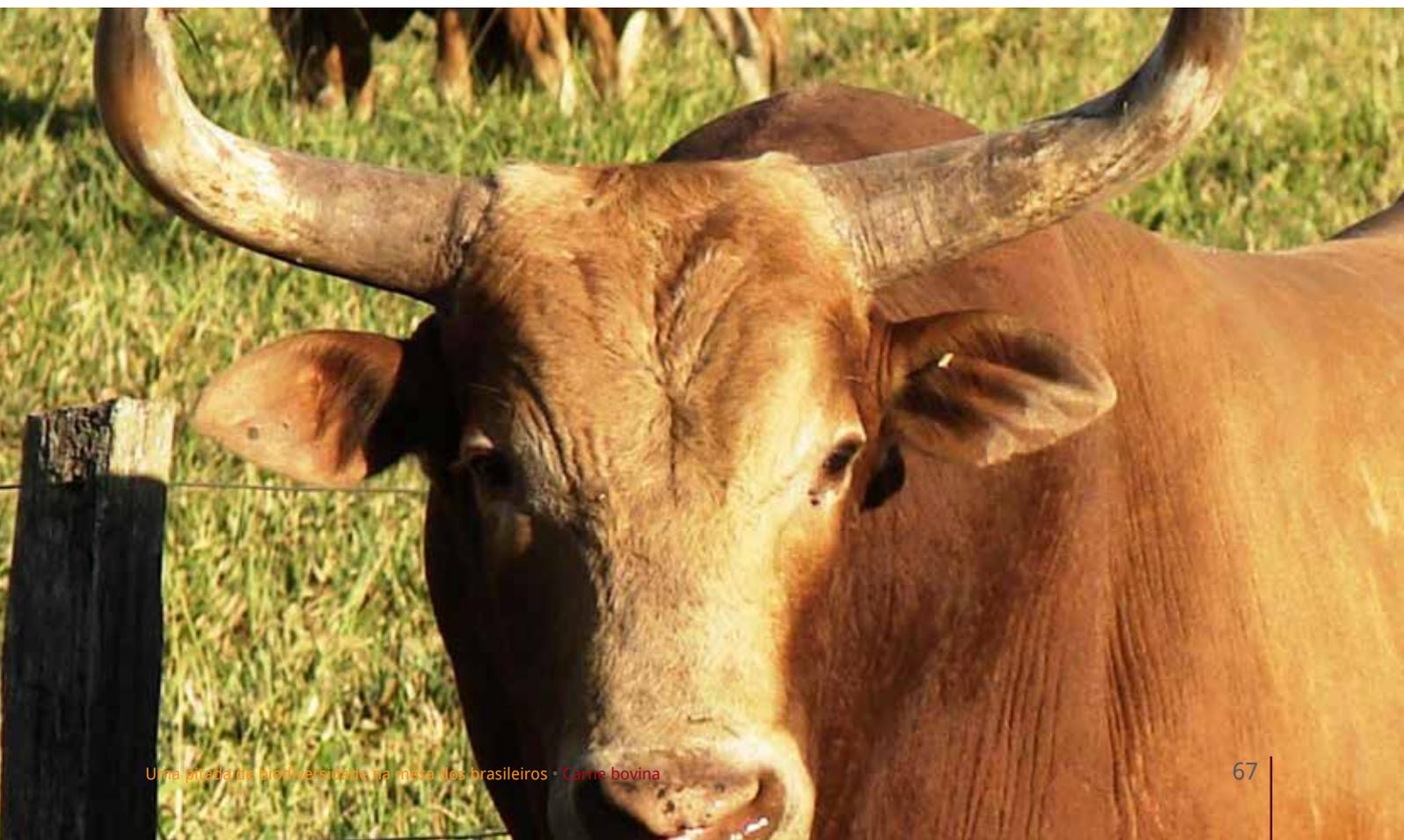
A necessidade de participação do cruzamento no processo de melhoramento genético fez com que o governo do Estado de São Paulo, em 1915, estabelecesse a criação de gado exótico em algumas estações experimentais. Esse trabalho teria, além da função de selecionar as raças mais adaptadas ao meio brasileiro, a de avaliar seus cruzamentos com o gado nacional. Nesse período, em Nova Odessa, além da seleção do Caracu e Mocho Nacional, iniciou-se a criação de Polled Angus, Hereford e Schwytz. Criava-se, ainda, na fazenda Amparo, localizada no Estado de São Paulo, o gado Red Poll.

IMPORTÂNCIA

A pecuária de corte é, para o Brasil, uma atividade de grande importância econômica, e, ao que tudo indica, deverá se fortalecer nessa posição nos próximos anos, consolidando-se tanto como produtora de alimento nobre para o mercado interno, quanto constituindo elemento importante na captação de divisas para o país, por sua inserção no mercado mundial de

carne bovina. No entanto, e apesar disso, os índices zootécnicos, como as taxas de natalidade e de mortalidade (%), a idade e o peso de abate (kg), a taxa de lotação (UA/ha) e o ganho de peso por animal (kg/ano), e índices econômicos, como a produção por área (kg/ha/ano), que caracterizam atualmente essa atividade, estão muito distantes daqueles que poderiam garantir sua competitividade e consequente permanência como empreendimento economicamente atraente.

É desenvolvida em todos os estados brasileiros e possui papel relevante no equilíbrio da balança comercial do país. Na esteira da melhoria da eficiência dos sistemas produtivos observada nos últimos anos, verifica-se tendência de intensificação da atividade, bem como transformação significativa na importância das diferentes regiões produtoras do país, com destaque para o grande crescimento verificado na região Norte, particularmente pelos Estados do Pará e Rondônia. Os grandes motivadores da mudança na geografia de produção de carne bovina no Brasil têm sido o aumento do custo da terra, principalmente pela expansão da área cultivada com soja e milho e pelo incremento na área destinada à cana-de-açúcar.

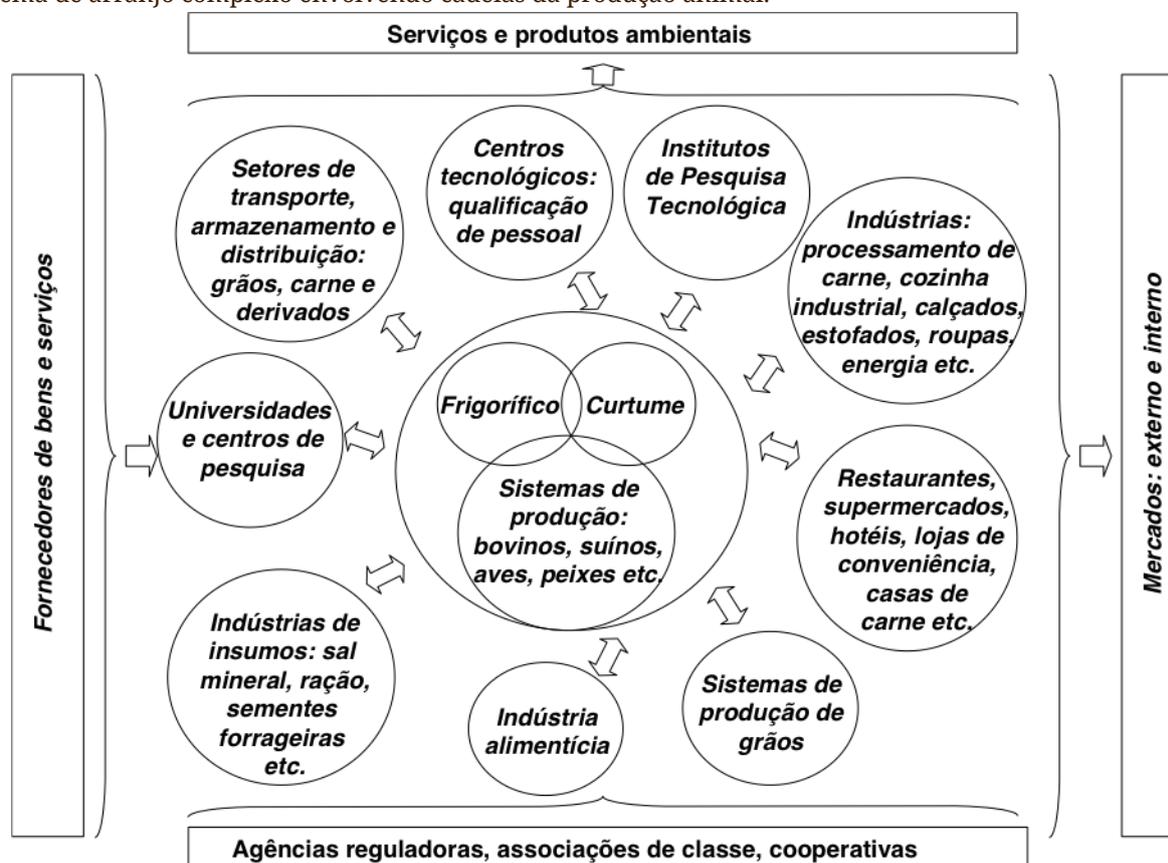


Varição na área de pastagens entre 2001 e 2006, em milhões de hectares.

Unidade da Federação	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Varição
BA	14,49	14,5	14,51	14,47	14,52	14,31	-1,21
GO	19,4	19,12	18,83	18,78	18,85	19,05	-1,8
MT	21,45	20,7	19,95	20,06	20,24	21,5	0,24
MS	21,81	21,54	21,27	21,09	21,47	21,52	-1,32
MG	25,35	25,18	25,01	23,79	24,5	24,37	-3,87
PA	7,46	7,49	7,52	8	8,11	8,39	12,41
PR	6,68	6,11	5,54	5,36	5,52	5,56	-16,71
RS	11,68	11,35	11,01	10,58	11,07	11,26	-3,62
RO	4,42	4,45	4,48	4,53	4,59	4,72	6,81
SP	10,11	9,99	9,88	9,61	9,85	8,78	-13,11
TO	11,08	11,05	11,03	10,98	11,24	11,39	2,78
Brasil	179,2	176,75	174,29	172,7	176,27	176,24	-1,54

Fonte: adaptado de Scot Consultoria (Venâncio, 2007).

Esquema de arranjo complexo envolvendo cadeias da produção animal.



Fonte: Euclides Filho (2006).

A cadeia produtiva da carne engloba vários ramos de negócios, que vão desde a fabricação de ração e o ensino de profissionais qualificados (médicos veterinários, zootecnistas e agrônomos), até empresas de consultoria em sistemas de comércio exterior.

Essa atividade encontra-se inserida em um mercado globalizado no qual o Brasil, nos últimos anos, vem tendo função destacada. A oferta de carne bovina, semelhante ao que ocorre com outros produtos agrícolas, oscila em ciclos temporais seguindo a demanda e a oferta do produto. Nos anos de ciclo de preços ascendentes, há abate de fêmeas resultando em menor número de bezerros nascidos, e conseqüente menor oferta de animais para a engorda e menor oferta de carne. Isto reflete em escassez do produto e aumento do preço. O ciclo seguinte caracteriza-se por retenção de matrizes e crescimento do rebanho. Atualmente, o setor passa por um ciclo de crescimento.

Segundo relatório da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC), a exportação mundial de carne bovina em 2013 (janeiro a novembro) foi superior a 1,37 milhão de toneladas. Nesse montante o Brasil foi responsável pela produção de 1,5 milhão de toneladas, atingindo valor recorde de US\$ 6,6 bilhões. Estudos da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e da *Food and Agriculture Organization* (FAO) das Nações Unidas, projetam para 2016 uma produção de carne bovina da ordem de 76 milhões de toneladas. Nesse ano, de acordo com o *Food and Agricultural Policy Research Institute* (Fapri), as exportações mundiais serão lideradas por Brasil, Austrália, Índia, Nova Zelândia e Argentina, países que concentrarão 93,4% das exportações mundiais desse produto. O Brasil deverá ser o maior exportador, com 2,5 milhões de toneladas métricas.

Uma análise realizada pela ABIEC destacou que os resultados positivos da exportação mundial de carne bovina em 2013 foram fortalecidos pelo aquecimento do mercado asiático que registrou crescimento de vendas e aumento significativo nas exportações para

países como Rússia e Venezuela. A expectativa é que 2014 seja um ano ainda mais positivo para a agropecuária brasileira, pois espera-se que haja crescimento nas exportações de carne. Segundo a ABIEC, houve crescimento de 7,7% do rebanho bovino brasileiro no ano de 2013, em comparação com o ano de 2009, alcançando 208 milhões de cabeças. Os estados que tiveram o maior crescimento no número de cabeças abatidas em comparação entre esses dois anos foram Mato Grosso, Goiás e Rondônia, com aumento aproximado de 45%, 33% e 31%, respectivamente.

O crescimento do setor nos últimos anos refletiu na produção e na exportação de carne bovina, o que resultou em incremento do faturamento e do total exportado.

Bovinos sagrados na Índia.

Na religião Hindu existe a tradição de se evitar o consumo de carne bovina. Segundo essa crença, esses animais representariam a última fase da reencarnação humana. Além disso, as vacas simbolizam a figura matriarcal por possuírem natureza dócil e por fornecer diversos produtos, como leite, couro, carne, entre outros. Já os touros são associados à procriação. Entretanto, vale salientar que esses animais não são considerados verdadeiramente sagrados, como muitos acreditam, apenas evita-se o massacre desses animais.



Mercados mundiais de carne bovina

Balança mundial	Milhões de toneladas			Variação 2011-2010, %
	2009	2010	2011	
Produção	64,9	64,9	65	0,2
Comércio	7,2	7,5	7,7	1,9
Indicadores de oferta e demanda: consumo <i>per capita</i> de alimentos				
Mundial (kg/ano)	41,3	41,9	41,9	0,1
Países industrializados (kg/ano)	78	78,4	78,4	0
Países em desenvolvimento (kg/ano)	31,1	31,8	32	0,5
Índices de preços da carne da FAO (2002-2004=100)			Jan.-maio	Variação jan.-maio 2011- jan.-maio 2010, %
	133	152	175	19,9

Fonte: Adaptado de ANCP (2011)

DIVERSIDADE GENÉTICA

Os bovinos atualmente existentes são oriundos de um ancestral comum denominado *Bos primigenius*, também chamado de Auroque, e do *Bos longifrons* ou Celta de chifres curtos, possuindo hoje duas subespécies: *Bos taurus taurus* (gado *taurino*, de origem europeia) e *Bos taurus indicus* (gado zebuino, de origem asiática). Há no mundo, hoje, cerca de mil raças de bovinos, das quais 250 têm importância pelo número de cabeças existente.

A subespécie *Bos taurus taurus*, representada pelas raças Angus, Hereford, Charolês, Simental, Piemontês, entre diversas outras, é caracterizada por sua alta produção e alta exigência alimentar, razão pela qual não se adaptou bem às condições tropicais, com solos pobres e pastagens normalmente pouco nutritivas. Aliado a esses fatores, essas raças têm dificuldade em se adaptar ao clima tropical (altas temperaturas e umidade relativa elevada), ocorrendo muitas vezes alterações cardíacas e respiratórias nesses animais, o que requer manejo adequado. Por seu potencial, recomenda-se que a sua exploração ocorra em áreas de clima mais ameno e com fornecimento de alimentação com alta qualidade e em abundância. Fora dessas condições há necessidade de atenção especial no manejo ou seu uso em programas de cruzamentos.

Por sua vez, a subespécie *Bos taurus indicus*, em função de sua rusticidade, é mais adaptada às condições tropicais pelo fato de aliar produtividade e adaptação a manejo menos intensivo. Como diferenças morfológicas marcantes entre as duas subespécies, pode-se citar a ausência de cupim no *Bos taurus taurus* e o fato de o *Bos taurus indicus* possuir cabeça mais comprida e estreita em relação ao *Bos taurus taurus*. Por último, vale ressaltar que o *Bos taurus indicus* possui membros mais compridos e musculatura menos aparente.

No Brasil existem, aproximadamente, 60 raças que podem ser exploradas para a produção comercial de carne. As diferenças que caracterizam as diversas raças podem ser morfológicas, fisiológicas ou nos índices zootécnicos, e podem ser oriundas de diferentes pressões de seleção a que foram submetidas durante o processo evolutivo. Assim, cada raça possui características genéticas particulares que se refletem em particularidades fenotípicas tanto para as características que podem ser facilmente visualizadas, tais como pelagem e presença ou ausência de chifres, quanto naquelas relacionadas à adaptação e à produção.

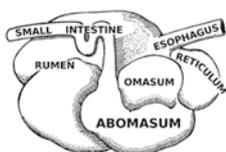
Os cruzamentos entre os indivíduos das duas subespécies são frequentes tanto em programas de melhoramento genético dos rebanhos, quanto em propriedades onde a monta é natural e sem controle.

Esses *híbridos* são muito usados para combinar a produtividade do gado taurino com a rusticidade e adaptabilidade a ambientes tropicais do gado zebu.

A existência dessa diversidade constitui poderoso instrumento para a criação de novas raças ou grupos genéticos, para a criação de raça pura, e ainda para o uso em programas de cruzamento. As ferramentas de genética disponíveis têm sido usadas de forma cada vez mais intensa e têm sido um dos grandes responsáveis pelos avanços em produtividade e em qualidade do produto final que hoje se encontra disponível para os consumidores.

COLEÇÕES DE GERMOPLASMA

Algumas das raças existentes hoje no Brasil são oriundas daquelas introduzidas no início do período de Brasil colônia e que, principalmente, a partir das importações de animais zebu da Índia, passaram a sofrer ameaça de extinção em razão dos cruzamentos indiscriminados. Devido à preocupação com essa perda potencial de material genético, a Embrapa, a partir de 1983, incluiu os bovinos em seu programa de recursos genéticos. Desde então foi possível criar uma rede de recursos genéticos animais no Brasil que envolve diversas unidades da Embrapa, empresas estaduais de pesquisa, universidades e produtores. A conservação vem sendo feita por meio de núcleos de conservação ou pelo armazenamento de sêmen, embriões e de ovócitos. Dentre as raças que estão sendo conservadas em núcleos de conservação, podem ser citados os bovinos Pantaneiro, Curraleiro e Lageano.

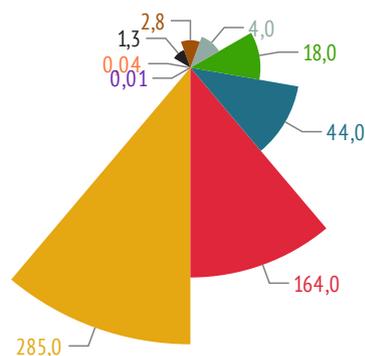


Poligástricos

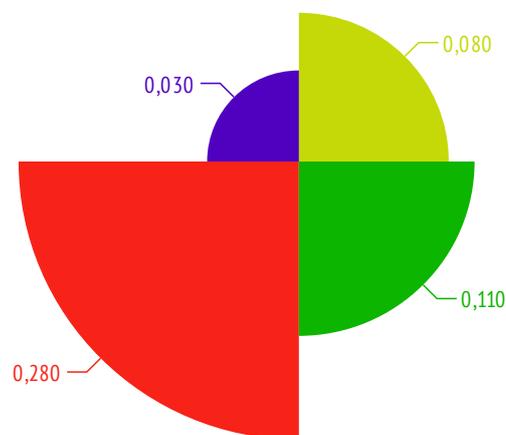
Os bovinos, ao contrário da maioria dos animais, possuem diversos compartimentos gástricos e por isto são denominados poligástricos. Tal característica os torna ruminantes e os induz a estarem sempre mastigando. Seus quatro compartimentos gástricos são rúmen, retículo, omaso e abomaso.

O bovino de 2 milhões de anos

O Auroque que, segundo a New World Encyclopedia (2008), surgiu há dois milhões de anos na Ásia, alcançando a Europa há, aproximadamente, 250 mil anos, possuía 1,7 a 2 m de altura e, sendo domesticado por volta de 6500 anos a.C., deu origem ao bovino moderno. Começou a ser domesticado entre 5000 e 6000 anos atrás, servindo como animal de carga ou fornecendo carne, leite e couro. Era pouco comum criar gado para alimentação. O animal era comido apenas se morresse, ou não fosse mais útil para carga ou para fornecer leite. O último Auroque foi abatido em 1627, próximo à cidade de Varsóvia, na Polônia.



Fósforo Potássio Cálcio Magnésio Sódio Zinco
Manganês Ferro Cobre
(mg em 100 g do alimento)



E B1 B2 B6
(mg em 100 g do alimento)



VISÃO DE FUTURO

A sociedade moderna consolida a percepção de que o alimento pode ser importante componente na manutenção da saúde, da qualidade de vida e do bem-estar. Isto fortalece a demanda por produtos com qualidade comprovada, considerando-se ainda, aspectos como conveniência, acessibilidade, higiene, apresentação e embalagem, funcionalidade e segurança. Tais exigências tenderão a ser recrudescidas com a melhoria do nível de educação, com a melhoria da renda e com o maior grau de informação. Além dessas exigências, as demandas relacionadas com o consumo de alimentos serão fortemente influenciadas por outros fatores, podendo-se destacar: a) a taxa de crescimento da população; b) a estrutura e o tamanho da família; c) o nível de educação; d) a estrutura de emprego; e) o nível de renda e a sua distribuição; e f) os aspectos étnicos.

Além das dificuldades e oportunidades impostas pela globalização da economia e pelas questões ambientais, devem-se somar outras grandes transformações que, sendo reflexos desse mesmo fenômeno, devem influenciar áreas tão diversas como mudanças no comportamento dos consumidores e no requerimento de qualidade da mão de obra, especialmente na forma e nível gerenciais (haverá necessidade de se estabelecerem processos de compra, de controle de estoque, de controle de resultados, enfim, processos semelhantes à indústria).

O envelhecimento da população brasileira nos próximos anos também deverá ter reflexos profundos na economia nacional, influenciando, em particular, o setor agrícola pela demanda por alimentação de boa qualidade, ou seja, alimentos capazes de atender às exigências de organismos com requerimentos específicos que podem ser atendidas diretamente pela alimentação, evitando-se o uso de suplementação alimentar de qualquer espécie.

Outro aspecto relevante a exigir modificações da cadeia produtiva, como um todo, e dos sistemas de produção, em particular, diz respeito a mudanças de hábitos alimentares. Nesse contexto, cresce em importância a preocupação com a saúde alimentar, com reflexos diretos na qualidade da carne produzida.

Assim, o uso de produtos que deixam resíduos na carne sofrerá cada vez mais controle. Essa exigência vem sendo reforçada pelo aumento da consciência do consumidor sobre os males de uma alimentação inadequada, principalmente pela ingestão de compostos prejudiciais à saúde. Nesse particular, vale ressaltar os trabalhos que recentemente vêm enaltecendo os aspectos positivos da carne bovina. Nesse contexto, podem-se citar os resultados obtidos pela Universidade de Campinas, referentes aos níveis de colesterol no sangue.



Associado a isso, expande-se o processo de mudança que já vem ocorrendo na composição da força de trabalho da família. Cada vez mais, não só as mulheres, mas também os filhos estão participando do mercado de trabalho. Assim, é de se esperar o estabelecimento do hábito de se alimentar fora de casa, e consequente aumento na demanda por alimentos semiprontos e entrega de comida pronta. Vários cenários desenvolvidos e analisados nos últimos anos dão suporte à expectativa de crescimento dessa atividade no mercado nacional e, principalmente, a inserção do Brasil no mercado mundial da carne bovina. No ano 2020, mais de 80% da população brasileira estarão vivendo em área urbana. Isso representará pressões adicionais por aumento de eficiência do setor agrícola como um todo e, em particular, do setor de produção de carne bovina, principalmente pelo fato de o consumo desse produto apresentar uma relação direta com o poder aquisitivo do consumidor.

A abertura de mercado, ao aproximar as economias de diferentes partes do mundo, possibilitou não só a entrada de produtos oriundos dos mais diversos países, mas também passou a exigir, dos vários setores da economia nacional, maior competitividade como requisito para sua sobrevivência.

Em meio ao caos provocado por toda essa turbulência, a pecuária de corte brasileira tem procurado se estabelecer em novos patamares. Para isso, vem se transformando e se alicerçando, cada vez mais, em tecnologia. Nesse contexto, é que o setor afasta-se, inexoravelmente, daquele empreendimento extrativista, e aproxima-se, em maior ou menor grau, da intensificação total. Nessas condições, ainda segundo este autor, aumenta-se o risco e diminui-se a margem de lucro. Dessa forma, qualquer tomada de decisão tem de ser muito bem avaliada. Outro aspecto de extrema importância nesse novo cenário, e que tem influência direta nos sistemas produtivos, é a preocupação com a sustentabilidade.

A falta de comprometimento com os recursos naturais, que sempre foi parte inerente dessa atividade, muito contribuiu, e ainda contribui, para o desequilíbrio planta-solo-animal, com consequências desastrosas para o meio ambiente e para a própria atividade. Nesse aspecto, vale ressaltar a importância que vem sendo dada, pelos países ricos, à questão da preservação do meio ambiente, ao bem-estar animal e à qualidade de vida. Assim, a não adequação dos sistemas a essa nova realidade acarretará perdas de espaços atuais de competitividade e resultará em maiores dificuldades para se estabelecerem novos mercados.



©iStock.com/Dirk Richter

Rabada light

Ingredientes

- 1½ kg de rabada limpa de toda a gordura
- 1 kg de tomates maduros
- uma cebola grande
- 5 dentes de alho
- um pimentão verde
- um maço de cheiro-verde (salsa e cebolinha)
- uma colher (de café) de açúcar
- sal e pimenta a gosto
- tempero chimichurri a gosto

Modo de preparo

Junte todos os ingredientes em uma panela de pressão. Os tomates devem ser partidos ao meio, a cebola partida em quatro, os dentes de alho inteiros, o pimentão partido ao meio, sem sementes, e o cheiro-verde pode ser cortado grosseiramente. Adicione o açúcar, cozinhando esses ingredientes até que comecem a se desmanchar. Bata tudo no liquidificador, acrescente o chimichurri, o sal, e a pimenta a gosto. Volte o molho assim obtido para a panela de pressão. Escalde a rabada em água bem quente, escorra e coloque-a para cozinhar no molho pelo tempo necessário.

Obs. Acompanhar com purê de mandioquinha-salsa.

Bolo de carne moída

Ingredientes

- 1 kg de carne moída
- 4 colheres de farinha de rosca
- 200 g de presunto
- 200 g de queijo muçarela em fatias
- uma xícara de azeitonas picadas

Modo de preparo

Misture a carne e a farinha de rosca. Se a mistura ficar muito mole, acrescente um pouco mais de farinha de rosca. Estenda a massa sobre papel alumínio em forma de retângulo e espalhe o presunto e o queijo sobre a massa. Coloque os dois últimos ingredientes ao longo do maior comprimento. Não os coloque no centro e sim, em uma das extremidades. Enrole o papel alumínio e coloque no forno médio por, aproximadamente, 30 minutos. Após esse tempo, retire o papel alumínio e deixe dourar.



©iStock.com/Don_Pomidor

Vaca atolada

Ingredientes

- 3 kg de costelas, magras, cortadas em pedaços de, aproximadamente, 6 centímetros
- 3 dentes de alho amassados
- uma cebola grande bem picada
- uma colher (de sopa) de sal
- duas colheres (de sopa) de suco de limão
- uma folha de louro bem picada
- 4 colheres (de sopa) de óleo
- 10 xícaras de água quente
- 1 kg de mandioca sem casca e cortada em pedaços
- pimenta-malagueta amassada, a gosto
- duas cebolas grandes cortadas em rodelas

Modo de preparo

Coloque as costelas em uma tigela e tempere com o alho, a cebola picada, o sal, suco de limão e o louro. Deixe descansar por algumas horas, ou até o dia seguinte. Utilizando-se de uma panela grande, aqueça o óleo em fogo alto. Junte as costelas e frite-as, virando sempre, até ficarem bem douradas. Aos poucos, acrescente a água quente e cozinhe, mexendo de vez em quando, até as costelas ficarem macias. Acrescente os pedaços de mandioca e cozinhe, virando regularmente, até ficarem macios. Verifique o tempero e acrescente sal, se quiser, e a pimenta-malagueta. Cubra as costelas e a mandioca com as rodelas de cebola, tampe a panela e cozinhe por mais alguns minutos, somente até as cebolas ficarem macias. Tire do fogo.

Em uma travessa grande, coloque as costelas, cubra com a mandioca e, por cima, distribua a cebola. Sirva imediatamente.



©iStock.com/greggr

Contrafilé grelhado

Ingredientes

- 3 colheres de sopa de azeite de oliva
- 4 a 5 dentes de alho picadinhos
- uma xícara de cebola picada
- sal e pimenta-do-reino a gosto
- 2 kg de contrafilé cortado em uma só peça, com cerca de 5 cm de espessura

Modo de preparo

Em uma panelinha antiaderente, derrame o azeite e leve ao fogo brando até aquecer. Junte o alho picado e deixe cozinhar por 5 minutos ou até ficar macio. Adicione a cebola, aumente o fogo e continue a cozinhar por 5 minutos ou até dourar. Acrescente o sal e a pimenta, misture, retire do fogo e deixe esfriar.

Neste ínterim, prepare a grelha acendendo o carvão para formar as brasas. Corte o contrafilé longitudinalmente, ao meio, sem separar completamente as metades. Espalhe a mistura de alho e cebola pela abertura da carne como se fosse um grande sanduíche. Feche a carne novamente e prenda as laterais com palitos de madeira para o recheio não escapar. Coloque a carne na grelha por cerca de 15 minutos, vire-a do outro lado e continue a assar até atingir o ponto desejado. Retire os palitos, fatie e sirva o contrafilé.



Filé ao molho de mostarda com purê de cenouras

Ingredientes

- 200 g de filé mignon
- duas cenouras grandes
- 50 g de farinha de trigo
- duas colheres de sopa de óleo de oliva
- um cálice de vinho branco seco
- uma colher de sobremesa de manteiga
- alecrim triturado
- mostarda em grãos
- uma colher de chá de mostarda
- um copo pequeno de creme de leite
- sal

• Modo de preparo

Salgue e passe farinha no pedaço de filé e doure-o na panela com óleo de oliva por três minutos, em fogo moderado. Depois disso, tire o óleo, mantenha a carne na panela e flambe a carne com vinho branco seco. Em seguida, adicione a manteiga, o alecrim, a mostarda em grão, a mostarda e o creme de leite. Deixe o molho ficar cremoso e sirva.

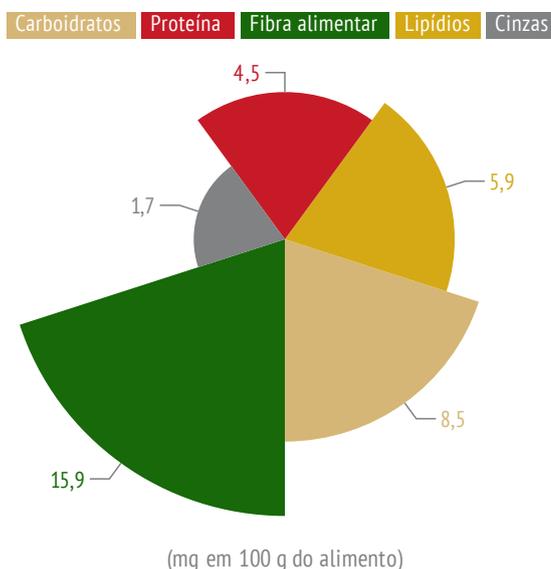
Obs.: Porção para uma pessoa

Purê de cenouras

Cozinhe duas cenouras em rodelas, amasse-as, junte a manteiga, o creme de leite e o queijo parmesão. Esquente rapidamente na hora de servir.



Pimentas



“Quem quiser vatapá
o que precisa fazer...
bota castanha de caju
um bocadinho mais
pimenta-malagueta
um bocadinho mais...”

Vatapá
Dorival Caymmi

Como resistir a este tempero tão brasileiro e tradicionalmente importante na culinária de norte a sul do país? É impossível, por exemplo, não associar a culinária baiana à pimenta malagueta, cantada em músicas de Dorival Caymmi.

No Norte, as pimentas-de-cheiro murupi, olho-de-ganso ou peixe-boi não podem faltar nos molhos do tacacá e do tucupí; a pimenta agrega, além do ardor, aroma e sabor. Mas a culinária da região Sudeste não fica de fora, e a pimenta-malagueta também é perfeita para dar mais sabor à feijoada. Sem falar na pimenta dedo-de-moça, presente em molhos e geleias, e também temperando massas, cozidos e outros pratos. As pimentas *Capsicum* não se destacam apenas pelo seu ardor característico, como muitos pensam, mas também pelo sabor, aroma e ainda cor que agregam aos alimentos.

No Brasil, a pimenta é um tempero de gosto muito popular: qual o botequim ou restaurante simples que não tem no seu balcão ou em cada mesa um frasco de molho de pimenta vermelha? Alguns brasileiros acreditam que este tempero não cabe em mesas requintadas e ainda no preparo de pratos mais elaborados. Essa visão está sendo mudada aos poucos, pois são muitas as opções de uso das pimentas na culinária, associadas aos inúmeros tipos disponíveis no mercado. O resgate e uma nova leitura da culinária tradicional e regional brasileira por grandes chefes de cozinha estão ajudando a mudar esse panorama e, quem sabe, conquistar um lugar de destaque para as pimentas *Capsicum* na gastronomia brasileira.

A diversidade de pimentas no Brasil é muito grande e temos pimentas para todos os gostos e paladares, de doces a muito picantes, com diferentes cores, formatos e tamanhos. E cada região do país tem seu tipo preferido, com exceção da pimenta-malagueta, conhecida e consumida em praticamente todo o país. Na região Norte as pimentas-de-cheiro, murupi, cumari-do-pará, peixe-boi, olho-de-ganso e murici, entre outras pimentas saborosas e aromáticas, são as preferidas. No Nordeste, a malagueta impera, enquanto no Sudeste as mais comuns são as pimentas dedo-de-moça, cambuci (chapéu-de-frade), e cumari verdadeira, também conhecida como pimenta-de-passarinho. Na região Centro-Oeste destacam-se as pimentas-de-cheiro, bode, cumari-do-pará e fidalga. A região Sul é a que menos usa as pimentas *Capsicum* em sua culinária, mesmo assim encontramos produtores de pimenta dedo-de-moça e chifre-de-veado, usadas principalmente para a produção de pimenta chamada calabresa (pimenta desidratada em flocos).

DE ONDE VÊM AS PIMENTAS *CAPSICUM*?

Antes do descobrimento das Américas e do Brasil, os povos indígenas que aqui viviam já faziam uso da pimenta *Capsicum* para realçar o sabor dos alimentos e preservá-los, uma vez que ainda não conheciam o sal. Mas o uso das pimentas não se restringia à alimentação apenas, também eram usadas como remédio para vários males, em rituais religiosos, e ainda como defesa contra os inimigos.

As pimentas *Capsicum* spp. foram domesticadas pelo homem americano há milhares de anos. Nas cavernas de Guitarrero e Pachamachay, no Peru, há registros arqueológicos de restos de *Capsicum* de 8600 – 8000 anos a.C. No vale de Tehuacáan, no México, foram encontrados restos de *Capsicum* que datam de 6500 – 5500 anos a. C. Existem ainda outros registros arqueológicos que demonstram seu uso no Peru antigo, por exemplo, nas tumbas do complexo arqueológico de Huaca Prieta (2500 a.C.), no vale de Chicama.

De acordo com vários paleobotânicos e cientistas, o centro de origem das pimentas é o alto Peru, região que inclui a bacia do lago Titicaca e que hoje pertence à Bolívia. Dessa zona, graças às correntes dos rios e às aves migratórias, as pimentas conquistaram o resto da América do Sul e Central.

COMO AS PIMENTAS GANHARAM O MUNDO

Quando o genovês Cristovão Colombo chegou à América, em 1492, uma planta de fruto picante chamou sua atenção, e o fez acreditar que era uma espécie de pimenta desconhecida na Europa. Escreveu então em seu diário de viagem, em 15 de janeiro de 1493: “*Há muito aqui, que é sua pimenta, e todos não comem sem ela, que são muito saudáveis*”.

Na Espanha daquela época, condimentos com forte aroma, como a pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), a canela, e o cravo escasseavam. Por isso, a rainha Isabel de Espanha havia encarregado Colombo de conseguir novas especiarias das Índias. Foi em sua segunda viagem, em 1494, que ele cumpriu tal pedido e levou sementes de *Capsicum*. Apesar de haver certa restrição por parte das classes sociais altas da Europa por condimentos que provinham das colônias americanas, a pimenta *Capsicum* teve melhor sorte e rapidamente invadiu a mesa colonial. Assim, pratos típicos da culinária espanhola, como o cozido, começaram a incluí-la em sua preparação.

Pioneirismo

Barbara Pickersgill, grande especialista do gênero *Capsicum*, sugere que as pimentas eram utilizadas pelo homem antes do advento da agricultura, e que *Capsicum*, juntamente com o feijão e algumas cucurbitáceas (abóbora, pepino etc.), foram as primeiras plantas cultivadas no Novo Mundo.

Quando os portugueses aportaram no Brasil, em 1500, também buscavam soluções para o acesso às plantações de pimenta-do-reino nas Índias, uma vez que a rota mediterrânea estava bloqueada pelos turcos. Assim como os navegadores espanhóis, os portugueses depararam-se com uma grandiosa



Castigos picantes

diversidade de espécies vegetais, que enriqueceram seus relatórios de viagem e chamaram a atenção de botânicos de todo o mundo.

A *Carta de Achamento do Brasil*, escrita por Pero Vaz de Caminha ao rei de Portugal D. Manuel I logo após o Descobrimento, descreve sucintamente alguns animais e plantas locais. Registros mais detalhados da biodiversidade brasileira foram feitos posteriormente por outros aventureiros e exploradores, como o alemão Hans Staden em sua obra *Viagem ao Brasil* de 1557. Hans Staden ficou no Brasil no período de 1547 a 1555, entre tribos brasileiras (por pouco não foi comido num ritual antropofágico por índios tupinambás), e descreve pimentas no capítulo XXXVII de seu livro – *Como crescem o algodão e a pimenta do Brasil, e também algumas outras raízes mais, que os selvagens plantam para comer*:

A pimenta da terra é de duas qualidades, uma amarela e outra vermelha, mas ambas crescem da mesma maneira. Enquanto verdes, são como fructo de roseira de espinhos; são pequenos arbustos mais ou menos de meia braça de alto e tem florinhas. Ficam muito carregados de pimentas, das que ardem na boca. Quando maduras, colhem-nas e seccam-nas ao sol. Ha tambem uma especie de pimenta miúda, não muito diferente da já mencionada, e que seccam do mesmo modo.

Em seu livro, além de descrever com precisão as pimentas *Capsicum* existentes no país recém-descoberto, Staden cita sua importância como arma de guerra (capítulo XXVII – *Qual é o seu armamento de guerra*) e como tempero de alimentos (capítulo XI – *Como cozinham a comida*) consumidos pelos indígenas brasileiros (provavelmente a primeira receita brasileira que leva pimenta):

Os incas foram executores severos de castigos lentos e sentenças de morte, e para isso utilizavam-se das pimentas. Inimigos, adúlteros e infratores eram amarrados de cabeça para baixo sobre uma fogueira alimentada com pimentas secas. A fumaça cáustica, densa e picante cegava, dificultava a respiração e muitas vezes chegava a provocar asfixia no sentenciado.

Quando cozinham alguma coisa, seja peixe ou carne, põem-lhe em geral pimenta verde, e, quando está mais ou menos bem cozida, tiram-na do caldo e a reduzem a uma sopa rala a que chamam mingáu e que bebem em cascas de purungas (cabaças), que servem de vasilhas.

Enquanto os europeus preocupavam-se principalmente com o efeito conservante da pimenta-do-reino sobre as carnes, logo aprenderam com os indígenas que as pimentas *Capsicum* eram usadas para realçar o sabor dos alimentos.

Os espanhóis, assim como os navegadores portugueses e os povos transportados em suas embarcações, foram os mais importantes dispersores das pimentas pelo mundo. No período de 1492 a 1600, as rotas de navegação permitiram que as pimentas ganhassem o mundo. Algumas dessas rotas ligavam o Brasil (Bahia e Pernambuco) a Portugal e à costa africana de Angola. Em meados do século XVI, uma variedade de pimenta chamada “pernambuco” era conhecida em Goa (Índia), em forte indicativo de sua origem.

Cerca de 500 anos após a descoberta do Novo Mundo, as pimentas *Capsicum* passaram a ser consumidas por povos de todos os continentes, e hoje dominam o mercado mundial de especiarias picantes. E no Brasil não foi diferente. O uso desse condimento na culinária brasileira contemporânea deve-se principalmente aos índios brasileiros e também aos africanos que aqui chegaram após o Descobrimento, e passaram a consumir pimenta em abundância.

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A partir do século XVI, o cultivo de pimentas doces ou picantes, de polpa grossa ou delgada, como especiaria ou hortaliça, estendeu-se por todo o mundo. Atualmente, poucas espécies têm uso tão universal quanto as pimentas do gênero *Capsicum*.



Em 2010, cerca de 3,8 milhões de hectares foram cultivados com pimentas e pimentões no mundo, com produção total de 30,6 milhões de toneladas.

No início do século XVI, o cronista jesuíta José de Acosta descreve que o *aji*⁸, chamado na Espanha de *guindilla*, difundiu-se rapidamente devido ao seu sabor picante e capacidade de realçar o sabor dos alimentos. A presença espanhola nas Filipinas é a possível origem do extenso uso da pimenta na Ásia, tão fortemente incorporada à cozinha chinesa, coreana e tailandesa, conhecidas por suas receitas bem picantes. China e Índia cultivam cerca de 1400000

hectares de *Capsicum* por ano; e os tailandeses e sul-coreanos, tidos como os maiores consumidores de pimenta do mundo, consomem de 5 a 8 gramas de pimenta por pessoa, diariamente. O *caril* ou *curry*, muito utilizado no preparo de pratos da culinária indiana e tailandesa, é uma mistura de diversos condimentos (açafraão, cardamomo, coentro, gengibre, noz-moscada, cravo, canela etc), dentre os quais desponta a pimenta *Capsicum*.

As pimentas também se difundiram na África, tanto no interior do continente como na região do Mediterrâneo africano, graças principalmente aos navegadores portugueses. Em 2010, Egito, Nigéria, Argélia, Gana, Marrocos, Tunísia e Etiópia ficaram entre os 20 principais produtores mundiais de pimenta e pimentão desidratados. A *harissa*, purê feita à base de pimentas vermelhas secas, é o principal condimento da culinária tunisiana.

Curando vários males

Entre as inúmeras citações sobre o emprego de pimentas *Capsicum* no tratamento de doenças dos antigos povos ameríndios, destacam-se as seguintes: alívio de dor de dente, pela pressão de uma pimenta no local dolorido; pimenta amarela com mel, para tosse; pimenta cozida com sal, para aftas; mistura de pimenta tostada, chocolate e água, para indução de parto atrasado; remédio para tuberculose, hemorroida, enjoo, diarreia, dor de ouvido e problemas do trato digestivo.

A capsaicina extraída de pimentas *Capsicum* tem sido largamente utilizada na medicina natural devido a suas propriedades carminativas, estimulantes e digestivas.

As pimentas *Capsicum* são ainda utilizadas pela indústria farmacêutica na composição de pomadas para o tratamento de artrite, para dores musculares, para tratamento de herpes e ainda em anestésicos. Um exemplo bem conhecido é o emplastro poroso “Sabiá”, que possui extrato de *Capsicum* como principal ingrediente para o alívio da dor. Pesquisas apontam que a capsaicina da pimenta reage com uma substância química do cérebro denominada “substância P”, que está diretamente ligada à transmissão da dor, neutralizando-a e conseqüentemente, agindo contra seu efeito.

A partir das primeiras variedades de pimentas introduzidas na Europa, novos tipos de pimenta e pimentão se desenvolveram, como por exemplo o tipo *morrón de conserva*⁹ na Espanha. E ainda os tipos de pimenta para páprica¹⁰ da Europa Central, condimento que hoje é a base da cozinha húngara.

Em 2009, a Índia, a China e o Peru foram os principais exportadores de pimentas e pimentões secos, e o Brasil ocupou o oitavo lugar no *ranking* mundial de exportadores em volume exportado (8600 t). Os principais importadores de pimenta e pimentão secos são os Estados Unidos, a Europa e o Japão.

No Brasil, existe grande dificuldade de obter dados estatísticos confiáveis de pimenta porque a produção é dispersa e desorganizada. As pimentas são cultivadas em todos os estados da federação, principalmente Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul, totalizando uma área estimada de 5 mil hectares e produção de cerca de 75 mil toneladas.

8 Aji - palavra usada para designar pimenta em países da América do Sul.

9 Morrón de conserva é um tipo de pimentão espanhol de polpa grossa e coloração vermelha, cordiforme, usado para conserva de frutos sem pele.

10 Páprica - pó vermelho obtido da moagem de pimenta e pimentão desidratados, usado principalmente como corante natural pela indústria de alimentos.

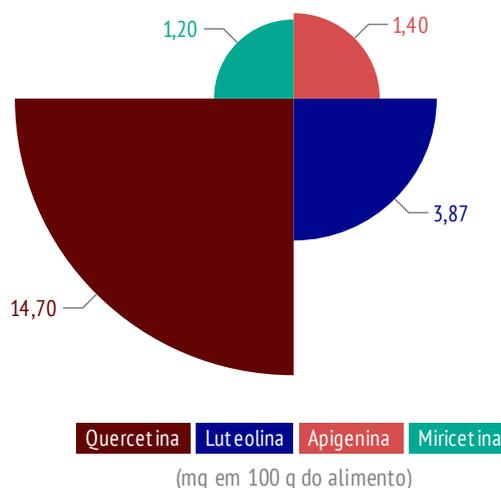
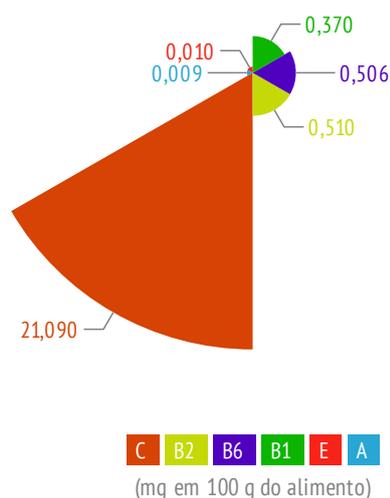
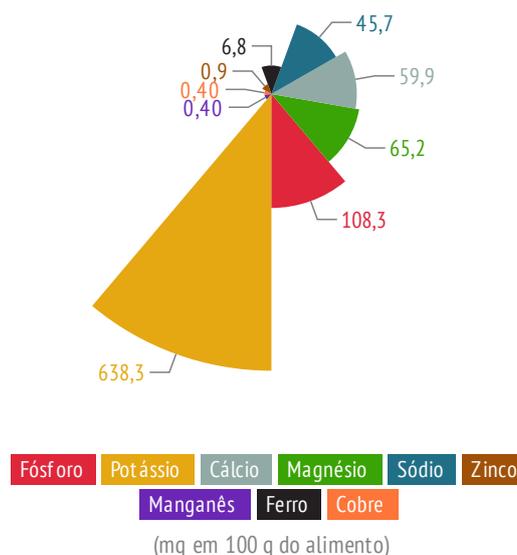
POR QUE AS PIMENTAS ARDEM?

O fascínio exercido pelas pimentas nos seus admiradores pode ser explicado pela sensação de prazer que a ingestão desse condimento proporciona ao organismo após o ardor ou “queimação” sentida na boca. O ardor é provocado por alcalóides denominados capsaicinóides, exclusivos das pimentas do gênero *Capsicum*. Dos 14 capsaicinóides identificados, a capsaicina, a dihidrocapsaicina e a nordihidrocapsaicina são os que ocorrem em maior quantidade nos frutos de pimenta.

A capsaicina, além de ser o mais abundante dos capsaicinóides, é o componente mais picante das pimentas *Capsicum*. Quando a capsaicina entra em contato com terminações nervosas da língua, ou ainda, com a membrana da mucosa da boca, desencadeia um sinal de dor que é transmitido de uma célula nervosa para outra até chegar ao cérebro. A mensagem recebida é de queimadura, exatamente a mesma provocada por fogo. Para normalizar a temperatura do corpo, o cérebro reage dilatando os vasos sanguíneos, acelerando o ritmo cardíaco, aumentando a sudorese e liberando endorfinas. Essas substâncias têm a função de eliminar a dor e provocam uma sensação de euforia e bem-estar. Por isso muitas pessoas sentem-se atraídas para comer pimentas.

Os capsaicinóides são produzidos em glândulas localizadas na placenta do fruto, local onde as sementes encontram-se aderidas. O nível de pungência dos frutos é expresso por uma escala de análise sensorial conhecida como SHU (*Scoville Heat Units* ou Unidades de Calor Scoville) em homenagem ao seu idealizador Wilbur Scoville. Os valores variam de zero (pimentão e pimentas-doces) a cerca de dois milhões SHU (variedade Trinidad Moruga Scorpion).

Fatores ambientais influenciam o nível de pungência dos frutos de pimentas, mas o componente genético é o fator determinante desta característica. Há grande variação de pungência entre as diferentes espécies de *Capsicum*, assim como entre variedades dentro da mesma espécie.



A espécie *C. chinense* destaca-se por abranger pimentas suaves e doces, como a pimenta-de-cheiro e a pimenta biquinho, e também as recordistas brasileiras em pungência, como as pimentas murupi e cumari-do-pará (em torno de 300000 SHU). As recordistas mundiais em pungência também pertencem a essa espécie: Habanero Red Savina, a pimenta Bhut Jolokia e a mais recente recordista em pungência, Trinidad Moruga Scorpion.

Embora se acredite que condimentos muito picantes como as pimentas possam ser agressivos ao trato gastrointestinal, não há registros de alta incidência de úlceras e disfunções hepáticas entre consumidores de países como Tailândia e Coreia, conhecidos pelo grande consumo de pimentas com altos teores de capsaicinóides.

As pimentas *Capsicum* spp. são ricas fontes das vitaminas C e E. O conteúdo de ácido ascórbico (vitamina C) encontrado nas pimentas varia de 52mg/100g a 134mg/100g de fruto fresco. A ingestão de vitamina C recomendada para suprir as necessidades diárias de um indivíduo é de 60 mg ao dia, quantidade que pode ser obtida consumindo-se 100 gramas de pimentas frescas. O ácido ascórbico é um composto solúvel em água que desaparece durante a desidratação dos frutos ou, ainda, é reduzido em cerca de 60% no cozimento.

Os frutos de pimentas e pimentões também são ricos em tocoferóis, que são fontes de vitamina E. O pó dos frutos vermelhos de *Capsicum* contém níveis de alfatocoferol semelhantes aos encontrados em espinafre e aspargo e quatro vezes maiores do que os do tomate. A ingestão de 100 gramas de pimenta vermelha fresca poderá suprir 5% da necessidade diária de vitamina E de um indivíduo adulto, que corresponde a 8-10 mg.

As pimentas também são fontes de pró-vitamina A, como alfacaroteno, betacaroteno, gamacaroteno e a

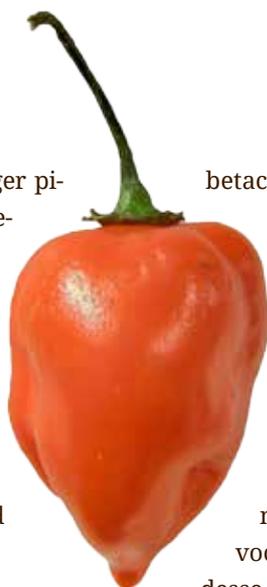
betacriptoxantina, que são transformadas em vitamina A no fígado humano.

DIVERSIDADE GENÉTICA

O gênero *Capsicum* pertence à família botânica Solanaceae, que também inclui outras hortaliças importantes, como berinjela, batata e tomate. O nome *Capsicum* vem do termo grego *kapto*, que significa morder, picar, e está associado ao ardor provocado pelo consumo de frutos de pimentas desse gênero. Todas as espécies de *Capsicum* são nativas de regiões tropicais das Américas. Convém salientar que as pimentas *Capsicum* não estão relacionadas à pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), nem à pimenta guiné ou grão-do-paraíso (*Aframomum melegueta*) do ponto de vista botânico, o que causa muita confusão por serem denominadas genericamente pelo termo comum “pimentas”.

As primeiras variedades de pimentas *Capsicum* surgiram em uma área cercada pelas montanhas do sul do Brasil a leste, pela Bolívia a oeste, pelo Paraguai, e norte da Argentina ao sul. Essa região tem a maior concentração de espécies silvestres do mundo. Nessa “área nuclear”, e somente aí, crescem representantes de todas as cinco espécies domesticadas do gênero. Durante milhares de anos, as pimentas migraram dessa área e se espalharam por todo o continente americano, antes do estabelecimento das primeiras tribos humanas na região.

As espécies silvestres têm frutos que variam em pungência, são eretos e vermelhos, e muito atrativos às várias espécies de pássaros que comem frutos inteiros. Além disso, os frutos destacam-se facilmente dos cálices, auxiliando a remoção por pássaros, que não são capazes de sentir sua pungência. As sementes dos frutos de pimenta passam através do trato digestivo dos pássaros e são depositadas no solo envolvidas em um fertilizante perfeito. Os frutos pequenos dessas espécies são chamados de “pimenta-de-passarinho” em diferentes idiomas, em função dessa associação. Durante o processo de domesticação de *Capsicum*,



Pimentas usadas como arma

É do conhecimento de todos que as pimentas são usadas na fabricação dos sprays e espumas de pimenta, utilizados pelas forças de segurança de vários estados da federação como gás dispersante de aglomerações humanas. Mas o que a maioria não sabe é que os índios caetés foram os primeiros brasileiros a usar a pimenta como arma: pés de pimentas eram queimados e a fumaça irritante produzida e levada pelo vento servia para afugentar seus inimigos.

foram selecionadas plantas com frutos grandes, não decíduos e pendentes. Frutos graúdos de variedades cultivadas permitem uma produtividade, enquanto a característica frutos não decíduos evita que eles caiam da planta pela ação do vento ou contato físico, e assim permaneçam na planta até estarem completamente maduros.

Perdas na produção também foram reduzidas com a incorporação da característica frutos pendentes, uma vez que ficam escondidos pela folhagem da planta e pouco visíveis a pássaros famintos.

De acordo com Hunziker, quatro centros de diversidade¹¹ de *Capsicum* são reconhecidos no mundo, sendo dois no Brasil: a) México até oeste da América do Sul; b) nordeste do Brasil até a costa oeste da Venezuela; c) costa leste do Brasil; d) sul da Bolívia a norte e centro da Argentina.

O gênero *Capsicum* inclui 20-25 espécies e algumas variedades, das quais 13 concentram-se no Brasil. As pimentas cultivadas são classificadas em cinco espécies domesticadas, de acordo com características de flores e frutos: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense* e *C. pubescens*. Acredita-se que as espécies *C. annuum*, *C. chinense* e *C. frutescens* estejam intimamente relacionadas e originaram-se de um ancestral comum. Cada espécie foi domesticada de forma independente: *C. annuum* no México, *C. chinense* na Amazônia, e *C. frutescens* no sul da América Central.

foram selecionadas plantas com frutos grandes, não decíduos e pendentes. Frutos graúdos de variedades cultivadas permitem uma produtividade, enquanto a característica frutos não decíduos

O centro primário¹² de diversidade de *C. annuum*, considerada a espécie domesticada mais variável e amplamente cultivada, inclui México e América Central. A pimenta jalapeño, originária da região de Jalapa no México, pertence a essa espécie. O pimentão também pertence a essa espécie, mas não é considerado pimenta porque não arde, é doce. Centros secundários¹³ de *C. annuum* existem no sudeste e no centro da Europa, na África, na Ásia e em partes da América Latina.

Capsicum baccatum var. *pendulum*, espécie à qual pertence a pimenta dedo-de-moça, ocorre no noroeste da América do Sul, incluindo Colômbia, Equador, Peru e Bolívia, e o sudoeste do Brasil. As formas semi-domesticadas *C. baccatum* var. *baccatum* e *C. baccatum* var. *praetermissum*, conhecidas no Brasil como pimenta-de-passarinho ou cumari verdadeira, apresentam estreita distribuição na parte central do Peru, na Bolívia, no norte da Argentina e no sudeste do Brasil. A Bolívia é considerada o centro primário da espécie *C. baccatum* var. *baccatum* e o sudeste brasileiro o centro secundário, enquanto *C. baccatum* var. *praetermissum* é uma variedade exclusiva do Brasil.

Diminuindo o ardor das pimentas

Como os capsaicinóides são lipossolúveis, recomenda-se a ingestão de leite ou sorvete para diminuir o ardor provocado pela pimenta. Esses alimentos contêm, além de óleo, alto teor de caseína, substância que envolve a molécula da capsaicina, facilitando sua eliminação. A ingestão de água não é aconselhável, pois a capsaicina é pouco solúvel em água.



11 Centro de diversidade ou centro de origem é a área onde se observa grande variação morfológica e genética de determinada espécie, e provavelmente é o local onde a espécie foi inicialmente domesticada.

12 Centro primário é considerado o local onde a espécie foi domesticada e também onde há maior diversidade da espécie.

13 Centro secundário se desenvolve a partir de tipos que migraram do centro primário.

A pimenta “tabasco”, cultivada no sudeste dos EUA, é aparentemente a única forma domesticada da espécie *C. frutescens* naquele país. Na América do Sul ocorrem com relativa frequência formas espontâneas de pimentas pertencentes à espécie *C. frutescens*, como as “malaguetas” no Brasil.

A Bacia Amazônica é a área de maior diversidade da espécie *C. chinense*. Essa espécie, muito bem representada pelas pimentas-de-cheiro, foi domesticada pelos indígenas amazônicos e é considerada a mais brasileira dentre as espécies domesticadas. Apesar de os frutos da espécie *C. chinense* serem conhecidos pelo seu aroma (pimentas-de-cheiro), o grau de ardor dos frutos é extremamente variável, desde pimentas doces como a Biquinho, passando por outras bem picantes como Habanero, até variedades extremamente picantes como Bhut Jolokia e Trinidad Moruga Scorpion. Entre as espécies domesticadas, *C. pubescens* é a única que não ocorre no Brasil. O centro de diversidade dessa espécie é a Bolívia, e o tipo mais conhecido é a pimenta “rocoto” ou “locoto”.

O Brasil possui o maior número de espécies silvestres de *Capsicum* e a região Sudeste é o principal centro de diversidade. As espécies silvestres registradas como ocorrentes no Brasil são: *C. buforum*, *C. campylopodium*, *C. cornutum*, *C. dusenii*, *C. flexuosum*, *C. mirabile*, *C. parvifolium*, *C. schottianum* e *C. vilosum*. Três novas espécies silvestres foram recentemente identificadas na região Sudeste: *C. pereirae*, *C. friburguense* e *C. hunzikerianum*. A morfologia e a ecologia das espécies silvestres brasileiras são diferentes das espécies andinas. Enquanto as espécies andinas crescem em ambientes abertos e secos e apresentam frutos eretos, vermelhos e ovalados, com sementes claras e dispersadas por pássaros, a maioria das espécies brasileiras ocorre em ambientes fechados e úmidos (Mata Atlântica), apresenta frutos pendentes, verde-amarelados, globosos, com sementes escuras e, provavelmente, não são dispersas por pássaros. Essas diferenças indicam que as espécies brasileiras e as espécies andinas não têm uma relação próxima de ancestralidade.





NOSSAS PIMENTAS

As pimentas *Capsicum* spp. que ocorrem no Brasil são muitas e a maior diversidade de tipos vem da espécie *C. chinense*, considerada a mais brasileira das pimentas cultivadas. A seguir é apresentada uma pequena amostra das pimentas mais comuns que encontramos nos mercados, feiras, quintais e roças de diferentes regiões do país.

Pimenta-de-passarinho

(*C. baccatum* var. *praetermissum* e *C. baccatum* var. *baccatum*)

Espécie semidomesticada, com frutos arredondados ou ovais, pequenos (1,5-3,5 cm de comprimento x 0,3-0,5 cm de largura), eretos, verdes quando imaturos e vermelhos quando maduros. Frutos com pungência alta e pouco aroma. São consumidos frescos ou em conservas de vinagre ou azeite.

Dedo-de-moça (*C. baccatum* var. *pendulum*)

Frutos alongados (como um dedo) e pendentes, com 7 cm de comprimento por 1-15 cm de largura, de coloração verde quando imaturos e vermelhos quando maduros. Também conhecida como pimenta vermelha, é um dos tipos mais consumidos no Brasil, principalmente como tempero fresco no preparo de vários pratos. Por apresentar polpa fina, é usada na fabricação de pimenta calabresa (desidratada na forma de flocos com sementes). Sua pungência varia de baixa a média, com pouco aroma.

Cambuci ou chapéu-de-frade

(*C. baccatum* var. *pendulum*)

Frutos campanulados e pendentes, com 4 cm de comprimento por 7 cm de largura, verdes quando imaturos e vermelhos quando maduros. Por serem doces ou com pungência suave, seus frutos são consumidos verdes e como hortaliça, refogados, recheados ou em saladas.

Pimenta-de-cheiro

(*C. chinense*)

A pimenta-de-cheiro mais comum no país apresenta frutos retangulares com a superfície irregular, pendentes, com cerca de 4 cm de comprimento por 3 cm de largura. Quando imaturos, os frutos apresentam coloração verde-claro, e quando maduros, a coloração pode ser amarelo leitoso, amarelo ou ainda salmão. Normalmente os frutos são doces e extremamente aromáticos. São usados no preparo de saladas, e como tempero em carnes e peixes.

Pimenta bode (*C. chinense*)

Frutos arredondados, geralmente pendentes, com 1 cm de comprimento por 1 cm de lar-

gura. Essa pimenta de frutos verdes quando imaturos e amarelos ou vermelhos quando maduros, com pungência alta e aroma forte, é muito apreciada no estado de Goiás. A pimenta bode é consumida fresca como tempero no preparo de carnes, feijão, pamonha salgada e até em biscoitos de polvilho. Frutos verdes, amarelos ou vermelhos são usados em conservas com vinagre ou azeite.

Cumari-do-pará (*C. chinense*)

Apresenta frutos triangulares, com 3 cm de comprimento por 1 cm de largura, eretos, verdes quando imaturos e amarelos quando maduros. Essa pimenta, de aroma e pungência altos, é utilizada principalmente no preparo de conservas em vinagre ou azeite.

Murupi (*C. chinense*)

Frutos alongados com superfície enrugada, com 3,5-6,0 cm de comprimento e 1 cm de largura, e pendentes. A coloração dos frutos imaturos é verde, e quando maduros apresentam coloração amarelo pálido, amarelo forte ou vermelho. Os frutos têm aroma forte e a pungência varia de média a alta. Esse tipo de pimenta é muito utilizado na região Norte do Brasil, na forma de molho misturado ao caldo do tucupi (extraído da mandioca), e também em conservas com vinagre, óleo, ou soro de leite.

Malagueta (*C. frutescens*)

Apresenta frutos alongados, que variam em tamanho (malagueta, malagueta e malagueta), com 1,5-3,5 cm de comprimento por 0,3-0,5 cm de largura, e eretos. Frutos são verdes quando imaturos e vermelhos quando maduros, pouco aromáticos, com pungência que varia de média a alta. É a pimenta mais popular do país e é usada como condimento no preparo de peixes e frutos do mar, além de carnes e em conservas, molhos e pastas.

COLEÇÕES DE GERMOPLASMA

A diversidade genética dentro de cada espécie é condição fundamental para o desenvolvimento de novas variedades. Para a obtenção de plantas de *Capsicum* que combinem características desejáveis pelos diferentes segmentos da cadeia produtiva (do produtor ao consumidor), é necessário o conhecimento e a conservação dos recursos genéticos da espécie.

Até a década de 1940, os centros de origem eram considerados fontes ilimitadas de variabilidade genética. A expansão das fronteiras agrícolas e o uso indiscriminado das terras, sem a preocupação de preservar o meio ambiente e os recursos genéticos para as gerações futuras, podem levar ao desaparecimento de parentes silvestres de muitas espécies cultivadas, inclusive do gênero *Capsicum*.

A possibilidade de esgotamento da diversidade genética dentro de uma espécie e de espécies silvestres correlatas levou a comunidade científica a defender a manutenção do patrimônio genético (germoplasma) de diversas espécies vegetais. Atualmente, a maioria das instituições de pesquisa, nacionais e internacionais, públicas e privadas, mantém em condições controladas um banco ou uma coleção de germoplasma, com amostras da diversidade genética de determinada espécie.

Os recursos genéticos de uma espécie domesticada compreendem espécies silvestres do mesmo gênero, variedades nativas e tipos especiais, linhas puras ou variedades de polinização aberta, variedades obsoletas, cultivares e híbridos comerciais, entre outros. O melhorista normalmente recorre ao banco de germoplasma para gerar novas cultivares mais produtivas, resistentes a doenças, com maior qualidade nutricional ou outra característica de interesse.

A Embrapa Hortaliças possui um banco ativo de germoplasma de *Capsicum* spp. com mais de 4 mil acessos, onde são encontrados diversos exemplares das espécies *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* e *C. pubescens* nacionais e de outros países, além de acessos pertencentes às diferentes espécies silvestres encontradas no Brasil. Cerca de 50% da coleção encontra-se morfológica e agronomicamente caracterizada. Acessos estratégicos ao programa de melhoramento de *Capsicum* da Embrapa têm sido caracterizados com base em marcadores moleculares, para resistência a diferentes patógenos (fungos, bactérias e vírus), e também caracterizados bioquimicamente (capsaicinóides, carotenóides, vitamina C e compostos voláteis associados a aroma e sabor). A coleção de germoplasma da Embrapa é considerada a maior da América do Sul e está entre as três maiores do mundo.

Essa coleção serviu de base para o programa de melhoramento que hoje conta com mais de 30 mil materiais distintos. Outras coleções de germoplasma de *Capsicum* são mantidas no país em diferentes instituições, como, por exemplo: IAC (Instituto Agronômico de Campinas, Campinas-SP), UFV (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG), e UENF (Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos de Goitacazes-RJ).

A coleção do USDA (*United States Department of Agriculture*), localizada em Griffin, na Geórgia, é considerada a maior coleção de germoplasma de *Capsicum* no mundo, com aproximadamente 5 mil acessos. Outras coleções consideradas importantes estão no AVRDC (*Asian Vegetable Research and Development Center*), em Tainan, Taiwan; no CATIE (*Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza*), em Turrialba, Costa Rica; no CGN (*Centre for Genetic Resources*), em Wageningen, Holanda; e no *Central Institute for Genetics and Germplasm*, em Gatersleben, na Alemanha.



Seleção manual de pimenta para páprica
Foto: Cláudia Ribeiro

UMA VISÃO DE FUTURO

Tradicionalmente, as pimentas no Brasil são consumidas em forma de molhos e conservas (de frutos inteiros ou fatiados) no vinagre ou azeite. O consumo de frutos frescos é ainda pequeno e varia de uma região a outra do país. As pimentas são usadas como matéria-prima por indústrias de alimentos, seja para a produção de molhos ou conservas, ou como condimento e corante para realçar o sabor e agregar cor a inúmeras linhas de produtos alimentícios. A páprica, por exemplo, é utilizada como corante natural em diversos produtos industrializados, como molhos, maioneses, sopas de preparo instantâneo, biscoitos, produtos à base de carnes (salsichas, linguiças, salames), queijos e ração para aves.

Além desse mercado, novos nichos de produtos gourmets (geleias, chocolates etc.) surgem para atender o crescente número de consumidores jovens (25-35 anos) e com alto poder aquisitivo, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos, por exemplo, interessados por sabores exóticos e produtos orgânicos.

A pesquisa tem como desafio a obtenção de variedades de pimentas com características diferenciadas, que atendam às novas demandas de mercado e permitam a agregação de valor ao produto. É imprescindível que essas variedades apresentem, além de melhores características agrônômicas e industriais, resistência múltipla aos principais patógenos que afetam a cultura no país. Resistência a doenças é uma característica que tem forte impacto ambiental, uma vez que resulta em menor uso de agrotóxicos e, conseqüentemente, em menos contaminação do meio ambiente.

A identificação de novas oportunidades de mercado assim como melhor organização da cadeia produtiva de *Capsicum* beneficiarão diferentes segmentos da cadeia, do produtor ao consumidor final, passando pela indústria processadora, carente por matéria-prima diversificada e de elevada qualidade.



©iStock.com/Vinicius Ramalh Tupinamba

Molho de pimenta de baiana de acarajé

Ingredientes

- 100 g de pimenta malagueta
- 100 ml de azeite de dendê
- sal a gosto

Modo de preparo

Torre a pimenta no forno até ficar sequinha. Refogue a pimenta numa panela com o azeite de dendê e o sal, até que fique macia. Bata os ingredientes no liquidificador.

Pimenta cambuci recheada

Ingredientes

- 30 pimentas Cambuci
- ½ kg de linguiça tipo calabresa
- 2 dentes de alho
- 200 g de ricota
- uma colher de sopa de azeite
- uma colher de chá de pimenta calabresa desidratada (pimenta seca em flocos)

Modo de preparo

Desmanche a carne da linguiça com um garfo e misture-a ao alho amassado. Frite a carne obtida no azeite. Em seguida, acrescente a ricota amassada, a pimenta calabresa e misture bem.

Corte uma tampa (não a descarte) na pimenta, o suficiente para permitir retirar as sementes e a parte branca, e recheie-a com a mistura. Unte uma forma, disponha as pimentas recheadas em pé, coloque as tampas de volta, cubra com papel de alumínio e asse em fogo médio por 20 minutos. Retire o papel e asse por mais 10 minutos. Sirva quente.



©iStock.com/Magone

Molho de tucupi

Ingredientes

- 3 kg de mandioca
- 4 dentes de alho amassados
- 2 maços de chicória
- sal a gosto
- pimenta-de-cheiro a gosto

Modo de preparo

Descasque a mandioca, lave-a e passe-a no ralador. Esprema a massa obtida com as mãos para extrair um líquido amarelo. Deixe o líquido descansar por 12 horas, período em que a goma vai se separar do tucupi (líquido). Numa panela grande, ferva o tucupi com o alho, a chicória, a pimenta-de-cheiro e o sal por 1 hora e 30 minutos.

Geleia de pimenta

Ingredientes

- 7 pimentas dedo-de-moça
- 180 g de açúcar
- suco de 1 kg de maçãs
- 80 ml de suco de limão

Modo de preparo

Antes de iniciar o preparo da geleia, coloque um pires no congelador. Bata as pimentas sem as sementes e a placenta (parte branca onde as sementes estão aderidas) no liquidificador, com o suco de maçã, e leve ao fogo. Adicione o açúcar, o suco de limão e mexa em fogo baixo, até dar ponto de fio. Pingue um pouco da geleia sobre o pires gelado. Observe a textura, que ajudará você a definir se deseja a geleia mais dura ou mais mole. Desligue o fogo. Deixe esfriar e armazene em um vidro previamente fervido.

O agridoce dessa geleia combina de forma excelente com carnes (suína especialmente) e sanduíches.



Taça de chocolate com pimenta

Ingredientes

Creme de chocolate

- 3 gemas
- 1/3 xícara de chá de açúcar
- uma xícara de chá de creme de leite fresco
- 100 g de chocolate meio amargo picado

Crocante

- uma colher de sopa de manteiga
- ¼ xícara de chá de nozes picadinhas
- 1 ½ colher de sopa de açúcar
- duas colheres de sopa de farinha de trigo

Chantilly de pimenta

- 200 ml de creme de leite fresco
- 20 g de açúcar de confeito
- uma colher de chá de molho de pimenta
- 12 cerejas em calda

Modo de preparo

Creme

Numa tigela coloque 3 gemas e 1/3 xícara de chá de açúcar e bata bem, até formar uma mistura fofa. Reserve.

Coloque numa panela uma xícara de chá de creme de leite fresco e 100 gramas de chocolate meio amargo picado, e leve ao fogo médio até derreter o chocolate. Retire a panela do fogo e adicione a mistura de gemas (reservada anteriormente) e misture bem. Leve a panela novamente ao fogo baixo, mexendo sempre por um minuto. Retire do fogo e deixe esfriar. Coloque a mistura de chocolate em taças e leve à geladeira por uma hora.

Crocante

Numa frigideira coloque uma colher de sopa de manteiga, ¼ xícara de chá de nozes picadinhas, 1 ½ colher de sopa de açúcar e duas colheres de sopa de farinha de trigo e leve ao fogo médio, mexendo sempre por cerca de três minutos, ou até dourar. Retire do fogo e deixe esfriar.

Chantilly

Coloque na batedeira 200 ml de creme de leite fresco, 20 gramas de açúcar de confeito e uma colher de chá de molho de pimenta, e bata bem até que a mistura fique firme. Reserve.

Montagem

Em cada taça coloque três cerejas, introduzindo-as dentro do creme de chocolate. Coloque sobre o creme de chocolate uma porção de crocante de nozes. Cubra com o chantilly de pimenta e sirva em seguida.



©iStock.com/sondela

Bombom de chocolate picante

Ingredientes

- 550 g de chocolate meio amargo
- 120 g chocolate branco
- 50 g corante artificial vermelho para fins alimentícios
- 280 g de geleia de pimenta artesanal

Materiais necessários

- 8 formas descartáveis para chocolate em formato de bombons, com 10 orifícios
- duas folhas de papel-manteiga
- um pincel número 18 para colorir o bombom
- duas tigelas refratárias
- uma bandeja de alumínio
- uma espátula

Modo de preparo

Pique o chocolate branco, coloque em uma tigela refratária e leve ao micro-ondas por dois minutos e 20 segundos, aproximadamente.

Têmpera do chocolate: quando o chocolate estiver mole e quente, deverá ser resfriado em uma base de mármore limpa e seca; com movimentos circulares com a espátula, resfrie o chocolate até a temperatura de 28°C (quase frio). Devolva o chocolate ao refratário, adicionando o corante alimentício até atingir uma cor uniforme.

Molhe o pincel nessa mistura vermelha e pincele os orifícios das forminhas. Após essa operação, leve as formas à geladeira com a boca para baixo, por aproximadamente 5 minutos. Pique o chocolate meio amargo e proceda da mesma forma do anterior, até sua têmpera.

Encha as formas com chocolate até a borda. Vire-as para cair o excesso do chocolate, obtendo uma fina camada oca. Raspe as bordas.

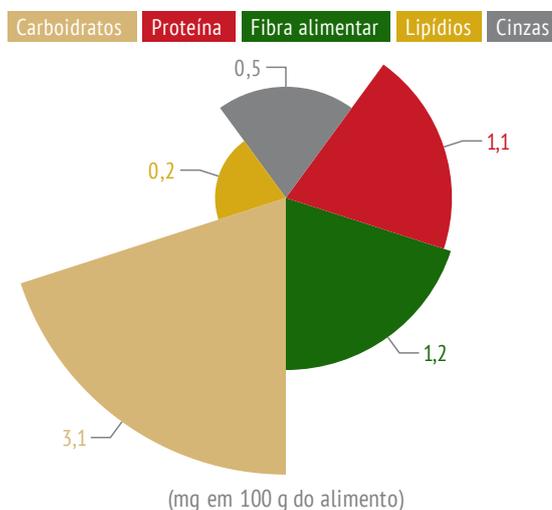
Leve as formas à geladeira em uma bandeja de alumínio forrada com papel-manteiga, com os orifícios virados para baixo, por aproximadamente 10 minutos.

Recheie os orifícios com a geleia de pimenta em temperatura ambiente. Com o chocolate meio amargo temperado tampe os orifícios recheados com uma fina camada de chocolate. Leve à geladeira por mais 10 minutos. Desenforme os bombons com leves batidas nas formas, viradas para baixo.



Diversidade de tomates
Foto: Leandro Santos Lobo

Tomate



*El tomate,
astro de tierra,
estrella repetida
y fecunda,
nos muestra
sus circunvoluciones,
sus canales,
la insigne plenitud
y la abundancia
sin hueso,
sin coraza,
sin escamas ni espinas,
nos entrega
el regalo
de su color fogoso
y la totalidad de su frescura.*

Oda al tomate
(Pablo Neruda)

IMPORTÂNCIA

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.)

é uma das principais hortaliças em termos de importância econômica e alimentar. O fruto do tomateiro e seus produtos derivados são importantes fontes de vitamina C, pró-vitamina A (beta caroteno) e antioxidantes (licopeno e outros carotenoides) na dieta humana. Os principais países produtores são os Estados Unidos, China, Índia, Itália, México, Turquia, Espanha, Grécia e Brasil. A área total ocupada com o cultivo do tomateiro no Brasil é de aproximadamente 65 mil ha/ano. O segmento para o mercado *in natura* (= tomate para mesa) ocupou 48 mil hectares e o segmento para processamento industrial cultivou 17 mil hectares. A distribuição geográfica da produção de tomate apresenta o seguinte cenário: Sudeste, 22200 hectares; Centro-Oeste, 19100 ha; Nordeste, 14200 ha; Sul, 9700 ha e Norte, 580 hectares. Os principais estados produtores (englobando os dois segmentos) são Goiás (18200 ha); São Paulo (10200 ha), Minas Gerais (7300 ha); Bahia (6500 ha) e Paraná (4600 ha).



Tomate venenoso

O México (nas regiões de Puebla e Vera Cruz) é o provável centro de domesticação do tomate, sendo levado para a Europa pelos primeiros colonizadores espanhóis. No entanto, a tomaticultura demorou a se estabelecer no Velho Mundo. Durante longo tempo, o tomateiro foi considerado venenoso e cultivado apenas para efeitos ornamentais, supostamente por causa de sua conexão com as mandrágoras e outras solanáceas comumente utilizadas em rituais de feitiçaria.

A cultura do tomateiro para consumo *in natura* tem sido uma importante fonte de renda e ocupação de mão de obra rural no Brasil. O cultivo é, normalmente, conduzido em sistema estaqueado, gerando intensa demanda por mão de obra desde a fase de pré-plantio, tratos culturais, colheita, transporte, abastecimento até a comercialização. O incremento em produtividade no período 1980-2008 foi em torno de 80%, atribuído, em boa parte, à adoção de híbridos e de novas tecnologias de produção e manejo da cultura. O incremento de áreas com lavouras de grande porte, administradas por produtores com estrutura empresarial e com forte adoção de tecnologia, também resultou em um impacto positivo na produtividade.

O Brasil também dispõe de uma cadeia agroindustrial de tomate muito bem estruturada e competitiva. Embora altamente mecanizada, a cultura do tomateiro industrial demanda expressivo contingente de mão de obra. A produção brasileira de tomate industrial atingiu um recorde em 2010, com o total produzido de 1,8 milhão de toneladas e rendimento de 85 t/ha. O destaque nacional foi o Estado de Goiás (rendimento de 89,5 t/ha). De fato, desde meados da década de 1990, a produtividade de tomate para processamento industrial vem apresentando um incremento vigoroso no Brasil. Os principais fatores responsáveis foram: 1) intensificação da produção no Planalto Central/Cerrado, com menor pressão de pragas e doenças e condições climáticas mais favoráveis (dias quentes e noites com temperaturas amenas), bem como ausência de chuvas nas etapas cruciais de florescimento, frutificação e colheita; 2) presença na região do Cerrado de uma agricultura de cunho empresarial; 3) emprego de inovações tecnológicas no manejo da cultura; 4) a expansão do uso de híbridos com elevado potencial produtivo; e 5) estratégia contratual das empresas processadoras que financiam os insumos necessários à produção na região.

UM POUCO DE HISTÓRIA

O tomate de mesa começou a ser cultivado em escala comercial no Brasil a partir da década de 1930, predominantemente por imigrantes japoneses e europeus, que cultivavam variedades estrangeiras importadas.

No início da década de 1940, surgiu no Estado do Rio de Janeiro o primeiro grupo varietal de tomate de mesa genuinamente brasileiro, denominado Santa Cruz. Esse novo tipo de tomate provocou uma verdadeira revolução no panorama varietal no país devido a sua adaptação às condições de cultivo e pela qualidade dos frutos. A partir desse período, as seleções dentro do grupo Santa Cruz assumiram a liderança do segmento de tomate para mesa em todo o país, permanecendo nessa posição por mais de 50 anos.

Os híbridos do tipo Santa Cruz vêm mantendo sua participação no mercado, pois apresentam melhor qualidade e são versáteis em termos de uso culinário, prestando-se não apenas para o consumo em salada, mas também para fazer molhos caseiros e para a fabricação de tomate seco. Entretanto, o mercado de variedades de tomate se diversificou e se segmentou de maneira muito intensa. Os grupos varietais predominantes no mercado de tomate de mesa no Brasil são: Salada (mais de 50% do mercado); Italiano ou Saladete; Santa Cruz e Cereja ou Grape. O valor do mercado de sementes de tomate para mesa é estimado em US\$ 12 milhões, representando 27% do total das sementes de hortaliças comercializadas no Brasil.

O melhoramento genético do tomateiro de mesa no Brasil foi consolidado na década de 1960 com os projetos conduzidos no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). O objetivo inicial dos trabalhos do

IAC foi o melhoramento das cultivares do tipo Santa Cruz visando, inicialmente, “piramidizar” fatores de resistência a doenças. A primeira cultivar liberada pelo setor público com impacto comercial foi Ângela, do IAC, em 1969. A cultivar de maior impacto liberada pelo IAC foi Santa Clara em 1984, com excelente aceitação no mercado. A liderança de Santa Clara se entendeu até meados da década de 1990, quando os híbridos de tomate do segmento longa vida começaram a ser introduzidos no país. Durante as décadas de domínio das cultivares do grupo Santa Cruz, a principal limitação da cultura era a infecção pelo *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) ou vira-cabeça. Fontes de resistência extremamente eficientes foram detectadas na espécie selvagem de *S. peruvianum* e têm sido incorporadas em materiais comerciais.

Outros programas de melhoramento foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa (UFV) e em empresas de sementes, que começaram a se estabelecer no final da década de 1960. Na década de 1970 foram estabelecidos outros programas de melhoramento de tomate de mesa na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro). O programa de melhoramento de tomate da Embrapa iniciou sua estruturação a partir do início da década de 1980, no Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPQ, atualmente Embrapa Hortaliças).

A partir de meados da década de 1990, os híbridos importados do segmento longa vida foram gradualmente substituindo as cultivares do grupo Santa Cruz. A utilização dos híbridos longa vida (especialmente aqueles com o gene *rin*) foi uma das grandes transformações

tecnológicas ocorridas no cultivo do tomateiro para mesa. As cultivares com o gene *rin* foram introduzidas comercialmente no Brasil pela Agroflora (atual Sakata Sudamérica), em 1992.

O sucesso dos híbridos longa vida abriu caminho para a utilização de híbridos em virtualmente todos os outros segmentos varietais. No entanto, a baixa qualidade gustativa/sensorial associada aos híbridos longa vida estimulou a busca por diferentes soluções genéticas para esse problema. De fato, novos híbridos (denominados longa vida estruturais) têm sido desenvolvidos e liberados para comercialização em larga escala. A grande vantagem dos híbridos do tipo longa vida estrutural é a preservação da qualidade sensorial dos frutos combinada com a excelente conservação pós-colheita. A busca de alternativas para a questão da qualidade dos híbridos longa vida ocasionou uma segmentação varietal ainda mais ampla, permitindo o crescimento no mercado dos segmentos de tomate de elevada qualidade, tais como o do tipo italiano (de frutos alongados), tomate do tipo *cluster* e tomate cereja, grape, sala-da e japonês (película rosada).

O primeiro registro gastronômico do uso do tomate

O livro de receitas mais antigo que inclui o tomate foi feito por Antonio Latine (na Itália) em 1694. Latine recomendava levar ao fogo pedaços dos frutos, sem pele e sementes, (temperados com ervas aromáticas) para preparar o tradicional molho de tomates.

No início da década de 1990 a introdução da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) na região de Campinas (SP) resultou em mudanças bruscas no sistema de produção e no panorama varietal do tomateiro no Brasil. O biótipo B é um eficiente vetor de geminiviruses ou begomoviruses (vírus do gênero *Begomovirus*), e severas epidemias foram verificadas a partir de 1993 em todas as regiões produtoras. Perdas de produção de até 60% podem ocorrer em cultivares suscetíveis precocemente infectadas pelo vírus. O controle químico do vetor apresenta eficiência relativa, onerando o custo de produção.

Nesse cenário, a busca de cultivares resistentes ao inseto vetor e/ou aos begomovírus constitui um dos importantes focos dos programas de melhoramento de tomateiro. Um dos objetivos iniciais de pesquisa foi encontrar e incorporar fontes de resistência estáveis, duráveis e de amplo espectro em híbridos comerciais. O custo das sementes dos híbridos longa vida resistentes a geminivírus atingiu valores de até R\$ 400,00 por mil sementes. O componente custo da semente, que variava em torno de 2% do total no período de cultivares do tipo Santa Clara, saltou para cerca de 20% com a utilização, agora ampla, de híbridos longa vida com resistência a begomovírus.

O programa pioneiro de melhoramento genético do tomateiro para processamento foi iniciado pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), em 1971, e contribuiu para o desenvolvimento do parque agroindustrial de tomate instalado no Nordeste. Os técnicos do IPA desenvolveram as primeiras cultivares genuinamente nacionais conhecidas como cultivares da série IPA. As cultivares IPA-5 e IPA-6 foram líderes de mercado no Brasil durante toda a década 1980 até meados da década de 1990. Após o enorme sucesso inicial, o agronegócio de tomate para processamento industrial no Nordeste foi, durante o final da década 1980 e início de 1990, severamente afetado por uma sequência de crises que acabou por desestruturar todo o setor produtivo. A primeira grande crise foi causada por epidemias da traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), seguida por

epidemias causadas por *Tospovirus*. Em resposta a esse problema, a Embrapa Hortaliças e o IPA estabeleceram um programa de melhoramento conjunto que resultou na liberação de cultivares com resistência a *Tospovirus*, tais como Viradoro e Redenção. Agora os maiores problemas a serem enfrentados são as epidemias de geminiviruses, que causaram mais um impacto negativo à tomaticultura da região.

Arremesso de tomates em charlatões

A maciez do tomate maduro tem sido utilizada com uma arma de efeito moral contra maus atores, políticos e outras “personalidades”. A vantagem do tomate maduro é que ele se restringe a causar danos morais, mas não lesões físicas. A origem de tal prática é obscura, alguns autores a atribuem ao período Shakespeariano. No entanto existem controvérsias, uma vez que o tomate não era ainda popular na Inglaterra durante essa época. Algumas fontes argumentam que as peças teatrais de antigamente eram longas, e para assisti-las a plateia costumava levar pequenos lanches e frutas. Quando o ator ou a peça (ou ambos) decepcionavam os espectadores, os frutos do tomateiro eram atirados ao palco em sinal de protesto. O New York Times de 28 de outubro de 1883 faz a primeira referência formal ao uso do arremesso de tomates em sinal de desagravo a um desempenho abaixo da crítica, em Long Island, Estados Unidos.

O programa de melhoramento genético de tomateiro para processamento da Embrapa Hortaliças estruturou-se a partir do início da década de 1980. Esse programa concentrou, inicialmente, esforços no desenvolvimento de materiais adaptados para o Centro-Oeste e Sudeste. Em 1991, a Embrapa Hortaliças iniciou uma nova fase do programa, tendo como foco gerar linhagens endogâmicas com resistência múltipla a doenças e também combinações híbridas. Acordos de parcerias foram firmados entre a Embrapa Hortaliças e algumas empresas processadoras. Novas fontes de resistência para *Tospovirus* foram identificadas, e um sistema de marcadores moleculares para o gene *Sw-5* foi desenvolvido.

O tomate é um sinal vermelho para o câncer

O pigmento licopeno é um carotenoide que confere a típica cor vermelha aos frutos do tomateiro. Devido a sua estrutura química singular, o licopeno é um dos melhores supressores biológicos de radicais livres. A forte ação antioxidante do licopeno confere efeitos preventivos contra doenças degenerativas, cardiovasculares e certos tipos de câncer (ex. próstata e ovário). As principais fontes de licopeno na dieta humana são os produtos derivados do tomateiro, tais como molhos, extratos e ketchups. Por isso, existe forte demanda de mercados mais exigentes tanto para consumo *in natura* quanto em produtos processados de híbridos com maiores teores de licopeno em frutos.

Novos híbridos experimentais promissores estão em fase final de validação pelas agroindústrias e empresas de sementes, incluindo materiais que combinam resistência ao *Tospovirus* e tolerância a *Xanthomonas* e *Begomovirus*.

O melhoramento para processamento industrial conduzido pelo setor privado no Brasil teve início com o programa de melhoramento conduzido pela empresa Cica em São Paulo e Minas Gerais (região de Patos de Minas). Nesse período, foram identificadas as cultivares do chamado grupo Agrocica, com especial destaque para Agrocica 45 (= Ohio 8245), que apresentava boa tolerância de campo à mancha-bacteriana, causada por diferentes espécies de *Xanthomonas*. Uma parceria da Cica com a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Campus de Botucatu, resultou na liberação de uma série de três cultivares de tomate contendo o gene de resistência *Pto*. A cultivar de maior destaque foi Agrocica Botu 13. Um trabalho de avaliação de cultivares e híbridos importados foi conduzido pela empresa Arisco no Brasil Central, durante a década de 1980 até meados da década de 1990.

Após esse período, a empresa *Van den Bergh Foods Company* (posteriormente Unilever) adquiriu as marcas Arisco e Cica e passou a ser a principal empresa no mercado de tomate para processamento industrial. A Unilever instituiu uma coordenação de operações

agrícolas que incluía atividades de pesquisa e desenvolvimento que tem validado grande número de híbridos para cultivo na região do Brasil central. Em setembro de 2010, a Cargill comprou a Unilever (então a maior processadora de tomate do Brasil), que tem dado prosseguimento aos trabalhos de avaliação de híbridos para processamento. A empresa norte-americana Heinz, que apresenta o próprio programa de melhoramento genético, adquiriu, por sua vez, parte da empresa de conservas Quero. A partir da década 1990, as cultivares de polinização aberta foram sendo gradativamente substituídas por híbridos importados. O movimento em direção ao emprego de híbridos coincidiu (e foi acentuado) com a predominância do Cerrado do Brasil central como região produtora de matéria-prima de tomate para processamento. Nessa fase, diferentes híbridos das empresas Heinz e Seminis tornaram-se líderes de mercado. Atualmente a quase totalidade do cultivo tem sido feita com o uso de híbridos.

DIVERSIDADE GENÉTICA

O tomateiro e espécies afins são originários da parte ocidental da América do Sul, abrangendo regiões pertencentes ao Peru, Chile e Equador, incluindo as Ilhas Galápagos. Os tomates silvestres ocupam ampla gama de condições ambientais, com dispersão geográfica variando desde a costa árida do Pacífico, passando por encostas úmidas e regiões montanhosas na cordilheira dos Andes, com ocorrência em altitudes superiores a 3300 metros em relação ao nível do mar. O tomateiro pertence ao gênero *Solanum* (seção *Lycopersicon*), da família *Solanaceae*. O taxonomista Carl Von Linnaeus classificou o tomateiro e suas espécies silvestres, inicialmente, dentro do gênero *Solanum*. No entanto, já em 1754, o botânico Miller sugeriu a mudança para dentro de um gênero distinto *Lycopersicon*, ficando a nomenclatura da espécie *L. esculentum* L. (Mill.). O gênero foi subdividido em dois subgêneros: *Eulycopersicon*, de frutos maduros vermelhos, e *Eriopersicon*, de frutos maduros não vermelhos. No entanto, mais recentemente, após

análises morfológicas e moleculares, foi definido o retorno à classificação original proposta por Linnaeus, com o gênero *Lycopersicon* se convertendo em uma secção do gênero *Solanum*. As espécies componentes do gênero *Lycopersicon* foram desmembradas e/ou reclassificadas. Apresenta-se a seguir uma lista atualizada das espécies e suas sinônimas.

Tomate pelado

Esse item é muito apreciado na culinária devido à ausência da pele que torna o produto de extrema maciez e textura suave. Essa característica é condicionada por um gene recessivo (easy-peel), que facilita, na linha de processamento industrial e também na cozinha, a remoção da casca dos frutos. Nesse mutante, a casca se destaca quase que inteira, deixando a polpa do fruto intacta.

ESPÉCIES PERTENCENTES AO COMPLEXO *ESCULENTUM*

S. lycopersicum L. Miller = *L. esculentum* L. Mill.;
S. cheesmaniae L. Riley = *L. cheesmaniae* L. Riley;
S. galapagense S. (Darwin) Peralta = *L. cheesmaniae* L. Riley var. *minor*;
S. pimpinellifolium L. Miller = *L. pimpinellifolium* L. Miller;
S. chmielewskii Rick = *L. chmielewskii* Rick;
S. neorickii Rick = *L. parviflorum* Rick;
S. habrochaites S. Knapp = *L. hirsutum* Dunal;
S. pennellii Correl = *L. pennellii* (Corr.) D'Arcy.

ESPÉCIES PERTENCENTES AO COMPLEXO *PERUVIANUM*

S. chilense Dunal = *L. chilense* Dunal;
S. peruvianum L. Miller, que corresponde aos acessos típicos de *L. peruvianum*;
S. arcanum Peralta (nova espécie desmembrada de *S. peruvianum*);
S. huaylasense Peralta (nova espécie desmembrada de *S. peruvianum*);
S. corneliomuelleri Macbr (= *L. peruvianum* var. *glanulosum* Mull.).

USO DA BIODIVERSIDADE NO MELHORAMENTO

Diferentes espécies do gênero *Solanum* (*Lycopersicon*) vêm sendo utilizadas em programas de melhoramento de tomateiro, visando a introgressão de genes que conferem resistência a pragas e doenças, melhoria da qualidade nutricional e nutracêutica dos frutos e tolerância a estresses abióticos. Todas as espécies são diplóides ($2n=2x=24$), com número e estrutura cromossômica similares, permitindo o uso de acessos dessas espécies como fontes de novos genes no melhoramento do tomateiro cultivado. Nos cruzamentos interespecíficos, o tomateiro cultivado (*S. lycopersicum*) é utilizado como genitor feminino. Dentro do complexo *esculentum*, os acessos das espécies *S. lycopersicum* e *S. pimpinellifolium* cruzam-se com facilidade, independentemente da espécie utilizada como genitor feminino. Incompatibilidade unilateral é observada nos cruzamentos envolvendo acessos de *S. cheesmaniae*; *S. galapagense*; *S. chmielewskii*; *S. neorickii*; *S. habrochaites* e *S. pennellii*. Por sua vez, as espécies do complexo *peruvianum* apresentam barreiras nos cruzamentos com as espécies do grupo *esculentum*, resultando em incompatibilidade. Nos cruzamentos interespecíficos ocorre, primordialmente, incompatibilidade de endosperma, resultando no abortamento do embrião. Essas barreiras podem ser superadas via estratégias de resgate de embrião *in vitro*.

COLEÇÕES DE GERMOPLASMA

Diversas coleções de germoplasma do tomateiro e espécies afins são mantidas no mundo. A coleção de referência em termos de espécies silvestres do gênero *Solanum* (*Lycopersicon*) é aquela mantida pelo Charles M. Rick Tomato Genetics Resource Center (TGRC), localizado na *University of California*, em Davis. Essa coleção dispõe atualmente cerca de 1200 acessos. O TGRC detém réplicas dos acessos de *Solanum* (*Lycopersicon*) mantidos no *National Plant Germplasm System* (NPGS), coordenado pelo *United States Department of Agriculture* (USDA) – *Agricultural Research Service* (ARS) mantida na *Regional Plant*

Introduction Station Northeast (em Geneva, no Estado de Nova York). Outras importantes instituições internacionais mantenedoras de germoplasma são *The World Vegetable Center (Asian Vegetable Research and Development Center – AVRDC)* localizado em Tainan, Taiwan; e o *Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza (CATIE)*, localizado em Turrialba, Costa Rica. Mais recentemente, novos esforços de coleta de espécies de *Solanum* secção *Lycopersicon* na região da cordilheira dos Andes resultou no estabelecimento de uma coleção com distintos acessos que tem sido mantida pelo *Instituto Universitario de Conservacion y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV) Universidad Politecnica de Valencia (UPV)*, na Espanha. As duas principais coleções públicas de germoplasma de tomateiro mantidas no Brasil pertencem à Embrapa Hortaliças (em torno de 1800 acessos), localizada em Brasília-DF, e à Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais.

CARACTERÍSTICAS DE INTERESSE E SUA TRANSMISSÃO

A manifestação de qualquer gene do tomateiro pode ser afetada pela ação de outros genes e pela interação com o ambiente. Muitos genes que governam características de herança simples têm sido utilizados no melhoramento genético, e a maioria deles foi incorporada explorando a biodiversidade existente dentro de acessos de espécies silvestres. Existem ainda inúmeras características que são governadas por muitos genes (= poligênicas ou quantitativas), fortemente influenciadas pelo ambiente. Fazem parte desta lista: produtividade, rendimento industrial e teor de sólidos solúveis dos frutos (= Brix). A resistência



Pomodoro

Curiosamente, os primeiros frutos do tomateiro introduzidos na Itália não eram de coloração vermelha, mas alaranjados, pois apresentavam o gene dominante B, que confere o acúmulo do carotenoide beta caroteno (o mesmo pigmento presente na raiz cenoura) em vez de licopeno. Por essa razão os italianos se referiram aos primeiros frutos do tomateiro como pomo d'oro (= maçã dourada)

a determinadas doenças também apresenta natureza poligênica. Por exemplo, a resistência ao fungo *Alternaria solani* e ao oomiceto *Phytophthora infestans* em acessos de *S. habrochaites* e a tolerância a isolados das bactérias *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas perforans* raça T3 e *X. campestris* pv. *vesicatoria* em alguns acessos de tomateiro. A resistência a insetos e ácaros, mediada por maiores densidades de tricomas glandulares nas folhas, também é poligênica.

HETEROSE E UTILIZAÇÃO DE HÍBRIDOS

O tomateiro apresenta grande expressão de heterose (= vigor de híbrido) para algumas características, tais como índice de colheita (produção de frutos/biomassa total), número de sementes por planta, número de frutos, precocidade e produção total. Heterose não tem sido observada para Brix, peso de fruto, altura de planta e morfologia de semente. A maioria das lavouras de tomate para consumo *in natura* e para processamento no Brasil utiliza híbridos F₁ que têm sido preferidos devido à sua elevada produtividade e também devido a um conjunto de qualidades nutricionais e fabris (frutos firmes, secos, de boa coloração e elevada viscosidade). Algumas características se expressam de maneira comercialmente vantajosa somente quando em condição heterozigota, como por exemplo, a presença de frutos do tipo longa vida pós-colheita (condicionada pelo gene recessivo *rin* – ver “Tomate longa vida”) e a característica de inflorescência bifurcada ou composta.

O manejo das principais doenças que atacam o tomateiro tem sido obtido por meio de híbridos resistentes. Existe a disponibilidade de grande número de fatores de resistência monogênicos e dominantes reportados

Tomate rasteiro

Ser uma planta rasteira, característica empregada no cultivo do tomateiro para processamento industrial, é resultante de um gene (uma mutação natural) que converte a planta de porte indeterminado em determinado (= rasteiro). É o gene o que caracteriza o típico tomateiro rasteiro utilizado no cultivo para processamento. Esse gene é denominado *self pruning* (autopodante) e viabilizou o aparecimento do cultivo do tomateiro industrial, permitindo a condução de lavouras com altas densidades de plantas, facilitando o manejo e permitindo colheitas mais concentradas.

controlando essas doenças em diferentes acessos de espécies silvestres de *Solanum* (*Lycopersicon*). Esse tipo de controle genético tem permitido a acumulação (piramidização) de maior número de fatores de resistência monogênicos dominantes em um único híbrido. Além disso, a utilização de híbridos condiciona extrema uniformidade das lavouras. Embora existam sistemas de macho-esterilidade caracterizados em tomateiro, a maior parte da atual produção de sementes híbridas tem sido conduzida via emasculação e polinização manuais.

Tomate longa vida

A expressão tomates longa vida tem sido utilizada para descrever mutantes naturais, especialmente o gene *rin* (*ripening inhibitor*), que conferem uma conservação pós-colheita mais prolongada devido à inibição da maturação, permitindo o transporte por longas distâncias. A qualidade sensorial dos híbridos longa vida tem sido alvo de crítica dos consumidores, uma vez que a presença destes genes causa efeitos deletérios no sabor, aroma e no teor de licopeno. Sob esse aspecto, alguns apreciadores do verdadeiro sabor do tomate sugerem, de forma jocosa, a mudança de nomenclatura para gene "ruim".

O quinto sabor do tomate

Durante o processo de ingestão de alimentos, milhares de papilas gustativas são estimuladas. Elas são capazes de distinguir prontamente os quatro sabores básicos (doce, azedo, salgado e amargo). No entanto, foi descoberto recentemente, que o tomate apresenta um quinto sabor, chamado de "umami" (palavra de origem japonesa que significa saboroso/delicioso). Uma das substâncias responsáveis pelo quinto sabor é o glutamato monossódico, um conhecido intensificador de sabor nos alimentos. Segundo o professor Felix G. Reyes, da Unicamp, as substâncias inosinato e guanilato também contribuem com o sabor umami.

O GENOMA DO TOMATEIRO

O sequenciamento completo do genoma do tomateiro foi recentemente finalizado. Esse trabalho foi conduzido por um consórcio de países que sequenciaram regiões do genoma de todos os 12 cromossomos do tomateiro e de um acesso de *S. pimpinellifolium*. O número estimado de genes se encontra em torno de 32 mil. Antes da obtenção do genoma completo, diversos genes de resistência a doenças foram localizados nos diferentes cromossomos via mapeamento genético e físico de alta resolução. As técnicas genético-moleculares têm também auxiliado em diagnose, bem como em pesquisas básicas envolvendo estudos de herança e investigações sobre os mecanismos de resistência contra pestes e patógenos. Esse aporte de informações de genômica e bioinformática tem aumentado a eficiência e oferecido maior segurança no processo de seleção de plantas superiores dentro dos programas de melhoramento. A detecção mais precisa de patógenos usando estratégias moleculares tem permitido aumentar a qualidade sanitária de sementes comerciais, evitando danos aos produtores advindos da introdução de doenças em novas áreas de expansão agrícola.



Diversidade de tomates
Foto: Ailton Reis

VISÃO DE FUTURO

O tomate de mesa é uma cultura exigente em insumos (fertilizantes e defensivos) e, em média, o custo de produção total nos sistemas conduzidos com alto nível tecnológico é elevado. Esse custo pode ser compensado pelos níveis de produtividade mais elevados, proporcionando razoável retorno econômico. No entanto, a maior parte dos produtores opera com altos custos de produção e baixa rentabilidade. Nesse cenário, o segmento chamado tomate de mesa rasteiro tem se expandido devido ao fato de empregarem sistemas mais baratos de tutoramento (fitilhos) ou mesmo sem tutoramento, de maneira similar ao tomate para processamento industrial. Esse sistema tem permitido reduzir custos de produção em cultivos de sequeiro.

O recente cenário mercadológico sinaliza para a irreversível demanda por alimentos seguros, sem resíduos e produzidos em sistemas de gestão que considerem aspectos socioambientais. Questões como produção orgânica, rastreabilidade e sustentabilidade de cultivo são os atuais desafios tecnológicos do tomateiro. Por parte do público consumidor, intensifica-se a demanda por tomates mais saborosos. De fato, toda a cadeia aguarda que ocorra maior consumo *per capita* de tomate, que permanece virtualmente estagnado no Brasil. Para tal, faz-se necessário que o tomate apresente melhores atributos sensoriais, nutricionais e nutracêuticos que motivem e intensifiquem o consumo. Nesse sentido, o grande desafio tecnológico a ser alcançado é o desenvolvimento de cultivares com características que afetem positivamente os principais atributos sensoriais envolvidos na degustação do tomate, incluindo sensações tácteis (firmeza e textura), gustativas (teores balanceados de ácidos e açúcares), visuais (cor, formato e brilho atraíntes) e aromáticas (compostos voláteis).

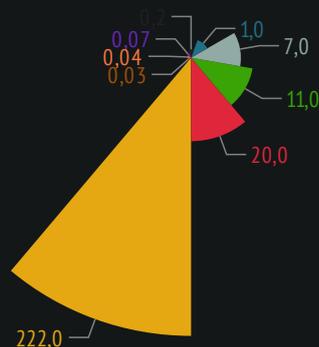
No Brasil, a grande utilização de sementes importadas representa forte ameaça de introdução de patógenos e/ou variantes de patógenos em áreas de cultivo previamente isentas. Nesse contexto, ações de pesquisa devem envolver o desenvolvimento de materiais genéticos com resistência a patógenos presentes no Brasil, mas também antecipar os potenciais problemas que venham afetar negativamente a produção. Por exemplo, nos períodos iniciais e de maior severidade da epidemia de geminivírus houve desabastecimento de tomate, com o produto atingindo valores similares a cortes nobres de carne. Esse problema poderia ser evitado se materiais adaptados e com resistência estivessem disponíveis. Nesse aspecto, o uso de marcadores moleculares cumpre relevante papel, pois a seleção de materiais com genes de resistência pode ser conduzida na ausência dos patógenos. Além disso, é importante devotar esforços de pesquisa para desenvolver novos materiais genéticos com resistência a doenças e pragas que ainda não estão disponíveis comercialmente, tais como espécies de *Xanthomonas*, *R. solanacearum*, novas raças de *Fusarium* e *Verticillium* e os insetos *T. absoluta* e *B. tabaci*. Algumas dessas doenças, embora ainda não problemáticas, podem aumentar em importância à medida que se amplie a utilização de sistemas de irrigação por gotejo e as questões relativas ao aquecimento global.

Embora o tomateiro seja uma espécie modelo para transformação genética, o uso comercial de variedades transgênicas ainda não é rotina. O germoplasma natural do tomateiro dispõe de grande parte das características necessárias para o melhoramento genético da cultura, tornando a mobilização de genes via transgenia menos importante. No entanto, novas características de resistência a doenças, pragas e

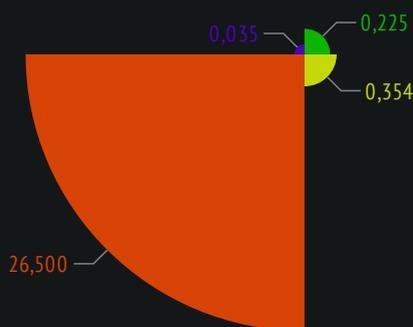
tolerância a estresses ambientais podem representar um estímulo ao desenvolvimento e uso de variedades transgênicas nessa hortaliça.

Outra ferramenta inovadora que deve ser exercitada é a parceria de instituições públicas e empresas privadas nacionais e estrangeiras dentro da Lei de Inovação Tecnológica. O sinergismo dessas parcerias pode permitir redução considerável no tempo entre desenvolvimento e adoção das tecnologias e variedades devido aos sistemas de comercialização com maior capilaridade e abrangência das empresas privadas. O resultado esperado é a geração de produtos de inovação em menor tempo e com menor custo, garantindo pronta transferência e incorporação destas cultivares nas cadeias do agronegócio de tomate. Com esse círculo virtuoso, espera-se intensificar e fortalecer a participação no mercado de produtos tecnológicos das instituições públicas. Essa rede de parcerias tem permitido a recente liberação de elevado número de cultivares para o agronegócio de tomate do Brasil.

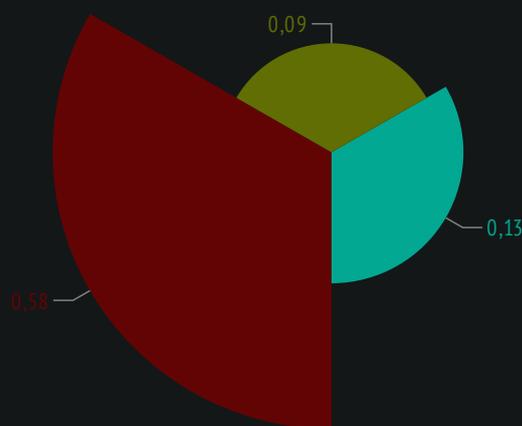
Os produtores, as indústrias processadoras e o mercado consumidor têm demandado variedades de tomate que combinem coloração vermelha intensa, teor de sólidos solúveis, além de outros aspectos agrônômicos de rendimento e tolerância a fatores bióticos e abióticos. Isso significa, muitas vezes, o processo de executar tarefas visando atender demandas múltiplas que são, muitas vezes, não complementares ou, algumas vezes, até mesmo conflitantes. Para tal, os programas de melhoramento genético devem apresentar uma estrutura flexível, permitindo rápidos ajustes e respostas de acordo com as mudanças de tendências de mercado. Além disso, demandam constante acompanhamento e trabalho conjunto com o sistema produtivo, a fim de antecipar e enfrentar o potencial surgimento de novos problemas bióticos e abióticos que venham impor alguma séria limitação no cultivo do tomateiro no país.



Fósforo Potássio Cálcio Magnésio Sódio Zinco
Manganês Ferro Cobre
(mg em 100 g do alimento)



C B2 B1 B6
(mg em 100 g do alimento)



Quercetina Miricetina Caempferol
(mg em 100 g do alimento)



©iStock.com/Zheka-Boss

Molho de tomate

Ingredientes

- 100 g de purê de tomate
- 1 c. de sopa de extrato de tomate
- 300 g de tomate (preferencialmente dos tipos Saladette, San Marzano, Santa Cruz ou Cereja)
- ½ cebola
- um dente de alho
- duas c. de sopa de azeite de oliva
- 5 folhas de manjeriço

Gaspacho

Ingredientes

- 1 Kg de tomates bem maduros, selecionados.
- 2 cebolas roxas pequenas (150 g)
- uma pepino do tipo japonês
- três talos de aipo
- dois pimentões vermelhos grandes (tipo Lamuyo)
- um dente de alho
- um maço de manjeriço
- duas c. de azeite de oliva
- 3 xícaras de cubinhos de pão torrado
- sal e pimenta a gosto

Modo de preparo

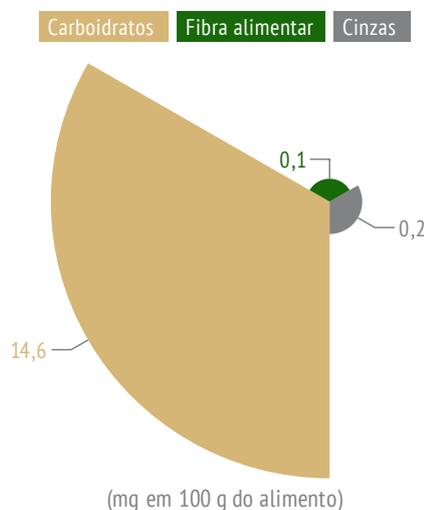
Pré-aqueça o forno a 180°C. Fatie a cebola e amasse o alho. Separe o purê e o extrato de tomate. Corte os tomates ao meio e os coloque (com os lados cortados para cima) em uma assadeira forrada com papel-manteiga. Molhe os tomates com azeite e tempere com sal a gosto. Asse por 30 minutos. Refogue a cebola no azeite, acrescente o alho e o purê, o extrato e os tomates assados. Ferva em fogo brando por mais 10 minutos. Passe o molho em uma peneira com a ajuda de uma colher de pau, para eliminar pele e sementes. Adicione o manjeriço picadinho.

Modo de preparo

Remova as sementes e pele dos tomates e corte-os em cruz. Limpe e tire a pele da cebola e do pepino. Lave bem o aipo. Reserve um pouco de cada uma dessas hortaliças para ornamentar posteriormente o prato. Torre em forno os cubos de pão. Amasse o alho, e corte em pedaços grandes o restante das hortaliças. Doure as hortaliças no óleo com o alho amassado. Remova a mistura do fogo e acrescente os tomates, o manjeriço e os cubos de pão torrado. Bata no liquidificador ou multiprocessador até a mistura ficar fina. Acrescente o sal e a pimenta. Coloque no refrigerador (4°C) por pelo menos uma hora. Sirva o gaspacho frio ornamentado com as hortaliças.



Suco de uva



*Oh, meu Rio Grande
De encantos mil
Disposto a tudo
Pelo Brasil
Querência amada dos parreirais
Da uva vem o vinho
Do povo vem o carinho
Bondade nunca é demais
Teixeirinha
Querência Amada*

INTRODUÇÃO E EXPANSÃO DO CULTIVO NO BRASIL

A uva, além de uma das frutas mais produzidas no mundo, é também uma das mais antigas. O gênero *Vitis*, ao qual a uva pertence, ocorre na América do Norte e Eurásia, e provavelmente evoluiu antes da separação da ponte intercontinental no Estreito de Bering, no Período Quaternário. *V. vinifera* é a espécie mais usada na viticultura (ciência que estuda a produção da uva) mundial e é a única que se originou na Eurásia, há cerca de 65 milhões de anos. A história da uva e do vinho confunde-se com a história do Homem. Sementes de uvas já domesticadas foram encontradas em escavações arqueológicas do período neolítico na Europa. As uvas e o vinho são mencionados por egípcios, assírios, fenícios, gregos, romanos e etruscos, entre outros povos, com usos medicinais e ritualísticos. O suco de uva é um produto tão antigo quanto o vinho e era elaborado por gregos, hebreus e assírios, com o nome de “vinho novo”. Os povos antigos utilizavam o calor para concentrar o mosto de uva e permitir sua conservação por curtos períodos. O mosto concentrado era usado como adoçante na preparação de doces e também como bebida, depois de diluído em água.

No século XV, o cultivo da uva (*V. vinifera*) foi introduzido nas Ilhas Canárias e Madeira e, a partir daí, chegou até a África do Sul, Austrália e América Latina. Sua introdução na América do Norte, através da Califórnia, aconteceu durante o século XVIII. As espécies americanas, como *V. labrusca*, *V. bourquina* e seus híbridos com *V. vinifera*, entretanto, só começaram a ser explorados comercialmente no século XIX, desempenhando papel importante no estabelecimento da viticultura na América.

A uva também faz parte da história do Brasil, principalmente nas regiões colonizadas pelos italianos, onde a paisagem é marcada por parreirais. Sendo um dos elementos que caracterizam a região Sul do Brasil, a uva foi lembrada por Teixeira, na música “Querência Amada”, enaltecendo o Rio Grande do Sul.

Desde muito antes da descoberta do Brasil, uvas e vinhos eram produtos tradicionais em Portugal. O vinho, principalmente, era um item importante no comércio dos portugueses com a Inglaterra, Bélgica e países do Mediterrâneo, além de constituir parte essencial dos suprimentos das embarcações portuguesas. Como qualquer atividade agrícola intensiva, o estabelecimento da viticultura pressupõe a fixação do homem à terra. Assim, a uva, trazida das Ilhas Canárias e Madeira, foi introduzida no Brasil logo na primeira expedição realizada pelos lusitanos com objetivos colonizadores, liderada por Martim Afonso de Souza, em 1532.

A vila de São Vicente, primeira cidade brasileira, portanto, pode ser considerada o berço da viticultura nacional, e o português Brás Cubas, o primeiro viticultor em solo brasileiro, responsável pelo plantio de parreiras, ainda no litoral. As variedades de uvas trazidas para o Brasil pelos portugueses eram uvas finas, pertencentes à espécie *V. vinifera*, selecionadas com base em informações e experiência pessoal dos viticultores europeus.

As condições climáticas brasileiras, especialmente na faixa litorânea, quente e úmida, entretanto, não favoreciam a produção das castas europeias. Assim, Brás Cubas obteve sucesso na elaboração do primeiro vinho brasileiro apenas por volta de 1551, com uvas produzidas em parreirais instalados no planalto de Piratininga, nos arredores do Tatuapé, na atual Grande São Paulo. Na região Nordeste, tem-se notícia da produção de uvas também no século XVI; na Bahia, a viticultura instalou-se inicialmente na região da atual Salvador, por volta de 1549. Menciona-se que, em Pernambuco, João Gonçalves, capitão da Ilha de Itamaracá, ainda em 1542 estimulou o cultivo de

cana, algodão, tabaco e uva, por meio da distribuição de terras, sementes e mudas importadas da Europa.

Do litoral, a uva segue para o interior, acompanhado os bandeirantes em busca de ouro e pedras preciosas, partindo de São Paulo em direção a Minas Gerais e também ao Paraná. Parreirais também são instalados no interior de Pernambuco e Bahia, em regiões mais secas, onde variedades portuguesas como Ferral, Dedo de Dama e também uvas com sabor moscatel chamaram atenção inclusive pela possibilidade de obtenção de safras sucessivas, algo impossível em regiões de clima temperado:

Das árvores e plantas frutíferas, que se cultivam em Portugal, se dão no Brasil as de espinho com tanto viço, e fertilidade, que todo o ano há laranjas, limões cidras e limas doces em muita abundância. Há também romãs, marmelos, figos e uvas de parreira, que se vindimam duas vezes no ano; e na mesma parreira / se querem/ tem juntamente uvas em flor, outras em agraço, outras maduras, se as podam a pedaços em tempos diversos. (História do Brasil, por Frei Vicente do Salvador, escrito em 1627).

No Rio Grande do Sul, as primeiras atividades vitícolas são registradas somente a partir da fundação da primeira missão jesuítica em solo brasileiro, a Missão de São Nicolau, em 1626, pelo padre Roque Cruz. Mudas e utensílios para elaboração do vinho no extremo sul do país foram trazidos diretamente da Espanha ou de Buenos Aires; porém, com a chegada dos bandeirantes, os Sete Povos das Missões e os primeiros parreirais gaúchos foram totalmente destruídos. Registros datados de 1807 mencionam o cultivo de uvas e outras fruteiras de origem europeia no território do atual estado de Santa Catarina. É improvável que estas frutas tenham sido trazidas de São Paulo, considerando as dificuldades de trânsito entre regiões brasileiras na época. O mais certo é que tenham sido introduzidas pelos açorianos e madeirenses que povoaram a região Sul a partir dos anos 1700, a mando de Dom João V. Esses imigrantes também retomaram a viticultura



no Rio Grande do Sul, na Ilha dos Marinheiros.

A expansão territorial da uva no Brasil, entretanto, não foi acompanhada pela valorização econômica da viticultura. Durante o período colonial esta era uma atividade sem importância comercial, restrita aos quintais urbanos e à sede das fazendas. Uma exceção são os famosos vinhedos da Ilha de Itamaracá que, durante o período da dominação holandesa, foram bastante estimulados, inclusive por Maurício de Nassau.

Várias são as razões que explicam a estagnação econômica da viticultura brasileira durante o período colonial. As principais atividades econômicas desta época foram a mineração do ouro e das pedras preciosas e os monopólios da cana e do café. Essas atividades geravam muita riqueza, tornando possível o consumo das melhores uvas e vinhos vindos do exterior. A influência da política comercial portuguesa, que protegia sua produção doméstica por meio da proibição da instalação de indústrias no Brasil, com o objetivo de usar a colônia como um mercado para os vinhos do Douro e outras regiões, pode ter contribuído para a falta de valorização econômica da viticultura nessa época. Alguns autores desconsideram as razões econômicas, atribuindo a estagnação da viticultura brasileira até meados do século XIX basicamente a fatores biológicos e tecnológicos, como a falta de rusticidade característica

da espécie *V. vinifera*, aliados às condições desfavoráveis de temperatura e umidade, e à limitação das práticas agrícolas disponíveis na época.

A falta de sucesso no cultivo de uvas europeias no Novo Mundo não se restringiu ao Brasil colonial, mas também é relatada na história agrícola norte-americana e somente foi superada com a exploração comercial de outras espécies do gênero *Vitis*, nativas da América do Norte. Estas uvas são mais rústicas em comparação com as castas europeias e começaram a ser cultivadas a partir do século XIX, quando os americanos desenvolveram as primeiras variedades híbridas, como Isabella ou Isabel. Outras variedades híbridas, como Catawba, Norton, Ives e Concord, logo foram desenvolvidas. Embora não aceitas na Europa, as uvas americanas e híbridas são ainda hoje amplamente cultivadas na costa leste da América do Norte, no Brasil e na Ásia, devido à maior rusticidade. Nessas regiões, são utilizadas, entre outras finalidades, para

elaboração de sucos de uva, principalmente por seu aroma e sabor considerados como referencial de qualidade organoléptica desse produto. No Brasil, o suco de uva é tradicionalmente elaborado com as cultivares de uvas americanas Isabel, Concord, e Ives.

A origem exata da uva Isabel não é conhecida. As informações disponíveis indicam que a cultivar originou-se na região de Dorchester, na Carolina do Sul, EUA, a partir de uma

As uvas de chupar

A polpa mucilaginosa é uma característica muito marcante de uvas de algumas espécies americanas e suas híbridas, inclusive de *V. labrusca*. Este tipo de polpa se caracteriza por formar uma massa gelatinosa mais ou menos firme que se separa da casca como uma unidade. Em inglês, são denominadas *slip-skin*. Em português, essas uvas são popularmente chamadas de “uvas de chupar”. Alguns exemplos de cultivares que apresentam este tipo de polpa, bem ao gosto do brasileiro, são Isabel, Niágara Rosada e Concord.



Por que o vinho se popularizou antes do suco de uva?

Razões científicas e tecnológicas explicam por que o vinho se popularizou antes do suco de uva não fermentado. Como as leveduras, que são os agentes biológicos que realizam a fermentação, estão presentes na própria uva, qualquer extrato da fruta que seja deixado na temperatura ambiente vai fermentar e se transformar em vinho. A inovação que levou à popularização do suco de uva foi a descoberta da possibilidade de conservação do suco com o uso de técnicas de controle dos agentes de fermentação, desenvolvidas na segunda metade do século XIX, por Louis Pasteur. Quem teve a ideia de usar a técnica de pasteurização na conservação de suco foi a família norte-americana Welsh, cujo nome atualmente é sinônimo de suco de uvas nos EUA. Thomas Welsh, um dentista do estado de Nova Jersey, foi o primeiro a processar o suco de uva nos Estados Unidos, em 1869, usando cerca de 20 kg de uvas da cultivar Concord. As uvas foram cozidas, coadas em sacos de pano e armazenadas em garrafas de vidro, que foram tampadas com rolhas de cortiça e cera. Para evitar a fermentação, as garrafas contendo o suco foram fervidas em água. Ainda hoje esses são os princípios gerais de preparação e conservação de suco de uva.

planta oriunda de semente. Foi enviada pela viticultora Isabella Gibbs para William Prince, de Long Island, em 1816. O viveirista, impressionado com a aparência da uva, considerou valer a pena nomeá-la e disponibilizá-la para o público. Os viticultores norte-americanos obtiveram sucesso no cultivo da Isabel e a nova uva logo foi disseminada em todo o país. A uva Concord é originária do estado norte-americano de Massachussets, onde foi a variedade mais popular no final do século XIX. O viticultor E. W. Bull foi o primeiro a exibí-la em 1853 na XXV Exposição Anual da Sociedade de Horticultura de Massachussets, em Boston. Por suas características de aroma e sabor, ainda é a cultivar preferida para a elaboração de suco tinto e, atualmente, é a única explorada comercialmente na costa leste americana, com tal finalidade.

A Ives, conhecida no Brasil como Folha de Figo, Terci ou Bordô, foi selecionada em Ohio, Estados Unidos, por Henry Ives, a partir de sementeira estabelecida em 1840. Destaca-se pelo alto conteúdo de matéria corante, o que dá origem a sucos intensamente coloridos, preferidos pelos brasileiros.

A introdução da cultivar de uva americana Isabel no

Brasil ocorreu na primeira metade século XIX, no estado de São Paulo, trazida pelo inglês John Rudge, na Fazenda Morumbi, e no Rio Grande do Sul, na Ilha dos Marinheiros, pelo americano Thomas Maister. Concord começou a ser cultivada no Brasil na segunda metade do século XIX; em 1880 já era explorada comercialmente pela colônia francesa instalada na cidade de Pelotas, razão pela qual é também conhecida como Francesa no Brasil. Foi bastante difundida no Rio Grande do Sul, sendo, em seguida, levada para Santa Catarina e Paraná. Com o início da produção de suco de uva concentrado, em meados da década de 1970, houve aumento da demanda desta uva e consequente crescimento da área plantada na Serra Gaúcha. Atualmente, a uva Bordô apresenta importância comercial somente no Brasil, onde foi introduzida em 1904,

procedente de Portugal. Foi inicialmente difundida no Rio Grande do Sul, depois em Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais.

A disseminação das uvas americanas no Brasil ganhou impulso com a chegada dos imigrantes italianos, na segunda metade do século XIX, processo que culminou na rápida substituição dos vinhedos de uvas europeias. A vitivinicultura (processo ou desenvolvimento que envolve o cultivo e/ou a fabricação de vinho) de clima temperado praticada no Brasil, consolidou-se, portanto, com base nas uvas americanas, mais rústicas, e mais adaptáveis às condições edafoclimáticas locais. Entretanto, juntamente com o material propagativo das uvas americanas, observou-se a entrada de pragas e doenças até então inexistentes no país, como a filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), o míldio (*Plasmopara viticola*) e o oídio (*Uncinula necator*). Esses problemas fitossanitários contribuíram para comprometer ainda mais a utilização de cultivares europeias e, mesmo o cultivo das uvas americanas, caracterizadas por maior resistência às principais pragas e doenças da videira, foi prejudicado. Assim, foram estabelecidos novos rumos na tecnificação da

vitivinicultura nacional, pela imposição da aplicação de tecnologias visando a prevenção do ataque de pragas e doenças, como o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes, aliadas ao controle químico e à adoção de práticas de prevenção, como o uso de porta-enxertos. A adoção e a evolução destas técnicas, entre outras, iriam, 100 anos mais tarde, contribuir para o sucesso da vitivinicultura em regiões de clima tropical.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO CULTIVO DA UVA E DE SUA TRANSFORMAÇÃO EM SUCO

A uva está entre as espécies de plantas mais cultivadas no mundo, com área de cerca de 7 milhões de hectares, distribuída por todos os continentes. Ocupa o primeiro lugar quando se ranqueia o valor da produção das principais frutas cultivadas no mundo.

A longa história de cultivo da uva está ligada ao seu valor econômico e também às suas múltiplas finalidades, como fonte de nutrição e saúde. Os efeitos medicinais da uva e seus derivados, que já eram conhecidos pelos povos antigos, vêm sendo confirmados pela ciência moderna. A presença de compostos conhecidos como polifenóis, presentes em altas concentrações nas uvas e seus derivados, tem sido associada à proteção contra doenças coronarianas e câncer. O suco é uma excelente fonte de polifenóis derivados da uva. Estudos mostram que a ingestão do suco de uva melhora a vasodilatação e as respostas inflamatórias em pacientes com doenças coronárias.

A ampla distribuição geográfica do cultivo da uva está relacionada à grande plasticidade genética da cultura, que atualmente é produzida em regiões temperadas, subtropicais e tropicais. Os principais produtores de uva são países europeus, além da China e dos Estados Unidos, sendo que o Brasil ocupa o décimo-primeiro lugar em volume da produção.

O uso de uvas americanas e híbridas para processamento no continente europeu e em outras partes do mundo é bastante restrito, por causa de sua associação principalmente com a praga de solo filoxera e doenças fúngicas, que quase dizimaram os parreirais de uvas viníferas. O problema da filoxera, especificamente, foi contornado com o uso das próprias espécies americanas como porta-enxerto. Na Ásia, na costa leste dos Estados Unidos e no Brasil, o cultivo de uvas americanas e híbridas tem importância comercial e parte desta produção é usada na elaboração de sucos.

No Brasil, os primeiros sucos de uva foram produzidos por volta de 1911, no município de Monte Belo do Sul, Rio Grande do Sul. A degustação de sucos de uva era uma das principais atrações das primeiras Festas da Uva, realizadas em Caxias do Sul, a partir de 2008. Entretanto, problemas relacionados com as dificuldades tecnológicas no processo de elaboração, a qualidade e a comercialização do suco causaram a oscilação da produção até os anos 1970. A partir daí, diversos fatores, entre eles a oferta de matéria-prima de qualidade e a obrigatoriedade do uso de suco natural em bebidas refrigerantes, estimularam a retomada da atividade no Sul no Brasil.





Mutações criam novas variedades

Apesar de sua rusticidade, o cultivo comercial das uvas americanas e híbridas no Brasil permaneceu restrito às condições de clima temperado, até o final da década de 1990. Nos últimos anos, o desenvolvimento de cultivares adaptadas e ações de manejo permitiram o cultivo econômico das uvas americanas e híbridas em regiões tropicais, como Goiás, Mato Grosso, Pernambuco e Bahia.

Apesar da tendência de expansão, a viticultura brasileira ainda está concentrada na região Centro-Sul do país. O estado do Rio Grande do Sul é o principal produtor de uvas, seguido por Pernambuco, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Bahia e Minas Gerais. Em 2011, 834 milhões de toneladas de uvas, cerca de 57% do total produzido, foram processadas na forma de suco ou vinho. Somente no Rio Grande do Sul, foram processados cerca de 710 milhões de toneladas, e destes, 627 milhões eram uvas americanas e híbridas.

O percentual de uvas transformadas em suco aumentou de 22 para 32% no período de quatro anos, entre 2008 e 2011. Atualmente, o suco é o principal derivado de uva exportado pelo país, principalmente para o Japão, mas também para Porto Rico, Estados Unidos, Angola e Dinamarca. O mercado interno de suco de uva, por sua vez, tem crescido a uma média de 15 a 20% por ano, sendo que os sucos naturais e/ou integrais têm incremento ainda maior, ao redor de 40%. Em dois anos, a comercialização de suco de uva 100% natural aumentou 86% no Brasil, passando de 13,7 milhões de litros em 2007 para 25,5 milhões de litros em 2009. Diante das condições favoráveis da demanda interna e externa por suco de uva, estudos econômicos têm apontado o potencial da atividade, não só

No Brasil, existem relatos da ocorrência de várias mutações somáticas espontâneas em uvas americanas e híbridas que originaram novas variedades, algumas com grande sucesso comercial. A uva Niágara Rosada, por exemplo, foi identificada em Jundiá, SP, no bairro de Louveira, em um parreiral de Niágara Branca que, por sua vez, foi introduzida no país no final do século XIX. Também foram identificadas no Brasil as seguintes mutações: Isabel Cinza, com bagas de cor acinzentada, quase brancas, mutação somática da Isabel típica, que tem bagas pretas; Isabel Precoce, cuja maturação se dá cerca de um mês antes da Isabel típica; e Concord Clone 30, cuja maturação acontece por volta de 15 dias antes da Concord típica.

no Sul e Sudeste brasileiros, mas também nas regiões Nordeste e Centro-Oeste.

A DIVERSIDADE GENÉTICA DO GÊNERO *VITIS*

Uma das características mais notáveis dos recursos genéticos vegetais é a presença da intensa variabilidade fenotípica intra e inte-

respecífica. As diferenças observadas entre indivíduos pertencentes à mesma espécie na natureza são explicadas, pelo menos parcialmente, por diferenças genéticas. Grande parte desta diversidade é decorrente do surgimento de alterações genéticas espontâneas, mantidas na natureza por processos evolutivos, que incluem, entre outros, a seleção natural e artificial. A variabilidade genética quantitativa é responsável pelo controle das estratégias adaptativas que os organismos empregam para responder aos fatores bióticos e abióticos, constituindo a base da história evolutiva das plantas e da variação responsável por inúmeras características de interesse agrônomo.

O gênero *Vitis* é o único que apresenta importância econômica e alimentar na família Vitaceae ou Ampelidaceae, da ordem Rhamnales. O gênero é composto por duas seções: *Muscadinia*, com 40 cromossomos ($n=20$), e *Vitis* ou *Euvitis*, com 38 cromossomos ($n=19$). Os representantes do gênero *Vitis* são plantas perenes, que rebrotam anualmente, e sempre apresentam gavinhas. As flores são de três tipos: (1) hermafroditas; (2) masculinas, com pistilos de fertilidade variável; e (3) femininas, por causa da infertilidade do pólen ou da deformação dos estames.

Não existe consenso entre os autores quanto à classificação das espécies do gênero *Vitis*. Segundo uma das classificações, o gênero é composto por 64 espécies, porém, algumas delas não foram suficientemente

estudadas e estão sujeitas à confirmação. O germoplasma de *Vitis* está distribuído em três centros de origem:

- Centro Euroasiático, caracterizado por clima temperado, com verão quente e seco e inverno frio e úmido, do qual são originárias a *Vitis vinifera* e a *Vitis silvestris*. A bibliografia indica que a *V. vinifera*, espécie mais cultivada no mundo, teria se difundido por toda a região mediterrânea a partir do Cáucaso, região situada entre a Armênia e a Pérsia.
- Centro Asiático, que abrange regiões com clima muito diverso, desde latitudes entre 40°N e 50°N, de onde é originária a *Vitis amurensis*, até a ilha de Java a 10° de latitude Sul, onde é encontrada a *Vitis flexuosa*. O centro é rico em espécies e em variabilidade genética, pela sua própria dimensão territorial e amplitude climática. Galet (1988) descreve 15 espécies já definidas e outras 14 espécies sujeitas à revisão devido à insuficiência de informações. De maneira geral as espécies asiáticas são pouco conhecidas e raramente têm sido utilizadas.
- Centro Americano, no qual ocorrem 34 espécies descritas e classificadas, ocupando vasto território a partir do Canadá, onde vegeta a *Vitis riparia*, até a América Central, Colômbia e Equador onde é encontrada a *Vitis caribaea*. O centro é particularmente importante não só pela sua riqueza genética como, principalmente, pela utilização de suas espécies, tanto no melhoramento genético quanto na produção comercial de uvas.

Considerando-se a diversidade ambiental da área de ocorrência natural das videiras, é evidente a riqueza do germoplasma do gênero, indicando ampla capacidade de adaptação a diferentes condições de clima e solo. Algumas espécies, como *V. vinifera* e *V. labrusca*, apresentam características de alta qualidade de fruto, para fins específicos, como a elaboração de vinhos e de sucos, respectivamente. Algumas espécies menos conhecidas, como *V. rupestris*, *V. riparia* e *V. berlandieri* ou híbridos entre elas são porta-enxertos

conhecidos como Kober 5BB, 420A, SO4, 101-14 ou 1103 Paulsen, que começaram a ser usados com a finalidade de contornar a praga de solo filoxera. Outras não apresentam importância comercial, mas vêm sendo usadas no melhoramento de plantas visando ao desenvolvimento de cultivares com maior resistência a doenças e adaptação a climas tropicais, pois apresentam genes de resistência ou tolerância a diferentes fatores bióticos (doenças e pragas) e abióticos (condições extremas ou adversas de clima e solo). Dentre estas, pode-se citar como exemplos: *V. amurensis*, usada como fonte de resistência a doenças fúngicas e ao frio; *V. smalliana*, que apresenta resistência a uma das mais importantes doenças na América do Norte, chamada doença de Pierce, causada pela bactéria *Xylella fastidiosa*; *V. rotundifolia*, resistente às principais doenças fúngicas da videira, míldio e oídio, e também à principal praga de solo no Sul do Brasil, comumente chamada de pérola-da-terra (*Eurhizococcus brasiliensis*).



Enxertia ou cruzamento?

A enxertia entre as duas secções que compõem o gênero *Vitis*, *Euvinis* e *Muscadinia* não é compatível. Felizmente para os melhoristas, embora seja difícil, por causa da diferença no número de cromossomos, é possível a realização de cruzamentos férteis entre os dois táxons. Algumas muscadíneas constituem importantes fontes de resistência para várias doenças e pragas que causam prejuízos financeiros à viticultura.



Ampelografia

A Ampelografia é a disciplina da botânica e da agronomia que estuda, identifica e classifica as variedades ou castas de videira com base na descrição morfológica e morfológica das características dos vários órgãos da planta. Com base nesse critério, são mundialmente reconhecidas cerca de 6 mil castas diferentes de *Vitis*, das quais, com a respectiva sinonímia e variantes linguísticas, correspondem a mais de 40 mil nomes registrados.

Além da variabilidade intraespecífica decorrente da propagação das espécies por via sexuada em seus habitats naturais, existe variabilidade entre as variedades cultivadas de uma mesma espécie, oriunda de mutações somáticas que ocorrem e se acumulam naturalmente ao longo do tempo. A possibilidade de propagação vegetativa permitiu a conservação destas mutações. A espécie cultivada mais antiga, *Vitis vinifera*, conta hoje com um número estimado de 6 mil a 11 mil cultivares.

Por causa da combinação entre cruzamentos sexuais e propagação vegetativa, a maior parte dos acessos é heterozigota e vem sendo mantida em coleções de germoplasma conservadas a campo. O alto nível de heterozigosidade e também a origem poliploide do genoma resultam no incremento do nível de complexidade da tarefa de caracterizar e avaliar *Vitis*. Portanto, estas são atividades que demandam muitos recursos financeiros e humanos. Algumas peculiaridades da cultura, como a interação entre porta-enxertos e copa e entre as próprias características de interesse também são fatores limitantes.

Os estudos sobre a diversidade fenotípica de *Vitis* têm sido concentrados em algumas áreas principais

de interesse, que são a morfologia das plantas; a composição da baga, principalmente no diz respeito ao conteúdo de açúcares e de compostos relacionados à saúde; à fenologia; e às respostas aos estresses bióticos e abióticos, como reação às principais doenças que atacam a videira ou tolerância às temperaturas altas e à seca. Em correlação com a variabilidade fenotípica, estudos genéticos realizados com marcadores moleculares do tipo microssatélites e também SNPs (*Single-Nucleotide Polymorphism*) têm revelado o alto nível de diversidade genotípica de *Vitis*.

O genoma de *V. vinifera* foi um dos primeiros genomas de plantas perenes a ser completamente sequenciado. O tamanho relativamente pequeno do genoma (487–500 milhões de pares de base e 38 cromossomos) facilitou esse trabalho. Essas e outras características da uva, como a possibilidade de propagação por meio sexual e vegetativo, o grande número de genes identificados, mapeados e relacionados com a reação às principais doenças da videira, com a resistência aos estresses abióticos e também com características físicas e químicas da baga fazem com que a espécie torne-se candidata a ser uma planta modelo nos estudos genéticos de plantas perenes.

COLEÇÕES DE GERMOPLASMA

A diversidade genética constitui um patrimônio importante e de valor incalculável para seus detentores, sendo que o desenvolvimento de estratégias para sua preservação tem sido considerado objetivo principal de iniciativas em vários países. Apesar de algumas coleções de germoplasma de uva serem bastante antigas, somente no início dos anos 1970, os especialistas começaram a observar mais atentamente os efeitos prejudiciais da redução das áreas naturais intactas sobre a diversidade genética do gênero *Vitis*. Em 1982, na reunião do então Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetais (*International Plant Genetic Resources Institute*, IPGRI, atualmente *Biodiversity International*) foram destacadas a necessidade de priorização das atividades de coleta e a manutenção de germoplasma de uva, principalmente devido às perdas de genótipos silvestres e materiais autóctones de *Vitis* e à necessidade de cooperação internacional para a caracterização, avaliação e livre troca de materiais genéticos. Desde então, vários países europeus estabeleceram iniciativas mais agressivas para coleta, conservação e caracterização do germoplasma de uva, de forma local ou multinacional. Presentemente, a base de dados *European Vitis Database* (<http://www.eu-vitis.de/index.php>) contém informações sobre mais de 35 mil acessos, com as maiores coleções localizadas na França (7500 acessos), Espanha (5 mil), Alemanha (3800) e Itália (3500). As coleções espanholas e italianas são mantidas por diversas instituições, de forma descentralizada, sendo a mesma estratégia também adotada por países da Europa Oriental,

como Croácia, Sérvia-Montenegro, Albânia, Rússia, Ucrânia, entre outros, e Portugal.

Na América, as maiores coleções são mantidas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture*, USDA)/ Serviço de Pesquisa em Agricultura (*Agricultural Research Service*, ARS) nos Repositórios de Material Clonal de *Vitis* em Geneva (1700 acessos) e Davis (3 mil acessos), nos estados de Nova Iorque e Califórnia, respectivamente. Na América do Sul, os recursos genéticos de videira têm sido mantidos por instituições individuais como coleções independentes, sendo que o Chile e a Argentina se destacam pelas iniciativas de caracterização de acessos e resgate de materiais autóctones.

No Brasil, a coleção do Banco Ativo de Germoplasma de Uva (BAG-Uva), mantida pela Embrapa, representa o maior banco de germoplasma de videira na América do Sul, sendo constituído por aproximadamente 1500 acessos, incluindo cultivares, híbridos interespecíficos e espécies silvestres dos gêneros *Vitis* e *Ampelopsis*, que também pertencem à família Vitaceae. Outras coleções ampelográficas (veja "Ampelografia"), com menor número de acessos, são conservadas por várias instituições de pesquisa (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) que se

dedicam à pesquisa vitícola no Brasil. O BAG-Uva começou a ser reunido na antiga Estação Experimental de Caxias do Sul, ainda antes da criação da Embrapa. Em 1975, com a criação da Embrapa Uva e Vinho, esta coleção serviu como núcleo inicial para a criação de um acervo único no país, composto pela reunião do germoplasma de videira existente em instituições nacionais e pela importação de materiais de diversos países, com a colaboração da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CAMARGO, 1980). Até o final dos anos 1990, o acervo foi mantido somente na Embrapa Uva e Vinho, em região de clima temperado, (29°09'S, 51°31'W, 680m de altitude), quando foi transferido para a Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT), localizada no município de Jales-SP, latitude 20°09'S, 50°36'W, 480 m de altitude, onde o clima é tropical úmido. O BAG-Uva do Semiárido, coleção mantida pela Embrapa Semiárido, inclui cerca de 230 acessos e merece destaque por ser a única mantida na região Nordeste do país.



BAG-UVA: CONSERVAÇÃO, ESTRATÉGIAS, CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO

O germoplasma de videira inclui grande quantidade de genótipos provenientes de ambientes com características bióticas e abióticas específicas e distintas entre si, sendo que a manutenção desses materiais em um ambiente relativamente uniforme é um grande desafio da conservação *in vivo*.

Em espécies heterozigotas de propagação vegetativa, como a videira, os problemas para a conservação da diversidade genética são complexos. A conservação *in situ* é uma alternativa virtualmente impossível devido à necessidade de extensas áreas, de alto volume de recursos para a aquisição de insumos e contratação de pessoal. Além disso, o material vegetal mantido sob condições naturais permanece suscetível à ocorrência de desastres naturais e ao ataque de patógenos e insetos. Alternativamente, a conservação de material vegetal *in vitro* permite a manutenção de milhares de genótipos em espaços relativamente pequenos, evitando os riscos de extinção e perda de diversidade genética. A conservação de germoplasma *in vitro* também pode facilitar o estabelecimento de acordos internacionais de transferência de material, devido à maior qualidade fitossanitária de materiais mantidos sob essas condições.

A conservação a campo do germoplasma de videira na Embrapa Uva e Vinho é realizada em duas coleções. O germoplasma já caracterizado e avaliado é mantido na Embrapa Uva e Vinho - Estação Experimental de Viticultura Tropical (E EVT), em Jales-SP, conduzido em sistema adensado em canteiros elevados de alvenaria com quatro plantas por acesso. O germoplasma ainda em fase de caracterização e avaliação é mantido

na sede da Embrapa Uva e Vinho, com quatro a seis plantas por acesso, em sistema de espaldeira, sobre o porta-enxerto 101-14. Alguns genótipos são mantidos como estacas enraizadas para a produção de explantes para a conservação *in vitro*.

A Embrapa Uva e Vinho também mantém aproximadamente mil acessos de videira *in vitro*, em duplicata, sob condições de crescimento reduzido, à temperatura de 21°C, com repicagem quadrimestral. O processo de introdução e estabelecimento está em andamento para os demais acessos do BAG-Uva. Na Embrapa Uva e Vinho estão sendo conduzidos ensaios de criopreservação em nitrogênio líquido, sob temperaturas inferiores a -196°C, para diversos materiais de videira, empregando condicionamento de explantes *in vitro* por vitrificação, precedido de encapsulação ou tratamento com anticongelante.

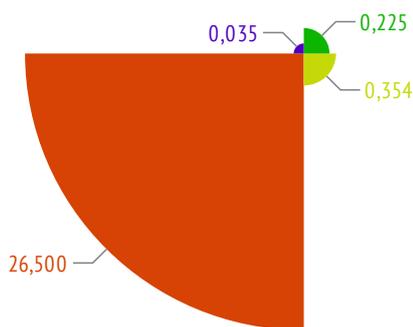
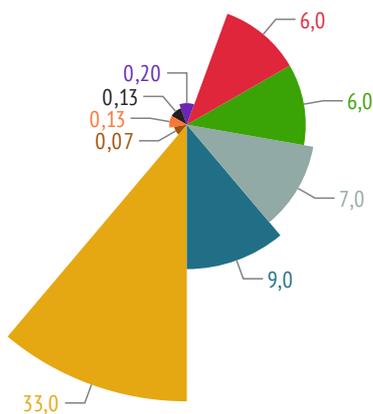
Durante um período de 10 anos, mil acessos da coleção mantida pela Embrapa Uva e Vinho foram caracterizados e avaliados em Bento Gonçalves-RS, em condições de clima temperado usando-se 23 descritores. Todos os dados foram informatizados e disponibilizados na página da Embrapa Uva e Vinho para uso da pesquisa e do setor vitivinícola. Na sede da Embrapa Uva e Vinho, localizada em Bento Gonçalves - RS, cerca de 500 acessos estão em procedimento de

avaliação. Uma amostra de 200 acessos da coleção também está sendo avaliada em condições tropicais, na Estação Experimental de Viticultura Tropical, no noroeste de São Paulo. Folhas de todos os acessos avaliados são mantidas em herbário.

Os dados de caracterização e avaliação dos acessos mostram a

Uva sem semente

Semelhante à Concord em sabor, aroma e textura, a cultivar Concord Seedless não produz sementes, sendo empregada na produção de frutos para processamento na forma de polpa, geleias e conservas. Na estenospermocarpia, o principal mecanismo natural que dá origem a uvas sem semente, a polinização e fertilização ocorrem normalmente, mas o desenvolvimento da semente é interrompido devido à degeneração precoce do endosperma. Os frutos resultantes contêm sementes rudimentares ou sementes-traço, carregando embriões viáveis que podem terminar seu desenvolvimento e dar origem a plantas completas por resgate e cultivo *in vitro*. As cultivares de uvas sem semente são propagadas vegetativamente, por enxertia ou estaquia.



existência de grande variabilidade genética na coleção. Atualmente, os acessos em avaliação do BAG-Uva estão sendo caracterizados geneticamente com o uso de marcadores moleculares microssatélites e avaliados também para o conteúdo de compostos relacionados à saúde.

MELHORAMENTO GENÉTICO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES PARA ELABORAÇÃO DE SUCO

Desde 1977, dando continuidade às atividades iniciadas na Estação Experimental de Caxias do Sul, a Embrapa Uva e Vinho vem conduzindo um programa de hibridações visando ao desenvolvimento de novas cultivares de uvas de mesa, para elaboração de sucos, vinhos e passas e de porta-enxertos. Por meio dos resultados desse programa, o conjunto de cultivares tradicionalmente usado na indústria brasileira de sucos de uva, Isabel, Concord e Bordô, tem sido complementado com o desenvolvimento de novas cultivares de uvas para elaboração de sucos por meio do melhoramento genético, buscando aumentar a competitividade e a sustentabilidade do setor.

O programa busca atender às demandas do setor vitivinícola, especialmente do segmento de elaboração de sucos. A adaptação de cultivares às diferentes regiões produtoras e a resistência às doenças e pragas são demandas gerais do setor. Quando se trata especificamente do segmento de elaboração de sucos de uva, o baixo teor de açúcares da matéria-prima é um dos principais entraves. O agricultor recebe menos pela produção com baixo conteúdo de açúcar, de acordo com a legislação brasileira. Para a indústria, a matéria-prima com baixo conteúdo de açúcar onera tanto custos adicionais, como o transporte, quanto custos operacionais, já que uma quantidade maior de uvas deve ser transportada ou trabalhada para obtenção de 1kg de suco.

Outros requisitos importantes para cultivares de uva para elaboração de suco são a cor, o aroma e o sabor. Também devem ser levados em consideração no programa de melhoramento de uvas para

elaboração de sucos o desenvolvimento de cultivares de ciclo curto, adaptadas ao cultivo em áreas tropicais, permitindo a obtenção de duas ou mais safras por ano, e cultivares com diferentes níveis de precocidade, visando a ampliação do período de processamento em regiões de viticultura com ciclo anual.

No Brasil, o melhoramento genético para desenvolvimento de novas cultivares de suco de uva tem como base a variabilidade mantida pelo BAG-Uva. A variabilidade de ciclos produtivos observada na coleção e a porcentagem de materiais com conteúdo de açúcares maior que 18°brix (42%) tornam possível a obtenção de novas cultivares com ciclos diferenciados e alto conteúdo de açúcares. A variação relacionada com a reação dos materiais mantidos nesta coleção às principais doenças da videira também permite o desenvolvimento de cultivares mais resistentes.

Métodos convencionais de melhoramento genético, como a realização de cruzamentos entre genitores selecionados para as características de interesse, seguida de várias etapas de seleção vêm sendo utilizados. Durante esse processo, sucos de uvas das seleções em teste são elaborados em escala semi-industrial e industrial e submetidos à análise sensorial. A indicação do material para lançamento como nova cultivar somente é realizada após sua avaliação e aprovação em áreas de produtores. Em alguns casos, o método de seleção clonal tem sido utilizado com sucesso, especialmente na obtenção de clones precoces. Nos últimos anos, sete cultivares de uva para elaboração de sucos foram desenvolvidas e lançadas pelo programa da Embrapa Uva e Vinho. Essas cultivares complementam o grupo de variedades tradicionais já disponíveis aos produtores. Algumas apresentam ampla adaptação e ciclo precoce, podendo ser cultivadas em regiões de clima tropical, com colheita em duas safras anuais, oferecendo suporte à expansão da viticultura brasileira.

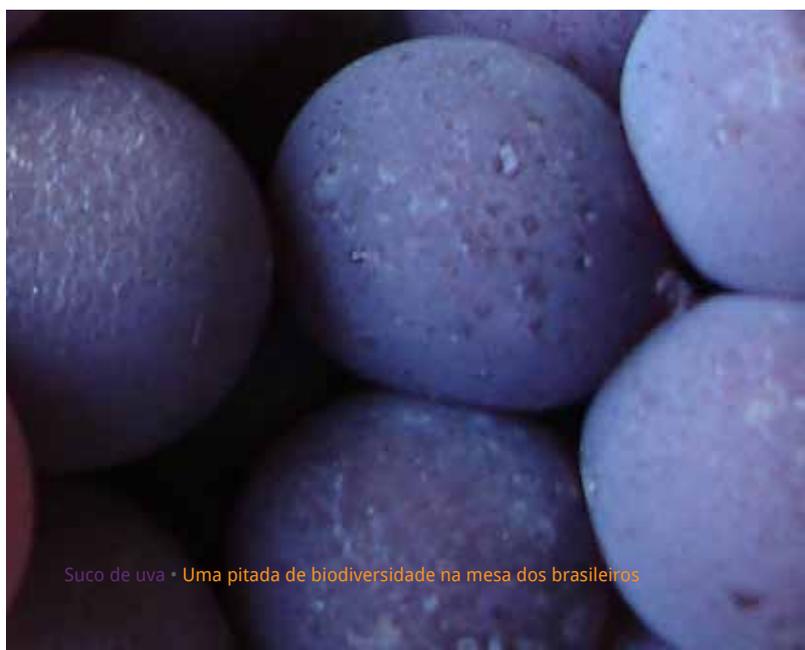
Em regiões de clima temperado, a obtenção de cultivares com ciclos diferenciados permitiu que o período da safra aumentasse em cerca de 40 dias anuais, praticado quando as opções eram apenas as cultivares

tradicionais, para 70 dias, o que possibilita melhor distribuição de trabalhos durante a safra, mantendo a indústria de sucos ocupada com a atividade em um período maior do ano. Foi também obtido um incremento no conteúdo de açúcares em relação às cultivares tradicionais, e observou-se um aumento do conteúdo de matéria corante, expresso pelo conteúdo de antocianinas. Esses compostos e também os fenólicos totais estão relacionados aos benefícios do suco na saúde humana.

Assim, o desenvolvimento de novas cultivares de uvas para elaboração de sucos vem contribuindo para a viticultura brasileira, aumentando e diversificando as opções de cultivares de uvas para suco, buscando atender às demandas do setor.

Brasil e cultivares para suco

Existem poucas iniciativas no mundo para desenvolvimento de cultivares de uva para elaboração de sucos, além do programa de melhoramento genético brasileiro. Os americanos, pioneiros no desenvolvimento das primeiras cultivares híbridas entre americanas e *V. vinifera*, na atualidade praticamente elaboram suco apenas com a uva Concord. Os esforços do programa de melhoramento genético americano estão concentrados na obtenção de novas cultivares de uva de mesa, e para elaboração de vinhos e passas. Na China foram lançadas três cultivares de uvas para suco a partir de cruzamentos entre *V. vinifera* e espécies asiáticas *V. amurensis* e *V. thumbergii*, mas seu cultivo é bastante restrito.





VISÃO DE FUTURO

A conservação de recursos genéticos de videira garantirá a manutenção da variabilidade genética da cultura, responsável pelo controle das estratégias adaptativas que os organismos empregam para responder aos fatores bióticos e abióticos, constituindo a base da história evolutiva das plantas e da variação responsável por inúmeras características de interesse agrônomo.

O estabelecimento de metodologias eficientes para a conservação *in vitro* de materiais de videira permitirá a manutenção de grande quantidade de amostras por longos períodos de tempo, em pequenas áreas, de forma econômica, e em condições fitossanitárias adequadas, reduzindo o risco de perdas do material vegetal por incidência de patógenos, insetos, catástrofes naturais, baixa adaptação edafoclimática e vandalismo. Essas estratégias de conservação facilitarão a propagação de grande quantidade de material vegetal em curtos períodos de tempo e com qualidade fitossanitária adequada.

A redução dos custos e o aumento ao acesso a análises (fenotipagem e genotipagem) de larga escala, como sequenciamento de nova geração e sistemas acoplados de cromatografia de alta capacidade, serão responsáveis por acelerar drasticamente o melhoramento genético, devido à identificação de determinantes genéticos de fenótipos de interesse, principalmente em espécies vegetais de alta diversidade, como a videira. A existência de coleções completas e organizadas de germoplasma é essencial para o emprego eficiente de tecnologias de análise em larga escala.

Assim, espera-se que a manutenção de recursos genéticos de videira em coleções organizadas e documentadas, caracterizadas e avaliadas para os caracteres de interesse dos produtores e dos consumidores finais, facilite a incorporação dessas características em novas cultivares de uva, aumentando a sustentabilidade da cultura sob condições bióticas e abióticas distintas.



Suco de uva caseiro

Ingredientes e utensílios

- uma peneira para enxaguar as uvas
- uma panela grande de cerca de 12 litros
- uma panela de cerca de 8 litros
- uma peneira de malha aberta
- ½ Kg de uvas americanas (*V. labrusca*) para cada copo de suco

Modo de fazer

Escolha, lave e degrane as uvas. Descarte as frutas verdes e amassadas. Amasse as uvas (pode usar um espremedor de batatas) para obtenção do purê de uvas ou mosto. Cozinhe o mosto em uma panela grande. Comece o cozimento aquecendo o mosto lentamente, até ferver em fogo médio, e deixe-o cozinhando por cerca de 10 minutos. Mexa ocasionalmente, para que as uvas não grudem no fundo da panela. Durante o cozimento, vá amassando as uvas. Prepare a peneira, colocando-a sobre a panela menor, e coe o mosto cozido. Deixe descansar por várias horas durante a noite, na geladeira. Remova a peneira, lave e coe novamente o suco, para filtrar possíveis sedimentos. Use uma concha para colocar o suco em recipientes e mantenha-os em geladeira para evitar a fermentação.

Sangria de suco de uva

Ingredientes

- um vidro de suco de uva integral
- uma laranja
- uma pera
- uma maçã
- ½ limão
- água mineral

Modo de fazer

Em uma jarra bem grande coloque a pera cortada em fatias e a maçã cortada em rodelas, o suco do limão e a laranja descascada e cortada em pedaços. Cubra com o suco de uva, coloque doze cubos de gelo. Complete a jarra com água mineral. Assim que estiver bem gelada, sirva a sangria.



©iStock.com/meliusphotography

Sagu com suco de uva e creme

Ingredientes

Para o sagu

- 200g de sagu
- 2 copos de suco de uva
- 3 colheres de sopa de açúcar (ajustar a seu gosto)
- um pedaço de canela em pau

Para o creme

- 1 litro de leite
- duas gemas
- uma lata de leite condensado
- 3 colheres de sopa de amido de milho
- três gotas de essência de baunilha
- açúcar a gosto

Modo de fazer

Creme: Misture todos os ingredientes e leve-os ao fogo. Espere esfriar e coloque o creme em taças.

Sagu: Coloque o sagu de molho em água quente e deixe de molho durante 4 ou 5 horas. Depois desse tempo, escorra e leve ao fogo junto com o suco de uva, o açúcar e a canela. Mexa com uma colher de pau até que o sagu fique bem cozido, transparente e lustroso, na consistência de um creme grosso. Retire e deixe esfriar, distribua nas taças sobre o creme e conserve no refrigerador até o momento de levar à mesa.



©iStock.com/IngridHS

Peras em calda de suco de uva

Ingredientes

- 4 peras
- 100g de açúcar (ajustar a seu gosto)
- ½ copo de água
- ½ copo de suco de uva
- um cravo – uma pitada de canela
- um pedaço de casca de limão
- um pedaço de casca de laranja (só a parte amarela)

Modo de fazer

Misture todos os ingredientes, menos as peras. Ferva durante uns 15 minutos, retire as cascas de limão e o cravo. Deixe esfriar. Descasque as peras, retire-lhes a parte central e corte-as em gomos. Distribua as frutas em taças e despeje a calda por cima. Conserve no refrigerador até o momento de servir.

Bananas ao suco de uva

Ingredientes

- 4 bananas prata
- ½ litro de suco de uva
- um pedaço de canela em pau
- 100g de açúcar (a gosto)
- uma colher de sopa de manteiga
- 10 folhas de hortelã

Modo de fazer

Aqueça o açúcar com a canela. Quando o açúcar começar a derreter, acrescente o suco de uva, deixando cozinhar até obter calda não muito grossa. Reserve. Descasque e corte as bananas no sentido longitudinal. Aqueça a manteiga, acrescente as bananas, refogando-as um pouco. Coloque as bananas em um prato, jogue a calda por cima e enfeite com as folhas de hortelã. Podem ser servidas geladas ou à temperatura ambiente.



©iStock.com/danijela77

Musse de uva

Ingredientes

Para a musse

- 6 colheres de sopa de açúcar
- 6 claras em neve
- quatro folhas de gelatina branca (ou 4 colheres de chá de gelatina em pó)
- duas folhas de gelatina vermelha (ou 2 colheres de chá de gelatina em pó)
- uma xícara de suco de uva
- ½ xícara de suco de uva para desmanchar a gelatina em fogo brando
- uma lata de creme de leite

Para o molho

- 1 ½ xícara de chá de suco de uva
- uma colher de sobremesa de amido de milho
- três colheres de sobremesa de açúcar

Modo de Fazer

Musse: Bata as claras em neve, junte o açúcar, o suco de uva e misture os três ingredientes. Bata o creme de leite ligeiramente, ou use creme de leite sem soro. Junte a gelatina desmanchada e mexa levemente. Coloque a musse em forma untada com manteiga (de buraco no meio) e leve à geladeira.

Molho: Leve ao fogo o suco de uva, desmanche o amido em um pouco de suco adicional. Acrescente ao caldo quente. Adicione o açúcar. Deixe ferver um pouco, retire do fogo e deixe esfriar. Leve à geladeira. Para servir, desenforme o pudim e despeje o molho por cima.

Referências

e Literatura Sugerida

Apresentação

ANTONIL, A.J. **Cultura e opulencia do Brazil por suas drogas e minas**. Com um estudo bio-bibliográfico por Affonso de E. Taunay. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1923. (Obra original de 1711, rara, com 205 p., editada pela Officina Real Deslandesiana, de Lisboa, Portugal. A obra original pode ser consultada na Brasileira USP (www.brasiliana.usp.br) em <http://www.brasiliana.usp.br/bbd/search?&fq=dc.contributor.author%3AAntonil%2C%5C+Andr%3%A9%5C+Jo%3A%30%2C%5C+1650%5C-1716>; acesso em 26 janeiro 2012.

BERTRAN, P. **História da terra e do homem no Planalto central: eco-história da Distrito Federal, do indígena ao colonizador**. Brasília: Solo, 1994.270p.

BARROSO,P.A.V. Mapeamento da distribuição geográfica das espécies de *Gossypium* que ocorrem no Brasil, com vistas à conservação dos parentes silvestres do algodoeiro (*G. hirsutum* L.). In: **PARENTES SILVESTRES DAS ESPÉCIES DE PLANTAS CULTIVADAS**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília: MMA, 2006, 44 p.

COCHRAN, D. E. Progress of cytoplasmatic and genetic sterility in hybrid seed corn production. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 30., 1975, Chicago. **Proceedings**. Washington: American Seed Trade Association, 1975. p. 116-130. (ASTA. Publication, 30).

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 231 p.

DUVICK, D. N. Genetic diversity in major farm crops on the farm and in reserve. **Economic Botany**, Bronx, NY, v. 38, 1984, p. 161-178.

FERREIRA, S.N.; CLEMENTINO, A.N.R. Legislação de acesso a recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados e repartição de benefícios. Brasília, DF: Embrapa. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, 2010. 334 p.

GOODMAN, M. M. Genetic and germplasm stocks worth conserving. **Journal of Heredity**, Washington, DC, v. 81, 1990, p. 11-16.

GRANDIN, G. **Fordlândia: Ascensão e queda da cidade esquecida na selva**. Rio de Janeiro: Rocco, 2010, 400 p.

MMA. **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**: Brasil/Ministério do Meio Ambiente. Brasília:M-MA,2011. 248 p.

MARIANTE, A.S. e CAVALCANTE, N. **Animais do Descobrimeto: Raças domésticas da história do Brasil**. Brasilia, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 274 p.

REIFSCHEIDER, F.J.B.; HENZ, G.P.; RAGASSI, C.F.; ANJOS, U.G.; e FERRAZ, R.M. **Novos ângulos da história da agricultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 112 p.

SILVA, J.A.A; NOBRE, A.D.; MANZATTO,C.V.;JOLY, C.A.; RODRIGUES,R.R.; SKORUPA, L.A.; NOBRE, C.A.;AHRENS,S.; MAY,P.H.; SÁ,T.D.A; CUNHA,M.C.; RECH FILHO,E.I. **O Código Florestal e a Ciência**: contribuições para o diálogo. ISBN 978-85-86957-16-1, São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC. 2011. 124p.

SOUSA, G.S. **Tratado descritivo do Brazil em 1587**. 2. Ed. Rio de Janeiro: João Ignacio da Silva, 1879. 382p.

Feijão

ABREU, A.F.B.; BIAVA, M. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na região Sul de Minas Gerais**. Santo Antônio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, 6).

ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. 786 p.

BARBOSA, F. R.; PARANHOS, B. A. J. **Pragas Quarentenárias**, 2005-2007. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_116_24112005115225.html
Acesso em: 13 de abril de 2012

BESPALHOK, F.J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R.A.; **Uso e conservação de germoplasma**. Revista, Cidade, v.,n., p.21-28 mês, Ano. Disponível em: <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%203.pdf>

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.). **Feijão**. 2ª edição atualizada e ampliada – Viçosa: UFV, 2008. p.13-15.http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo_3.pdf

CAMARENA, F. **Magnitud e impacto potencial de la liberación de los organismos genéticamente modificados y sus productos comerciales. Caso: Leguminosas de grano**. p. 19-40. En: O. Hidalgo; W. Roca; E.N. Fernández-Northcote (eds.). Magnitud e impacto potencial de la liberación de organismos genéticamente modificados y sus productos comerciales: Casos Algodón, Leguminosas de grano, Maíz y Papa. Consejo Nacional del Ambiente. Lima, Perú, 2005.

Centro de inteligência de feijão - Disponível em: <<http://www.cifeijao.com.br/>>. Acesso em: 12 nov. 2011.

CIAT – Programa de Recursos Genéticos. Disponível em: < <http://isa.ciat.cgiar.org/urg/beancollection.do>>. Acesso em: 25 mar. 2012.

CHANG, T.T. Rice. In: SIMMONDS, N.M. (Ed.) **Evolution of crop plants**. New York: Logman, 1997. p.84 -104.

DE CANDOLLE, A. **Origin of cultivated plants**. 2. Ed. New York: Hafner, 1967. Reprinted of the 2. Ed., 1886.

DOURADO, N. D.; FANCELLI, A. L.; **Produção de feijão**. 1. ed. Guaíba, RS: Agropecuária, 2000. v. 1. 385 p.

Embrapa Arroz e Feijão - Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/>>. Acesso em: 11 abr. 2011.

Food and Agriculture Organization – FAO. **The state of food insecurity in the world. Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome, Italy: 1999.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **FAOSTAT**. 2007. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 21 mar. 2007.

FEIJÃO: **dados conjunturais da produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Brasil: 1985 a 2009**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/apps/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: Maio. 2012.

FREITAS, F. O.; **Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão comum no Brasil**. Pesq. Agropec. Bras., Jul 2006, vol.41, no.7, p.1199-1203.

FERRÃO, J.E.M. **A aventura das plantas e os descobrimentos portugueses**. 3. ed. Portugal, 2006.

FERREIRA, A.S.; **Estudo da integração e segregação não - mendeliana de transgenes em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. UnB: Brasília 2004. 108 p.

FERREIRA; C. M.;PELOSO, J.; FÁRIA, L.C.; **Feijão na economia nacional.- Santo Antônio de Goiás** : Embrapa Arroz e Feijão, 2002.47 p. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644;135). Disponível em: http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/feijao/doc_135.pdf
http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/feijao/doc_135.pdf

GUIMARÃES, W. N.R.; MARTINS, L. S.S.M.; SILVA, E.F.S.; FERRAZ, G.M.G.; OLIVEIRA, F.J.; **Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.)**Agriambi, 2007,Vol. 11, no.:1

INIFAP- Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas e Pecuárias - Disponível em < <http://www.inifap.gob.mx/>>. Acesso em: 26.mar 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal: Cereais, leguminosas e oleaginosas 2004**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>

IBGE. **Indicadores IBGE - Estatística da Produção Agrícola**. Fev. 2011.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. ; HENZ, G. P. ; RAGASSI, C. ; ANJOS, U. G. ; FERRAZ, R. M. . **Novos ângulos da história da agricultura no**

Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. v. 1. 112 p.

REIFSCHEIDER, F. J. B.; OLIVEIRA, A. B.; SILVA, A. M.; LOPES, C. A.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, D.; CRUZ, D. M. R.; MARQUES, D. M. C.; FRANÇA, F. H.; BUSO, G. S. C.; BIANCHETTI, L. B.; FERREIRA, M. E.; POZZOBON, M. T.; RESENDE, R. O.; CARVALHO, S. I. C.; PINHEIRO, V. L.; CASALI, V. W. D. (Org.). **Capsicum - pimentas e pimentões no Brasil.** Brasília: Embrapa Comunicação para a Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. 113 p.

SANCHEZ, G.; **Feijoada teve origem no século XIX com base em cozido feito por portugueses.** Disponível em <<http://g1.globo.com/Sites/Especiais/Noticias/0,,MUL1197792-16107,00.html>>. Acesso em: 22 mar. 2012.

SADIA – Caldinho de feijão preto com laranja e cachaça - Disponível em <http://www.sadia.com.br/receitas/247_FEIJOADA>. Acesso em: 27 mar. 2012.

SADIA – Feijoada - Disponível em <http://www.sadia.com.br/receitas/247_FEIJOADA>. Acesso em: 27 mar. 2012.

SERENO, M.J.C.M.; WIETHÖLTER, P.; TERRA, T.F. 2008. Domesticação das plantas. In: BARBIERI RL; STUMPF ERT (eds) *Origem e evolução de plantas cultivadas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.39-58.

SOUZA, G.S de. **Tratado Descritivo do Brasil em 1587.** 2. ed. Rio de Janeiro: João Ignacio da Silva, 1879. 382p.
USDA – Serviço de Pesquisa em Agricultura. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/Main/site_main.htm?docid=9065>. Acesso em: 25 mar. 2012.

STRALIOTTO, R. **A importância da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro. EMBRAPA-Agrobiologia,** 2002. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/fbnl_inocula_feijoeiro.html>. Acesso em: 10 de julho de 2012.

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A.; **Feijão 2ª edição.** Viçosa: Ed. UFV, 2006. 600p.

WALTER, B. M.T.; CAVALCANTI, T.B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia: Brasília, 2005. 778p.

WANDER, A. E. **Perspectivas de mercado interno e externo para o feijão.** In: VIII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Goiânia, GO. Anais. Goiânia, GO: Embrapa Arroz e Feijão, v.2, 2005, p.892-895.

WANDER, A. E.; GAZZOLA, R.; GAZZOLA, J.; RICARDO, T. R.; GARAGORRY, F. L. **Evolução da produção e do mercado mundial do feijão.** In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. Conhecimentos para a agricultura do futuro. Brasília, DF: Sober; Londrina: Universidade Estadual de Londrina: IAPAR, 2007. 1 CD-ROM.

Arroz

ABADIE, T.; CORDEIRO, C.M.T.; FONSECA, J.R.; ALVES, R. B. N.; BURLE, M.L.; BRONDANI, C.; RANGEL, P. H. N.; CASTRO, E.M.C.; SILVA, H.T.; FREIRE, M.S.; ZIMMERMANN, F.J.P.; MAGALHÃES, J.R. **Construção de uma coleção nuclear de arroz para o Brasil.** Brasília: Pesq. Agropec. Brasileira, fev. 2005, v.40, n.2.

ACEVEDO, M.; CASTRILLO, W.A.; BELMONTE, U.C. **Origen, evolución y diversidad del arroz.** Maracay: Agronomía Trop., Jun. 2006, v.56, no.2, p.151-170.

Curadoria. APTA. Disponível em: <<http://www.apta.sp.gov.br/curadoria/>>. Acesso em 5 de março de 2012.

BAG-ARROZ. **Plataforma Nacional de Recursos Genéticos.** Disponível em: <<http://plataformarg.cenargen.embrapa.br/rede-vegetal/bancos-ativos-de-germoplasma/bag/fotos-dos-bags/Arroz%20-CNPAP-1.doc/view>>. Acesso em 5 março de 2012.

BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. **Origem e evolução das plantas cultivadas.** Brasília, Distrito Federal: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. v.1.

BASTOS, R.C. **IAC 600 – cultivar de arroz tipo especial exótico preto.** São Paulo: Instituto Agrônomo de Campinas, 2004. Folder.
BOTTINI, R.L. **Arroz: história, variedades, receitas.** São Paulo: Editora Senac, 2008.390p.

BUSO, G.S.C. **Análise genética de espécies silvestres de arroz (Oryza spp.) nativas do Brasil: estrutura de populações, diversidade genética e relações filogenéticas utilizando marcadores moleculares.** Brasília: 1998. Tese de doutorado. Universidade de Brasília.

CARNEY, J.A. **Black Rice: The African Origins of Rice Cultivation in the Americas.** Cambridge and London: Harvard University Press, 2001. 240 p.

CASTRO, S. **A Carta de Pêro Vaz de Caminha.** Porto Alegre: L&PM, 1985.

CHANG, T.T. **Rice.** In: SIMMONDS, N.M. (Ed.) *Evolution of crop plants.* New York: Logman, 1997, p.84 -104.

CHANG, T. T. **The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices.** Wageningen: Euphytica, 1976, v. 25, n. 2.

- CHANG, T.T.; LI, C.C. **Genetics and breeding**. In: LUH, B.S. Rice: production and utilization. Westport: AVI, 1980, p.87-146.
- CONAB. **Acompanhamento da safra de brasileira. Grãos. Safra 2010/2011**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4o_lev_safra_2010_2011..pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2012.
- COTRIM, G. **História Global: Brasil e Geral**. São Paulo: Editora Saraiva, 1997, v 1.
- DE CANDOLLE, A. A. **Origin of cultivated plants**. Reprinted of the 2a. Ed., 1885. New York: Hafner, 1967.
- FAO. **Rice Market Monitor**. Local: April 2011. Volume XIV - Issue N°2. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/014/am491e/am491e00.pdf>. Acesso em: 12 de outubro de 2012.
- FAO. **Report of the international rice commission twenty-first session**. Chiclayo, Peru. 3-5 May 2006. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/scpi/SCPI_Compendium/IRCreportEnglish.pdf>. Acesso em 12 de outubro de 2012.
- FAO. **The state of food insecurity in the world. Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome, Italy: 1999. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/007/x3114e/x3114e00.htm>>. Acesso em: 4 de outubro de 2012.
- FERRÃO, J.E.M. **A aventura das plantas e os descobrimentos portugueses**. 3ª edição. Lisboa: Chaves Ferreira Publicações, 2006, 288 p.
- GANDAVO, P.M. **Tratado da terra do Brasil; História da Província Santa Cruz**. São Paulo: Editora Itatiaia e EDUSP, 1980, 149 p.
- GOMES, A.S.; JÚNIOR, A. M. M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 899 p.
- IBGE. **Levantamento Estatístico da Produção Agrícola**. Fev. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201102.pdf>. Acesso em: 4 de outubro de 2012.
- IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003 e 2008-2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 19 de maio de 2011.
- IRRI. International Rice Genebank. Disponível em: <<http://irri.org/>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2012.
- KHUSH, G.S. **Origin, dispersal, cultivation and variation of rice**. Philippines: Plant Molecular Biology, 1997, l v.35.
- MAZOYER, M.; ROUDART. L. **História das agriculturas no mundo**. [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010, 568 p.
- MENEZES, B., R.,S.; MOREIRA, L.,B.; LOPES, H.M.; PEREIRA, M.,B. **Caracterização morfoagronômica em arroz vermelho e arroz de sequeiro**. Goiânia: Pesq. Agropec. Trop., out./dez 2011, v. 41, n. 4, p. 490-499.
- MORISHIMA, H.; MARTINS, P.S. **Investigations of plant genetic resources in the Amazonas basin with emphasis on the genus *Oryza*: Report of 1992/93 Amazon Project**. São Paulo: The Monbusho International Scientific Research Program, Mishima, Japan and Research Support Foundation of the State of São Paulo, 1994.
- PEREIRA, J.A.; BASSINELLO, P.Z.; CUTRIM, V. A.; RIBEIRO, VALDENIR, Q.R. **Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho**. Mossoró: Revista Caatinga, 2009. v.22, n.1, p.243-248.
- PEREIRA, J.A. **Cultura do arroz no Brasil: subsídios para a sua história**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002, 226 p.
- PEREIRA, J.A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004, 90 p.
- SAINT-HILARE, A. **Viagem ao Rio Grande do Sul (1820-1821)**. Tradução de Leonam de Azeredo Pena. 2ª edição. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1939. 404 p.
- SANTOS, B.A.; STONE, F.L.; VIEIRA, N.R.A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2ª edição. Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006, 1000 p.
- SOUZA, G.S de. **Tratado Descritivo do Brazil em 1587**. 2. ed. Rio de Janeiro: João Ignacio da Silva, 1879, 382 p.
- SWEENEY, M. T.; THOMSON, M.J.; PFEIL, B.E.; MCCOUCH, S. **Caught red handed: Rc encodes a basic helix-loop-helix protein conditioning red pericarp in rice**. Rockville: The Plant Cell, 2006, v. 18, n. 2, p. 283-294.
- THE TELEGRAPH. Disponível em: <<http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/japan/5965073/Farmers-create-coloured-rice-murals-in-Japan.html>>. Acesso em 25 de maio 2012.
- UNESCO. Disponível em: <<http://whc.unesco.org/en/list/722>>. Acesso em: 25 de maio de 2012.
- WALTER, B. M.T.; CAVALCANTI, T.B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005, 778 p.

Mandioca

- ALLEM, A.C. **The origin of *Manihot esculenta* Crantz.** *Genetic Resources and Crop Evolution*, v.41, p.135-150, 1994.
- BONIERDALE, M.; GUEVARA, C.; DIXON, A.G.O.; NG, N.Q.; ASIEDU, R.; NG, S.Y.C. Cassava. In: FUCCILLO, D.; SEARS, L.; STAPLETON, P. (Eds.). **Biodiversity in Trust – Conservation and Use of Plant Genetic Resources at the CGIAR Centres.** Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p.1-20.
- CARVALHO, L.J.C.B. **Biodiversidade e biotecnologia em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** IX Congresso Brasileiro de Mandioca, Campo Grande, 2005. (Embrapa Agropecuária Oeste, Palestras, vol. 11). 9p.
- CARVALHO, L.J.C.B.; SCHAAL, B.A. **Assessing genetic diversity in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) germplasm collection in Brazil using PCR-based markers.** *Euphytica*, v.120, p.133-142, 2001.
- CARVALHO, L.J.C.B.; SOUZA, C.R.B.; CASCARDO, J.C.M.; BLOCH JUNIOR, C.; CAMPOS, L. **Identification and characterization of novel cassava (*Manihot esculenta* Crantz) clone with high free-sugar content and novel starch.** *Plant Molecular Biology*, v.56, p.643-659, 2004.
- CEBALLOS, H.; IGLESIAS, C.A.; PÉREZ, J.C.; DIXON, A.G.O. **Cassava breeding: opportunities and challenges.** *Plant Molecular Biology*, v.56, p.503-516, 2004.
- CHICHERCHIO, C.L.S. **Mandioca e Principais Derivados.** In: CONAB. **Estudos de Prospecção de Mercado: Safra 2012/13.** Brasília: CONAB, 2012. p.90-103.
- CIAT. Centro Interamericano de Agricultura Tropical. Disponível em: <<http://ciat.cgiar.org/crops/cassava/>>. Acesso em 15 fev 2013.
- EMBRAPA. **Cassava: the Bread of Brazil.** Brasília, Embrapa, 2005. 280p.
- EMBRAPA. **Coleção 500 Perguntas 500 Respostas: Mandioca.** Brasília, Embrapa, 2006. 176p.
- EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA. Plataforma Nacional de Recursos Genéticos. Disponível em: <<http://plataformarg.cenargen.embrapa.br/>>. Acesso em 12 fev 2013.
- FAUSTO, C. **Plantinha venenosa.** *Ciência Hoje*, v.39, n.231, p.37-39, 2006.
- FRISON, E.A.; FELIU, E. (Eds.). **FAO/IBPGR Technical Guidelines for the Safe Movement of Cassava Germplasm.** Roma: FAO/IBPGR, 1991. 48p.
- FUKUDA, W.M.G.; OLIVEIRA, R.P.; FIALHO, J.F.; CAVALCANTI, J.; CARDOSO, E.M.R.; BARRETO, F.; MARSHALEK, R.; COSTA, E.R.S. **Germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Brasil.** *Revista Brasileira de Mandioca*, v.18, p.7-12, 2005.
- FUKUDA, W.M.G.; SILVA, S.O.; IGLESIAS, C. **Cassava Breeding.** *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.2, p.617-638, 2002.
- IBGE. **Estatística da Produção Agrícola.** Rio de Janeiro: Indicadores IBGE, 2012. 80p.
- IBGE. **Estatística da Produção Agrícola.** Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 fev 2013.
- IITA. **Cassava in vitro processing and gene banking.** Disponível em: <www.iita.org>. Acesso em: 15 fev 2013. 35p.
- JENNINGS, D.L. **"Cassava: *Manihot esculenta*."** In SMARTT, J.; SIMMONDS, N.W. (eds.). *Evolution of Crop Plants.* Harlow, Essex: Longman, 2nd edition, 1995. p. 128-132.
- JENNINGS, D.L.; IGLESIAS, C.A. **Breeding for crop improvement.** In: HILLOCKS, R.J.; THRESH, J.M.; BELLOTTI, A.C. (eds.). **Cassava: Biology, Production and Utilization.** London: CABI Publishing, 2002. p. 149-166.
- MANYONG, V.M.; DIXON, A.G.O.; MAKINDE, K.O.; BOKANGA, M.; WHYTE, J. **The contribution of IITA-improved cassava to food security in sub-Saharan Africa: an impact study.** Ibadan: IITA, 2000. 13p.
- NASSAR, N.M.A. **Mandioca: opção contra a fome – Estudos e lições no Brasil e no mundo.** *Ciência Hoje*, v.39, n.231, p.30-36, 2006.
- NASSAR, N.M.A.; ORTIZ, R. **Cassava, *Manihot esculenta* Crantz, genetic resources: origin of the crop, its evolution and relationships with wild relatives.** *Genetics and Molecular Research*, v.1, n.4, p.298-305, 2002.
- NASSAR, N.M.A.; ORTIZ, R. **Breeding cassava.** *American Scientific*, v.305, n.5, p.78-84, 2010.
- NORMANHA, E.S. **O trabalho de melhoramento da mandioca no Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo.** *O Agrônomo*, Campinas, v.23, p.91-100, 1971.

PERONI, N.; HANAZAKI, N. **Current and lost diversity of cultivated varieties, especially cassava, under swidden cultivation systems in the Brazilian Atlantic Forest.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.92, n. 2-3, November 2002, p.171-183.

PND. Philanthropist News Digest. Cornell receives \$25 million in funding for cassava breeding. Disponível em: <<http://foundation-center.org/pnd/news/story.jhtml?id=400700013>>. Acesso em: 12 fev 2013.

SCOTT, G.J.; BEST, R.; ROSEGRANT, M.; BOKANGA, M. **Roots and Tubers in the Global Food System: a Vision Statement for the Year 2020.** CIP: Lima Peru, 2000. 115p.

SOUZA, L.S.; FIALHO, J.F. **A cultura da mandioca.** Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Sistemas de Produção, 8).

SOUZA, A.S.; SOUZA, F.V.D.; SEREJO, J.A.S.; JUNGHANS, T.G.; PAZ, O.P.; MONTARROYOS, A.V.V.; SANTOS, V.S.; MORAIS, L.S. **Preservação de germoplasma vegetal com ênfase na conservação in vitro de variedades de mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 24p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 90).

VILPOUX, O.F. **Competitividade da mandioca no Brasil como matéria-prima para amido.** *Informações Econômicas*, v.38, n.11, p.27-38, 2008.

Carne

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). 2011. Disponível em: http://www.abiec.com.br/news_view.asp?id=%7B2615133E-E92A-482A-93AE-9E0... Acesso em 26 de outubro de 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CRIADORES E PESQUISADORES (ANCP). 2011. <http://www.anpbc.org.br/index.jsp?view=107&iview=3716>. Acesso em 25 de outubro de 2011.

ANUÁRIO. **Sindicato do comércio varejista de carnes frescas do Estado de São Paulo.** São Paulo, 1998.

BARBOSA, P.F. **Criação de bovinos de corte na região sudeste.** <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorte...> Acesso em 28 de outubro de 2011.

CAIELLI, E.L. **Pré-história do Instituto de Zootecnia organizada, que precedeu a criação do posto (P. Z.) Centro Zootécnico da Mooca em 10 de abril de 1907.** Nova Odessa: 1991. Paginação irregular.

EUCLIDES FILHO, K. **A pecuária de corte no Brasil: novos horizontes, novos desafios.** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1997. 28p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 69).

EUCLIDES FILHO, K. **Produção animal no bioma cerrado: uma abordagem conceitual.** In: ANAIS DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. 2006, João Pessoa. Anais...João Pessoa: SBZ, 2006. P. 116-137.

EUCLIDES FILHO, K. e EUCLIDES, V.P.B. **Desenvolvimento recente da pecuária de corte brasileira e suas perspectivas.** *Bovino-cultura de Corte*. 2010. V. 1, p.11-38.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 2011. <http://www.fao.org/docrep/014/a1978e/a1978e00.pdf>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

FRANCO, A.A. DE. **História econômica do Brasil.** Salvador: Imprensa Vitória, 1958. 247p.

FUNDAÇÃO GARCIA D'ÁVILA. Disponível em: <http://www.santanadopajeu.com/historico/Casa%20da%20Torre.htm>. Acesso em 30 de janeiro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/default.shtm>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA) (Brasília-DF). **O Brasil na virada do milênio: trajetória do crescimento e desafios do desenvolvimento.** Brasília: IPEA, 1997. 2v.

MARIANTE, A.S., ALBUQUERQUE, M.S.M., RAMOS, A.F. **Criopreservação de recursos genéticos animais brasileiros.** *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte, v. 35, n.2, p.64-68, abr./jun. 2011.

NEW WORLD ENCYCLOPEDIA. Cattle. 2008. Disponível em: <http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Cattle>. Acesso em 27 de outubro de 2011.

PEIXOTO, A.M. **Evolução histórica da pecuária de corte no Brasil.** *Bovinocultura de Corte*. v. 1, p.3-10. 2010.

VENÂNCIO, R. **Safra de mudanças para o boi e a cana.** *Revista Panorama Rural*, p. 42-47, dezembro de 2007.

WALKER, J. W. **Viewpoint: grazing management and research now and in the next millenium.** *Journal of Range Management*, Denver, v.48, n.4, p.350-357, 1995.

Pimenta

- BARBOZA, G. E.; BIANCHETTI, L. B. Three new species of *Capsicum* (Solanaceae) and a key to the wild species from Brazil. **Systematic Botany**, v. 30, p. 863-871, 2005.
- BIANCHETTI, L. B.; CARVALHO, S. I. C. As espécies de *Capsicum*. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.21-36.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. Wallingford Oxon: Cabi, 2nd ed., 2012. 230p.
- DEWITT, D. ; BOSLAND P. W. **The complete chile pepper book**. Portland: Timber Press, 2009. 336p.
- GREENLEAF, W. H. Pepper breeding. In: BASSET, M. J. (ed.) **Breeding vegetable crops**. Connecticut: AVI, 1986. p. 69-134.
- HUNZIKER, A. T. **Genera Solanacearum**. The genera of Solanaceae illustrated, arranged according to a new system. Ruggell: A. R. G. Gantner Verlag K.-G., 2001. 500p.
- LOPES, C. A. 2008. Ardume, picância, pungência. In: RIBEIRO, C. S. da C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (eds.). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças. p.25-30.
- LUTZ, D. L.; FREITAS, S. C. 2008. Valor nutricional. In: RIBEIRO, C. S. da C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (eds.). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças. p.31-38.
- NUEZ, F.; GIL ORTEGA, R.; COSTA, J. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 607p.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.) *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 113p.
- RIBEIRO, C. S. da C. Criando novas variedades. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.68-80.
- RIBEIRO, C. S. da C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (eds.). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 199p.
- RIBEIRO, C. S. da C.; REIFSCHNEIDER. 2008. Genética e melhoramento. In: RIBEIRO, C. S. da C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (eds.). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças. p.55-69.
- STADEN, H. 1557. **Viagem ao Brasil**. Versão de texto de Marpurgo, de 1557. Publicações da Academia Brasileira. Rio de Janeiro: Oficina Industrial Graphica, 1930. 186p.
- VALDERRAMA, M.; UGÁS, R. **Ajies peruanos: sazón para el mundo**. Barranco: Sociedad Peruana de Gastronomía, 2009. 119p.

Tomate

- BARONE, A.; DI MATTEO, A.; CARPUTO, D.; FRUSCIANTE, L. **High-throughput genomics enhances tomato breeding efficiency**. *Current Genomics*, v. 10, n. 1, p. 1-9, Mar. 2009.
- BOITEUX, L. S.; FONSECA, M.E.N.; GIORDANO, L.B.; MELO P.C.T. Melhoramento Genético. In: FLAVIA M.V.T. CLEMENTE; LEONARDO S. BOITEUX. (Org.). **Produção de Tomate para Processamento Industrial**. 1ed.Brasília-DF: Embrapa, 2012, v. 1, p. 31-50.
- CARVALHO, W.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, H. R.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S. **Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 819-825, 2005.
- CHEEMA, D. S.; DHALIWAL, M. S. Hybrid Tomato Breeding. In: **Hybrid vegetable development**. SINGH, P. K.; DASGUPTA, S. K.; TRIPATHI, S. K. (Ed.). Boca Raton: CRC Press, 2005. p. 1-14.
- DIANESE, E. C.; FONSECA, M. E. N.; GOLDBACH, R.; KORMELINK, R.; INOUE-NAGATA, A. K.; RESENDE, R. O.; BOITEUX, L. S. **Development of a locus-specific, co-dominant SCAR marker for assisted-selection of the Sw-5 (Tospovirus resistance) gene cluster in a wide range of tomato accessions**. *Molecular Breeding*, v. 25, p. 133-142, 2010.
- FERNANDES, F. R.; ALBUQUERQUE, L. C.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; AVILA, 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.
- FOOLAD, M. R. **Genome mapping and molecular breeding of tomato**. *International Journal of Plant Genomics*, 2007. doi 10.1155/2007/64358.
- GIORDANO, L. B.; AVILA, A. C.; CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S.; FERRAZ, E. **Viradoro: a tospovirus-resistant processing tomato cultivar adapted to tropical environments**. *HortScience*, v. 35, p. 1368-1370, 2000.

GIORDANO, L. B.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, J. B. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; BOITEUX, L. S. **Efeito da infecção precoce de Begomovírus com genoma bipartido em características de fruto de tomate industrial.** Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 23, p. 815-818, 2005.

GRANDILLO, S.; ZAMIR, D.; TANKSLEY, S. D. **Genetic improvement of processing tomatoes: a 20 years perspective.** Euphytica, v. 110, p. 85-97, 1999.

KUROZAWA, C.; BARBOSA, V.; KIMOTO, T.; REGO, G. F. O. **Agrocica Botu 7, 9 e 13: novas cultivares de tomate para indústria.** Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 8, p. 34-46, 1990.

LOPES, C.A.; BOITEUX, L.S. Breeding for Resistance to Bacterial Diseases. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. (Org.). **Plant Breeding for Biotic Stress Resistance.** 1ª Edição. Berlin – Heidelberg: Springer – Verlag, 2012, v. 1, p. 37-55.

MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T.; BOITEUX, L. S. **Overview and perspectives of tomato breeding for fresh market adapted to mild tropical climates of Brazil.** Acta Horticulturae, v. 821, p. 55-62, 2009.

NAGAI, H. Tomate. In: **O melhoramento genético de plantas no Instituto Agronômico.** FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1993. p. 301-313.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. **New species of wild tomatoes (*Solanum* Section *Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru.** Systematic Botany, v. 30, p. 424-434, 2005.

REIS, A.; BOITEUX, L. S. **Outbreak of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 in commercial fresh-market tomato fields in Rio de Janeiro State, Brazil.** Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 25, n. 3, p. 451-454, 2007.

SEMEL, Y.; NISSENBAUM, J.; MENDA, N.; ZINDER, M.; KRIEGER, U.; ISSMAN, N.; PLEBAN, T.; LIPPMAN, Z.; GUR, A.; ZAMIR, D. **Over-dominant quantitative trait loci for yield and fitness in tomato.** Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, v. 103, n. 35, p. 12981-12986, 2006.

THE TOMATO GENOME CONSORTIUM. **The tomato genome sequence provides insights into fleshy fruit evolution.** Nature, v. 485, p.635-641, 2012.

VILELA, N. J. ; MELO P.C.T.; BOITEUX, L. S.; CLEMENTE, F. M. V. T. Perfil Socioeconômico da Cadeia Agroindustrial no Brasil. In: FLAVIA MVT CLEMENTE; LEONARDO S BOITEUX. (Org.). **Produção de Tomate para Processamento Industrial.** 1ª edição. Brasília-DF: Embrapa, 2012, v. 1, p. 17-27.

Suco de Uva

ATES, F.; COBAN, H.; KARA, Z.; SABIR, A. **Ampelographic characterization of some grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) grown in South-western region of Turkey.** Bulgarian Journal of Agricultural Science, Sofia, v. 17, n. 3, p. 314-324, 2011.

BANCO Ativo de Germoplasma de Uva. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/prod_serv/germoplasma/>. Acesso em: 23 fev 2013.

BENELLI, C.; DE CARLO, A.; ENGELMANN, F. **Recent advances in the cryopreservation of shoot-derived germplasm of economically important fruit trees of *Actinidia*, *Diospyros*, *Malus*, *Olea*, *Prunus*, *Pyrus* and *Vitis*.** Biotechnology Advances, New York, v. 31, n. 2, p.175-185, 2013.

BENELLI, C.; LAMBARDI, M.; FABBRI, A. **Low temperature storage and cryopreservation of the grape rootstock “Kober 5BB”.** Acta Horticulturae, The Hague, n. 623, p. 249-253, 2003. Proceedings of the XXVI IHC – Plant Genetic Resources, 2003.

BÖRNER, A. **Preservation of plant genetic resources in the biotechnology era.** Biotechnology Journal, Weinheim, v. 1, n. 12, p. 1393-1404, 2006.

BOUQUET, A. Grapevines and viticulture. In: ADAM-BLONDON, A.-F.; MARTÍNEZ-ZAPATER, J. M.; KOLE, C. (Ed.). **Genetics, genomics and breeding of grapes.** Boca Raton: CRC, 2011. p. 1-29.

BOZ, Y.; BAKIR, M.; CELIKKOL, B. P.; KAZAN, K.; YILMAZ, F.; ÇAKIR, B.; ASLANTAS, S.; SÖYLEMEZOĞLU, G.; YASASIN, A. S.; ÖZER, Ç. H.; ERGÜL, A. **Generic characterization of grape (*Vitis vinifera* L.) germplasm from Southeast Anatolia by SSR markers.** Vitis, Siebeldingen, v. 50, n. 3, p. 99-106, 2011.

CAIN, D.; EMERSHAD, R.; TARAIO, R. **In ovulo embryo culture and seedling development of seeded and seedless grapes (*Vitis vinifera* L.).** Vitis, Siebeldingen v. 22, n. 1, p. 9-14, 1983.

CAMARGO, U. A. **Impacto das cultivares brasileiras de uva no mercado interno e potencial no mercado internacional** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 12., 2008, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa-CNPV, 2008. p. 37-42. Editado por Patricia Ritschel e Sandra S. Sebben.

CAMARGO, U. A. Melhoria genética da videira. In: SOUZA LEÃO, P. C. de; SOARES, J. M. **A vitivinicultura no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. p. 65-91.

CAMARGO, U. A. **Suco de uva: matéria-prima para produtos de qualidade e competitividade**. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2005, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. P. 195-199.
CAMARGO, U. A. **Uvas do Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 90 p. (EMBRAPA-CNPV. Documentos, 9).

CAMARGO, U. A. **Banco ativo de germoplasma de uva**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1979, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN: EMBRAPA-DID, 1980. p. 112-113. Sessão I – Bancos Ativos de Germoplasma.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; MACHADO, C. A. E.; RITSCHER, P. S. **Avaliação do Banco Ativo de Germoplasma de uva: a qualidade do mosto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 1., 2010, Salvador. Anais... Salvador: [s. n.], 2010. Não paginado.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; MACHADO, C. A. E.; RITSCHER, P. S. **Fenologia de acessos mantidos no banco de germoplasma de uva na Região Sul do Brasil**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, SIRGEALC, 7., 2009, Pucón, Chile. Proceeding... Santiago de Chile: Ministério de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuárias, 2009. p. 244-245.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; MACHADO, C. A. E.; RITSCHER, P. S. **Reação de acessos mantidos no banco de germoplasma de uva às principais doenças da videira no Brasil**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, SIRGEALC, 7., 2009, Pucón, Chile. Proceeding... Santiago de Chile: Ministério de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuárias, 2009. p. 246-247.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; REVERS, L. F.; LEÃO, P. C. de S.; QUECINI, V.; FERREIRA, M. E.; RITSCHER, P. S. **Grape genetics and breeding in Brazil**. Journal of Basic and Applied Genetics, Buenos Aires, v. 23, p. 23, 2012. Suplemento. Resumo apresentado no XV Congresso Latinoamericano de Genética, 2012, Rosário, Argentina.

CAMARGO, U. A.; PROTAS, J. F. S.; MELLO, L. M. R. **Grape growing and processing in Brazil**. Acta Horticulturae, The Hague, n. 785, p. 51-58, 2008.

CAUMO, M.; GALZER, C.; DALAGNOL, L.; POLONI, T.; PERISSUTTI, G.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. **Avaliação do potencial funcional em uvas tintas e rosadas mantidas no Banco Ativo de Germoplasma de Uva**. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 6., 2012, Bento Gonçalves. Resumos... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. Não paginado.

DETTWEILER, E. **Genetic resources: gene banks**. Vitis, Siebeldingen, v. 29, p. 57-59, 1990. (Newsletter, 1).

DICKENSON, J. **Viticulture in pre-independence Brazil**. Journal of Wine Research, London, v. 6, n. 3, p. 195-200, 1995.

ENGELMANN, F. **In vitro conservation of tropical plant germplasm: a review**. Euphytica, Wageningen, v. 57, n. 3, p. 227-243, 1991.

FERREIRA, F. R.; PÁDUA, J. G. **Fruteiras e ornamentais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2009. 1 folder.

GALET, P. **A practical ampelography: grapevine identification**. 1st ed. Ithaca, EUA: Cornell University, 1979. 248 p.

GALET, P. **Cépages et vignobles de France**. 2. éd. Montpellier: Déhan, 1988. v. 1, 554 p.

GALET, P. **Recherches sur les méthodes d'identification et de classification des vitacées des zones tempérées**. 1967. 311 f. Tese (Doutorado) - Université de Montpellier.

GUERRA, C. C.; HICKEL, E. R.; KUHN, G. B.; NACHTIGAL, J. C.; MAIA, J. D. G.; FRÁGUAS, J. C.; VARGAS, L.; MELLO, L. M. R. de; GARRIDO, L. da R.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; BOTTON, M.; OLIVEIRA, O. L. P. de; SÔNEGO, O. R.; NAVES, R. de L.; SORIA, S. de J.; CAMARGO, U. A. **Sistema de produção de uvas rústicas para processamento em regiões tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Embrapa Uva e Vinho. Sistemas de Produção, 9). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasRusticasParaProcessamento/index.htm>>. Acesso em: 23 fev 2013.

HEDRICK, U. P. **Manual of American grape-growing**. New York: The Macmillan, 1919. Disponível em: <<http://archive.org/stream/manualofamerican29659gut/29659.txt>>. Acesso em: 05 fev. 2013.

IPGRI. **Descriptors for grapevine: Vitis spp**. Paris: IPGRI: UPOV: OIV, 1997. 62 p.

JAILLON, O. et al. **The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla**. *Nature*, v. 449: p. 463-467. 2007.

JOHNSON, H. **The story of wine**. Londres: Mitchell-Beazley, 1989. 200 p.

LEDBETTER, C. A.; RAMMING, D. W. **Seedlessness in grapes**. Horticultural Review, Westport, v. 11, p. 159-184, 1989.

LEVADOUX, L.; BOUBALS, D.; RIVES, M. **Le genre *Vitis* ses espèces**. Annales de l'Amélioration des Plantes, Paris, v. 12, n. 1, p. 19-44, 1962.

LI, D.-Z.; PRITCHARD, W. **The science and economics of *ex situ* plant conservation**. Trends in Plant Science, Oxford, v. 14, n. 11, p. 614-621, 2009.

LI, S. H.; FAN, P. G.; LI, S. C.; YANG, M. R. **Grape cultivars obtained by Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences and their Extension in China**. Acta Horticulturae, The Hague, n. 754, p. 73-78, 2007.

MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A.; MACHADO, C. A. E.; RITSCHER, P. S. **Evaluation of grapevine germplasm under tropical conditions in Brazil**. In: INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS, 6., 2012, Bento Gonçalves. [Proceedings...] [S.l.]: International Crop Science Society, 2012. 1 pendrive. Resumo 3130.

MAIA, J. D. G.; KUHN, G. B. (Ed.). **Cultivo da Niágara Rosada em áreas tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 72 p.

MARZAROTTO, V. Suco de Uva. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Ed.). **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento**, BPF/APPCC, legislação, mercado. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 145-172.

MATSUMOTO, T.; SAKAI, A. **Cryopreservation of axillary shoot tips of *in vitro*-grown grape (*Vitis*) by a two-step vitrification protocol**. Euphytica, Wageningen, v. 131, n. 3, p. 299-304, 2003.

McGOVERN, P. E.; MIRZOIANB, A.; HALLA, G. R. **Ancient Egyptian Herbal Wines**. The Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 106, n. 18, p. 7361-7366, 2009.

MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. **VitiBrasil: dados da vitivinicultura**. Disponível em: <<http://vitibrasil.cnpuv.embrapa.br/>>. Acesso em: 14 fev 2013.

MIRANDA, F. **Arte & Vinho**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2001. 137 p.

MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. The grape vine and its relatives. In: MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. (Ed.). **Biology of the grapevine**. Nova York: Cambridge University, 1992. p. 17-36.

MUNSON, T. V. **Foundations of American Grape Culture**. New York: Orange Judd, 1909. 252 p. Disponível em: <<http://archive.org/details/foundationsofame00munsrich>>. Acesso em: 14 fev 2013.

PINNEY, T. A. **History of wine in America: from the beginnings to prohibition**. Los Angeles: University of California, 1989. 453 p. Disponível em: <<http://ark.cdlib.org/ark:/13030/ft967nb63q/>>. Acesso em: 14 fev 2013.

POBLETE, I.; PINTO, M.; ANDRÉS, M. T.; HINRICHSEN, P. **Genetic characterization of old grapevines collected in oases of the Atacama desert**. Chilean Journal of Agricultural Research, Santiago de Chile, v. 71, n. 3, p. 476-482, 2011.

RADMANN, E. B.; BIANCHI, V. J. Uva. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 909 p.

RITSCHER, P. S.; CAMARGO, U. A. O **Programa de melhoramento de uva e o segmento de sucos**. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/melhoramento_suco.pdf>. Acesso em: 23 fev 2013.

RITSCHER, P. S.; MAIA, J. D. G. (Coord.). **Uvas do Brasil: Programa de Melhoramento Genético**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/pesquisa/pmu/>>. Acesso em: 23 fev. 2013.

RITSCHER, P. S.; MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A.; ZANUS, M. C.; SOUZA, R. T.; FAJARDO, T. V. M. 'BRS Magna': nova cultivar de uva para suco com ampla adaptação climática. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. (Comunicado Técnico). No prelo.

RITSCHER, P.; SEBEN, S. de S. (Ed.). **Embrapa Uva e Vinho: novas cultivares brasileiras de uva**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 63 p.

ROSA, S. E. S. da; SIMÕES, P. M. **Desafios da vitivinicultura brasileira**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 19, p. 67-90, 2004.

SALVADOR, V. do. **História do Brasil**. Rio de Janeiro: Biblioteca Nacional, 1889. 179 p. fl. 1627. Disponível em: <<http://purl.pt/154>>. Acesso em: 14 fev. 2013.

SILVA, F. R. da; CARDOSO, A. M. de. **O comércio de vinhos do Douro com o Brasil ao longo do século XVIII**. Douro: estudos e documentos, Porto, v. 1, n. 1, p. 27-54, 1996.

SOLEAS, G. J.; DIAMANDIS, E. P.; GOLDBERG, D. M. **Wine as a biological fluid: history, production, and role in disease prevention**. Journal of Clinical Laboratory Analysis, New York, v. 11, n. 5, p. 287-313, 1997.

SONEJI, N.-R. *Vitis*. In: KOLE, C. (Ed.). **Wild crop relatives: genomic and breeding resources: temperate fruits**. Heidelberg: Springer, 2011. p. 223-239.

SORIA, S. de J.; CAMARGO, U. A.; FÃO, V. de M.; BRAGHINI, L. C. **Avaliao no campo da resistncia de videiras americanas à prola-da-terra *Eurhizococcus brasiliensis***. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 7., 1993, Bento Gonalves e Garibaldi. Anais... Bento Gonalves: EMBRAPA-CNPV, 1993. p. 19-23.

SOUSA, J. S. I. de. **Isabel cinza: provvel mutao somtica da videira Isabel (*Vitis labrusca* X *Vitis vinifera*)**. *Bragantia*, Campinas, v. 21, nmero nico, p. 41-45, 1962.

SOUSA, J. S. I. de. **Uvas para o Brasil**. So Paulo: Melhoramentos, 1969. 454 p

THIS, P.; ZAPATER, J. M. M.; PROS, J.-P.; LACOMBE, T. Natural Variation in *Vitis* In: Adam-Blondon, A.-F.; Martnez-Zapater, J. M.; Kole, C., eds. **Genetics, Genomics and Breeding of Grapes**. Boca Raton, Florida: CRC Press. 2011. p. 30-67.

THIS, P.; JUNG, E. A.; BOCCACCI, E.; BORREGO, E. J.; BOTTA, E. R.; COSTANTINI, L.; CRESPIAN, E. M.; DANGL, E. G. S.; EISENHELD, E. C.; FERREIRA-MONTEIRO, F.; GRANDO, E. S.; IBAEZ, E. S.; LACOMBE, T.; LAUCOU, E. V.; MAGALHES, E. R.; MEREDITH, C. P.; MILANI, E. N.; PETERLUNGER, E. E.; REGNER, E. F.; ZULINI, L.; MAUL, E. E. **Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivars**. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v. 109, n. 7, p.1448-1458, 2006.

THIS, P.; LACOMBE, T.; THOMAS, M. R. **Historical origins and genetic diversity of wine grapes**. *Trends in Genetics*, Amsterdam, v. 22, n. 9, p. 511-519, 2006.

TODESCO, M.; BALASUBRAMANIAN, S.; HU, T. T.; TRAW, M. B.; HORTON, M.; EPPLE, P.; KUHNS, C.; SURESHKUMAR, S.; SCHWARTZ, C.; LANZ, C.; LAITINEN, R. A. E.; HUANG, Y.; CHORY, J.; LIPKA, V.; BOREVITZ, J. O.; DANGL, J. L.; BERGELSON, J.; NORDBORG, M.; WEIGEL, D. **Natural allelic variation underlying a major fitness trade-off in *Arabidopsis thaliana***. *Nature*, London, v. 465, n. 7298, p. 632-636, 2010.

VITAL, T. **Viticultura no Nordeste do Brasil: situao recente e perspectivas**. *Revista Econmica do Nordeste*, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 499-524, 2009.

WAN, Y.; SCHWANINGER, H.; DAN, L.; SIMON, C. J.; WANG, Y.; ZHANG, C. **A review of taxonomic research on Chinese wild grapes**. *Vitis*, Siebeldingen, v. 47, n. 2, p. 81-88, 2008.

WANG, Q.; TANNE, E.; ARAV, A.; GAFNY, R. **Cryopreservation of *in vitro*-grown shoot tips of grapevine by encapsulation-dehydration**. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, The Hague, v. 63, n. 1, p. 41-46, 2000.

WANG, X. P.; WANG, Y. J.; FEI, Z. J. **Identification and characterisation of resistance gene analogues from wild Chinese *Vitis* species**. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, West Sussex, v. 83, n. 3, p. 345-350, 2008.

Infogrficos

AFONSO, S. M. E. Caracterizao fsico-qumica e atividade antioxidante de novas variedades de feijo (*Phaseolus vulgaris* L.). 2010. 52 f. Dissertao (Mestrado em Qualidade e Segurana Alimentar). Escola Superior Agrria de Bragana, Bragana, 2010. 156p.

BHAGWAT, S. et al. USDA Database for the flavonoid content of selected foods. U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. Beltsville, Maryland: Release 3, 2011. Disponvel em: <www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/Flav/Flav_R03.pdf>. Acesso em 11 out. 2013.

BRAGA, T. R. et al. Caracterizao fsico-qumica de prognias de pimentas cultivadas em Paraipaba-CE. Aracaju: *Scientia Plena*, v. 9, n. 5, mai. 2013.

DIXON, R.A. et al. Activation, structure and organization of genes involved in microbial defense in plants. *Adv Genet.* 1990. 28: 165-234p.

FILHO, A. A. B. et al. Tabela brasileira de composio de alimentos. Campinas: UNICAMP-NEPA, 4 ed. rev. ampl., 2011. 161 p.

RIBEIRO, C. S. C. et al. Pimentas *Capsicum*. Braslia, Distrito Federal: Embrapa Hortalias, 2000. 200p.

SANTOS, T. A. G. et al. Composio de carotenides com e sem atividade de vitamina A e propriedades antioxidantes em pimentas da Amaznia. In: Reunio Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Cincia, 61o, 2009, Manaus. *Amaznia Cincia e Cultura*. Manaus: UFAM, 2009. Disponvel em: <www.sbpnet.org.br/livro/61ra/resumos/resumos/6787.htm>. Acesso em 01 nov. 2013.

United States Department of Agriculture (USDA). Food composition. National Agricultural Library. Disponvel em: <www.fnrc.nal.usda.gov/food-composition>. Acesso em 13 ago. 2013.

VINALS, F.N. et al. El cultivo de pimientos, chiles y ajies. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 607p.

WILDMAN, R.C.E. Handbook of nutraceuticals and functional foods. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2001. 543p.

Cultivos Alimentares

Lista dos cultivos incluídos no Sistema Multilateral (Anexo 1).

Cultivo	Gênero	Observações
Fruta-pão	<i>Artocarpus</i>	Apenas fruta-pão
Aspargos	<i>Asparagus</i>	
Aveia	<i>Avena</i>	
Beterraba	<i>Beta</i>	
Brassicas	<i>Brassica e outros</i>	Os gêneros incluídos são: <i>Brassica</i> , <i>Armoracia</i> , <i>Barbarea</i> , <i>Camelina</i> , <i>Crambe</i> , <i>Diplotaxis</i> , <i>Eruca</i> , <i>Isatis</i> , <i>Lepidium</i> , <i>Raphanobrassica</i> , <i>Raphanus</i> , <i>Rorippa</i> , e <i>Sinapis</i> . Inclui sementes oleaginosas e cultivos vegetais como repolho, colza, mostarda, agrião, rúcula, rabanete e nabo. A espécie <i>Lepidium meyenii</i> (maca) está excluída
Guandu	<i>Cajanus</i>	
Grão-de-bico	<i>Cicer</i>	
Citrus	<i>Citrus</i>	Os gêneros <i>Poncirus</i> e <i>Fortunella</i> estão incluídos como porta-enxertos
Coco	<i>Cocos</i>	
Árums principais	<i>Colocasia</i> , <i>Xanthosoma</i>	Os árums principais incluem taro, taioba, inhame e tannia
Cenoura	<i>Daucus</i>	
Cará	<i>Dioscorea</i>	
Capim-de-galinha	<i>Eleusine</i>	
Morango	<i>Fragaria</i>	
Girassol	<i>Helianthus</i>	
Cevada	<i>Hordeum</i>	
Batata-doce	<i>Ipomoea</i>	
Chincho	<i>Lathyrus</i>	
Lentilha	<i>Lens</i>	
Maçã	<i>Malus</i>	
Mandioca	<i>Manihot</i>	Somente <i>Manihot esculenta</i>
Banana	<i>Musa</i>	Com exceção de <i>Musa textilis</i>
Arroz	<i>Oryza</i>	
Milheto	<i>Pennisetum</i>	
Feijão	<i>Phaseolus</i>	Com exceção de <i>Phaseolus polyanthus</i>
Ervilha	<i>Pisum</i>	
Centeio	<i>Secale</i>	
Batata	<i>Solanum</i>	Inclusive seção tuberosas, com exceção de <i>Solanum phureja</i>
Berinjela	<i>Solanum</i>	Inclusive seção melongenias
Sorgo	<i>Sorghum</i>	
Triticale	<i>Triticosecale</i>	
Trigo	<i>Triticum et al.</i>	Inclusive <i>Agropyron</i> , <i>Elymus</i> e <i>Secale</i> .
Fava	<i>Vicia</i>	
Feijão-fradinho	<i>Vigna</i>	
Milho	<i>Zea</i>	Com exceção de <i>Zea perennis</i> , <i>Zea diploperennis</i> e <i>Zea luxurians</i>

LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS

Gênero	Espécie
<i>Astragalus</i>	<i>chinensis, cicer, arenarius</i>
<i>Canavalia</i>	<i>ensiformis</i>
<i>Coronilla</i>	<i>varia</i>
<i>Hedysarum</i>	<i>coronarum</i>
<i>Lathyrus</i>	<i>cicera, ciliolatus, hirsutus, ochrus, odoratus, sativus</i>
<i>Lespedeza</i>	<i>cuneata, striata, stipulacea</i>
<i>Lotus</i>	<i>corniculatus, subbiflorus, uliginosus</i>
<i>Lupinus</i>	<i>albus, angustifolius, luteus</i>
<i>Medicago</i>	<i>arborea, falcata, sativa, scutellata, rigidula, truncatula</i>
<i>Melilotus</i>	<i>albus, officinalis</i>
<i>Onobrychis</i>	<i>viciifolia</i>
<i>Ornithopus</i>	<i>sativus</i>
<i>Prosopis</i>	<i>affinis, alba, chilensis, nigra, pallida</i>
<i>Pueraria</i>	<i>phaseoloides</i>
<i>Trifolium</i>	<i>alexandrinum, alpestre, ambiguum, angustifolium, arvense, agrocicerum, hybridum, incarnatum, pratense, repens, resupinatum, rueppellianum, semipilosum, subterraneum, vesiculosum</i>

GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS

Gênero	Espécie
<i>Andropogon</i>	<i>gayanus</i>
<i>Agropyron</i>	<i>cristatum, desertorum</i>
<i>Agrostis</i>	<i>stolonifera, tenuis</i>
<i>Alopecurus</i>	<i>pratensis</i>
<i>Arrhenatherum</i>	<i>elatius</i>
<i>Dactylis</i>	<i>glomerata</i>
<i>Festuca</i>	<i>arundinacea, gigantea, heterophylla, ovina, pratensis, rubra</i>
<i>Lolium</i>	<i>hybridum, multiflorum, perenne, rigidum, temulentum</i>
<i>Phalaris</i>	<i>aquatica, arundinacea</i>
<i>Phleum</i>	<i>pratense</i>
<i>Poa</i>	<i>alpina, annua, pratensis</i>
<i>Tripsacum</i>	<i>laxum</i>
OUTRAS FORRAGEIRAS	
<i>Atriplex</i>	<i>halimus, nummularia</i>
<i>Salsola</i>	<i>vermiculata</i>

Esta obra foi composta em
Lobster Two, Droid Serif e Droid Sans
em dezembro de 2014 para os autores.

A paciência é amarga, mas seu fruto é doce.
Jean-Jacques Rousseau



