



BRASIL
em **50**
alimentos

Embrapa 50 ANOS

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura e Pecuária*



Embrapa
Brasília, DF
2023





Embrapa 50 anos

Este livro marca os 50 anos da Embrapa apresentando 50 exemplos de alimentos que compõem a diversidade de nossa agricultura. Eles são conectados pelo papel da ciência em garantir sua produção, qualidade, oferta e produtividade – com sustentabilidade. É um registro parcial e limitado, mas suficiente para dar uma mostra da capacidade do brasileiro de gerar soluções para garantir a nossa segurança alimentar e ainda exportar para cerca de 200 países. Traz, ainda, 6 importantes produtos que fazem parte da história da pesquisa agropecuária brasileira.

Trata-se de uma mudança admirável. Ao longo das últimas cinco décadas, o Brasil transformou-se de grande importador em um dos maiores produtores mundiais de alimentos, fibras e bioenergia. Pode ser difícil acreditar, mas, na década de 1970, o Brasil trazia do exterior leite, feijão e carne, para ficar nos exemplos mais populares. Os solos eram pobres e ácidos, a área de produção era pequena, a tecnologia era importada e pouco adequada para nossas condições. Sistemas de produção, cultivares e equipamentos adaptados às nossas condições eram raros, caros e de capacidade duvidosa.

A partir da criação da Embrapa, em 1973, a agricultura brasileira passou a ser movida a ciência, numa das mais fantásticas sagas transformadoras vividas no País. Tendo como personagem principal um agricultor ágil e empreendedor, criou-se um sistema robusto de inovação agropecuária, reunindo instituições públicas, associações, assistência técnica e extensão rural, cooperativas, empresas e o produtor rural. E foram milhares de soluções de todo tipo. O último grande exemplo é a adaptação definitiva do trigo ao Cerrado brasileiro, que tem potencial de tornar o Brasil autossuficiente na produção do grão em pouco tempo.

A produção agrícola aumentou 400% entre 1975 e 2020. Multiplicamos por nove a safra de grãos: de 30 milhões de toneladas, em 1973, para cerca de 271 milhões de toneladas na safra 2021/2022. Por aqui, o consumidor tem maior dispo-

nibilidade de alimentos – em quantidade, qualidade e regularidade de oferta – com custos menores. Não é difícil imaginar que o Brasil venha a ser o maior produtor de alimentos em alguns anos.

Nestes últimos 50 anos, a Embrapa e seus parceiros desenvolveram sistemas produtivos, softwares, equipamentos, cultivares, processos agropecuários e agroindustriais e raças melhoradas. A maioria das tecnologias produzidas foram incorporadas a diferentes sistemas de produção, de variados tamanho e tipo de propriedade, por todo o Brasil e em outras nações do cinturão tropical. Nessa trajetória, foram fundamentais a inclusão produtiva, o desenvolvimento, e a transferência e adoção por produtores dessas tecnologias, em diferentes níveis tecnológicos. Hoje, qualquer alimento consumido no País tem a ciência como ingrediente.

É possível destacar três grandes conjuntos de conhecimentos adotados para a mudança e que sintetizam a capacidade brasileira de inovação agropecuária: a transformação de grandes extensões de solos ácidos e de baixa fertilidade em solos férteis, particularmente nos Cerrados; a tropicalização e a adaptação de plantas e de animais originários de todas as partes do mundo aos bio-

mas brasileiros; e o desenvolvimento de uma plataforma de práticas conservacionistas e sustentáveis inéditas que incluem os sistemas integrados e a fixação biológica de nitrogênio.

Para seguir obtendo conquistas, a Embrapa conta com uma equipe altamente qualificada. São mais de dois mil pesquisadores especializados nas mais avançadas áreas do conhecimento. Eles lidam com áreas de impacto no futuro da agricultura e da alimentação humana, como: zoneamento agrícola de risco climático; bioprodutos e bioeconomia; diversificação; intensificação sustentável; proteínas vegetais; e na convergência entre bio, nano e geotecnologias. E atuam, ainda, em temas localizados na fronteira do conhecimento, por exemplo, edição genômica, agricultura digital e big data, e microbiomas, entre outros.

E os desafios permanecem. Em 2022, o planeta atingiu a marca de oito bilhões de habitantes. A população mundial continuará a crescer e a demandar mais alimentos, fibras e energia – com maior pressão sobre os recursos naturais. É fundamental estarmos preparados. Temos grande responsabilidade também com milhões de produtores que precisam de conhecimento e tec-

nologia para alcançar o mercado, aumentando renda e bem-estar. Por isso, em articulação com uma notável rede de parceiros investimos na maior agência de pesquisa e inovação agropecuária no mundo tropical, com milhares de ações em todos os temas relevantes para a agropecuária.

A Embrapa chega aos 50 anos como empresa moderna e dinâmica, que projeta e antecipa o futuro, atenta a sua missão de gerar e entregar soluções capazes de promover o desenvolvimento de uma agricultura cada vez mais eficiente, diversificada e sustentável. Maturidade tecnológica e institucional, inovação aberta, parceria e proximidade com o setor produtivo são palavras que representam o seu atual estágio.

O mundo conta com o Brasil para garantir a segurança alimentar global. Nosso país tem na agropecuária um dos setores mais pujantes e inovadores da economia nacional. A Embrapa seguirá à disposição da sociedade brasileira para entregar valor e contribuir para a geração de emprego, renda e qualidade de vida. Estamos prontos!

Celso Moretti
Presidente da Embrapa



Sumário

7	Brasil em 50 alimentos		
13	Abacate	163	Feijão
19	Abacaxi	169	Girassol
25	Açaí	175	Goiaba
31	Alface	181	Guaraná
37	Alho	187	Laranja
43	Amendoim	193	Leite de cabra
49	Arroz	199	Leite de vaca
55	Azeite de oliva	205	Limão
61	Banana	211	Maçã
67	Batata	217	Mamão
73	Batata-doce	223	Mandioca
79	Cacau	229	Manga
85	Café	235	Maracujá
91	Caju	241	Mel
97	Camarão	247	Melão
103	Carne bovina	253	Milho
109	Carne caprina e ovina	259	Morango
115	Carne de frango	265	Ovos
121	Carne suína	271	Peixe
127	Castanha-do-brasil	277	Pimenta-do-reino
133	Cebola	283	Soja
139	Cenoura	289	Sorgo
145	Cevada	295	Tomate
151	Cupuaçu	301	Trigo
157	Erva-mate	307	Uva
			E tem mais ciência...
		315	Algodão
		321	Cana-de-açúcar
		327	Eucalipto
		333	Pastagens
		339	Pínus
		345	Vinho
		350	Referências



Foto: Felipe Bastos (Colmeia Fotografia)



Brasil em 50 alimentos

“A refeição é elemento pacificante”

Luís da Câmara Cascudo, em
A História da Alimentação no Brasil

A agricultura é uma das atividades humanas mais complexas, porque as escolhas referentes às culturas a serem cultivadas e ao local de cultivo dependem de variadas circunstâncias e fatores: desde aqueles de natureza histórica, cultural, ambiental, tecnológica e comercial, até aqueles relacionados à origem dos cultivos e criações, clima dominante, qualidade do solo, disponibilidade de água, entre muitos outros. Agricultores, consumidores e mercados respondem a esses fatores e condicionantes de formas variadas ao longo do tempo e do espaço, sendo este último especialmente importante para países grandes e complexos, como o Brasil, com dimensão continental e biomas que abrigam enorme diversidade de paisagens e potencialidades.

Outro aspecto que marcou de forma profunda a agricultura do Brasil é a diversidade étnica e cultural, que ajudou a definir a nossa singular trajetória ao longo dos séculos que se seguiram após a descoberta, em 1500. Definido por muitos como um “caldeirão de raças e culturas”, o Brasil teve formação étnica vasta e diversa, principalmente pela miscigenação entre portugueses, indígenas e africanos, processo que deixou influência marcante nos nossos hábitos alimentares. Hábitos esses que evoluíram incorporando enorme mescla de componentes e sabores, devido à grande diversidade de espécies exóticas introduzidas pelos colonizadores e de espécies nativas já utilizadas pelos indígenas.

Os portugueses adotaram uma política mercantilista para viabilizar a colonização, o que influenciou a formação e a trajetória da nossa sociedade, desde muito cedo marcada pelo extrativismo e pelas lavouras. Depois do curto ciclo extrativista do pau-brasil, o nascente País passou pelos ciclos da

cana-de-açúcar, do algodão, do café e da borracha, além dos ciclos do ouro e do diamante, que, ao se sucederem ao longo dos séculos, deixaram marcas profundas em nossas paisagens, cultura, hábitos e relações com o mundo. A colonização provocou um intenso processo de introdução no novo território de plantas vindas da Europa, das novas terras descobertas e das possessões portuguesas na África e na Ásia.

Da Europa e dos domínios portugueses, os colonos e os navegadores trouxeram, além da cana-de-açúcar e da videira, inúmeras fruteiras, como limoeiros, laranjeiras, cidreiras, figueiras, romãzeiras; além de hortaliças como alfaces, couves, repolhos, nabos, cenouras, pepinos, espinafres, cebolas, alhos, mostardas, tomates, gengibres, inhames, entre muitas outras espécies. O terrível tráfico de escravos, que durou séculos, fez fluir da África diversas espécies que serviam de alimento para as tripulações e os escravos durante as longas viagens marítimas. Além de diversificar a alimentação, essas introduções se disseminaram e foram adaptadas e melhoradas, de forma empírica, para as condições brasileiras de solo e clima.

Essas influências perduram até os dias de hoje em diversos alimentos, como a cenoura, trazida ao Brasil pelos açorianos em meados do século XVIII, materiais que mais tarde permitiram o melhoramento genético da cenoura tropical, que, desenvolvida e lançada pela Embrapa em 1981, viabilizou o plantio dessa hortaliça no verão. O gado zebuino, de origem indiana, foi introduzido em 1534, do arquipélago de Cabo Verde, e logo se mostrou adaptado aos rigores dos trópicos. Sua participação foi importante não só no desenvolvimento da hoje pujante pecuária brasileira, pois foram por séculos muito relevantes também como animais de tração nas fazendas, influenciando a expansão e a diversificação da agricultura. Até os dias de hoje, os carros de boi perduram como meio de mobilidade em muitos rincões, uma herança do Brasil Colônia cultuada por muitos como um patrimônio cultural do País.

Apesar do intenso processo de entrada de espécies alimentares da Europa, África e Ásia, o continente americano também contribuiu significativamente

para a ampliação da nossa diversidade alimentar. A mandioca, que é originária da América do Sul e tem no Brasil o principal centro de dispersão, é a terceira fonte mais importante de calorias em todo o mundo, sustentando cerca de 700 milhões de pessoas, atrás apenas do arroz e do milho. Amendoim, cacau, caju, castanha-do-brasil, erva-mate, goiaba, guaraná, maracujá e espécies menos conhecidas de plantas alimentícias não convencionais, como o ora-pro-nóbis, a taioba e a serralha, de consumo local e regional, compõem conjunto ímpar de alimentos das Américas.

O Brasil está, portanto, longe de ter uma agricultura apenas. A nossa diversidade alimentar foi gestada em inúmeros processos históricos e influenciada pela nossa localização geográfica e pujança territorial, pelas condições socioeconômicas e agrárias e pelas origens e tradições dos produtores rurais, que, em tempos mais recentes, ganharam o reforço de múltiplas correntes migratórias. Entre os séculos XIX e XX, instalaram-se no País imigrantes alemães, italianos, espanhóis, sírios, libaneses, japoneses, coreanos, entre outros, que agregaram ainda mais camadas de diversidade que ajudaram a enriquecer os hábitos, as tradições e os valores culturais com grande repercussão na agricultura e no sistema alimentar do Brasil.

O movimento mais marcante de transformação da agricultura e do sistema alimentar no Brasil foi iniciado nos anos 1970,

quando o governo federal decidiu promover a ocupação da região central do País, até então um grande vazio populacional e econômico, optando pelo avanço da agricultura como instrumento de interiorização do desenvolvimento. Políticas governamentais anteriores, como investimentos em armazenamento, extensão e crédito rural, não aumentaram a produção agrícola ao ritmo da crescente demanda. Concluiu-se então que, para elevar a agricultura a um outro patamar de eficiência, seria necessário investir em ciência e inovação, com infraestrutura de pesquisa moderna e distribuída no território e, principalmente, com pesquisadores de experiência e competência internacionais.

Este livro comemora os 50 anos da Embrapa, homenageando a ciência e os

A nossa diversidade alimentar foi gestada em inúmeros processos históricos e influenciada pela nossa localização geográfica e pujança territorial, pelas condições socioeconômicas e agrárias e pelas origens e tradições dos produtores rurais

cientistas brasileiros. Celebra simbolicamente, por meio de 50 alimentos, a extraordinária revolução que transformou de forma significativa a configuração e a geografia da produção de alimentos no Brasil. Além de investir no desenvolvimento das lavouras e produtos há séculos presentes no País, a pesquisa agropecuária inseriu diferentes produtos na nossa pauta de produção e de exportação. As grandes extensões de terras do interior do Brasil, por séculos consideradas improdutivas, transformaram-se em uma das maiores fronteiras agrícolas do mundo, e alimentos raros nas prateleiras dos supermercados tornaram-se acessíveis, ao longo de todo o ano, de norte a sul do País.

A soja, cujo cultivo ficava restrito à região Sul, foi tropicalizada e ganhou os Cerrados, para dali se espalhar para toda a faixa tropical do Brasil. A fruticultura de clima temperado hoje floresce e gera renda e empregos a partir de polos de produção localizados no Semiárido, como os de Petrolina-Juazeiro, nos estados de Pernambuco e Bahia. É o caso da uva, mas também do mamão, da manga, da melancia, da goiaba, do melão e da acerola, entre outras tantas frutas tropicais, com alta produtividade e qualidade, porque foram melhoradas para se adaptarem às diversas condições de clima e solo e às técnicas de irrigação, manejo de pragas e melhor aproveitamento dos recursos naturais.

A mudança da configuração e da geografia da produção agrícola alterou também a vida dos brasileiros, que passaram a ter, no dia a dia, alimentos que antes vinham de longe, seja de estados mais distantes, seja de outros países. A pesquisa agropecuária fez da maçã e da cenoura, por exemplo, alimentos comuns nas refeições de grande parte das famílias. A ciência acabou com a sazonalidade, diminuiu os custos de produção e os preços ao consumidor. A dieta dos brasileiros mudou para melhor, pois ampliaram-se as opções de alimentos. E o consumidor ficou mais exigente. A pesquisa buscou atender às demandas crescentes por alimentos que trouxessem embutidos atributos relacionados a características nutricionais, de sanidade, qualidade da produção e cuidados com o meio ambiente.

Além de contribuir para a segurança alimentar dos brasileiros, os avanços experimentados pela produção de alimentos nos últimos 50 anos tiveram impacto extraordinário na capacida-

O País é hoje o terceiro maior produtor de alimentos do mundo, agregando milhares de agricultores familiares, médios produtores e grandes empresários do agronegócio

de exportadora do Brasil, hoje considerado peça-chave na segurança alimentar global. Em 1960, a pauta de exportações agrícolas do Brasil reunia cerca de 40 produtos e rendia US\$ 8,6 bilhões. Café em grão (63% do total), cacau, açúcar demerara, algodão, madeira de pinho serrada, sisal, fumo, castanha-do-pará, manteiga de cacau e cera de carnaúba eram os itens mais importantes. Soja, milho e carne in natura eram exportações residuais. Não se exportava álcool, carne de frango ou suco de laranja.

Sessenta e dois anos se passaram e a agricultura do Brasil se tornou exportadora de várias centenas de itens para mercados ao redor do globo. O País é hoje o terceiro maior produtor de alimentos do mundo, agregando milhares de agricultores familiares, médios produtores e grandes empresários do agronegócio, que se desdobram

do campo à mesa dos consumidores nos mercados interno e externo. De janeiro a outubro de 2022, a agricultura brasileira exportou US\$ 136,10 bilhões ou mais 33% em relação ao mesmo período de 2021. Comparando a safra de 1980 de 58,2 milhões de toneladas com a estimativa de 310,9 milhões em 2022/2023, o aumento esperado é de 437,8% na oferta de grãos.

A multiplicação de itens e do valor tem a mesma explicação: densidade tecnológica. O desenvolvimento tecnológico da agricultura ampliou a oferta de produtos tradicionais, como o milho e o café, e adaptou, com sucesso, novos cultivos e criações, como a soja, a maçã e o frango. A modernização da agroindústria diversificou tanto o aproveitamento de matérias-primas, que hoje se exportam itens inacreditáveis como resíduos de café, couro, algodão e seda. A principal mudança foi a intensa modernização dos processos de produção agrícola, hoje tão diferentes daqueles de 1960, a ponto de perder sentido qualquer tentativa de distinguir produto básico de produto industrializado.

Um grão de café não é mais “extraído” da natureza. É construído, é industrializado. A planta e o animal são monitorados, pois são “usinas” processadoras. Sabe-se tanto sobre suas relações com o solo, a água, os insetos e os microrganismos, que a quantidade e a qualidade do grão e da carne são “contra-



Foto: Cavan for Adobe (AdobeStock)

tadas” quando se decide que insumos usar. A agricultura de agora é uma “indústria” sofisticada e em constante evolução. Cada tonelada de alimento consumido no País ou no exterior sustenta um bom pedaço da indústria de insumos, de máquinas e equipamentos, de embalagens, dos serviços de logística de armazenagem e distribuição, e assim por diante. Por essa razão, a cadeia produtiva se tornou um conceito capaz de explicar melhor o valor de um produto, pois revela seu impacto na produção de outras riquezas.

Desde seu início, há cinco séculos, nossa agricultura passou por variados ciclos de produção e eventos que enriqueceram nosso acervo de espécies, nossa cultura e tradição alimentar. E ao optar por investimento sério em pesquisa agropecuária

voltada para o atendimento das necessidades da sociedade, o Brasil superou as perplexidades resultantes da sua dimensão continental e das limitações e rigores do ambiente físico que impediam os avanços da produção de alimentos no cinturão tropical do globo. Esse investimento fez o Brasil deixar de ser importador de grande parte dos alimentos que consumia para se transformar em um dos maiores produtores mundiais de uma vasta diversidade de itens.

Nas páginas seguintes, são apresentados os 50 alimentos escolhidos por especialistas como representativos dos avanços da pesquisa e da produção, mas também das preferências alimentares dos brasileiros. Há um pouco sobre a história, os nutrientes, a dimensão de produção, o consu-



mo e as características de cada um deles. É possível saber sobre impacto econômico e social do alimento, diversidade de usos, produção e consumo. Fotografias ilustram o encanto dos nossos alimentos e um pouco dos processos envolvidos, desde os laboratórios, campos experimentais, campos de produção, estruturas de processamento, passando por produtores, cooperativas e indústrias, até chegar à mesa dos brasileiros.

A agricultura do Brasil revela trajetórias de coragem, criatividade, empreendedorismo e dedicação que envolvem universidades, institutos de pesquisa, empresas, cooperativas, produtores, extensão rural e redes de pesquisadores no Brasil e no exterior – todos unidos para dar ao Brasil a capa-

cidade de plantar e criar o ano todo, aproveitando de forma criativa os múltiplos legados dos seus 520 anos de história. Esses legados permitiram que nossos alimentos alcançassem novas áreas geográficas e fossem produzidos em climas diferentes dos originais – com adaptabilidade, produtividade e qualidade inéditas no cinturão tropical do globo.

O conteúdo desta obra é resultado do esforço de duas centenas de empregados da Embrapa, entre pesquisadores e técnicos de diferentes especialidades, gestores e profissionais de comunicação. Eles se uniram na tarefa de reunir uma pequena, mas significativa amostra da extraordinária conquista da ciência brasileira ao longo das últimas cinco décadas.

Uma publicação para conhecer, comemorar e saborear.



Abacate

O abacateiro (*Persea americana* Mill.) é nativo das serras do México e da Guatemala e da costa do Pacífico da América Central. As variedades de abacateiro são organizadas em três raças hortícolas, de acordo com sua origem. A raça Mexicana provém das terras altas do México, enquanto a raça Guatemalense é originária da Guatemala. A raça Antilhana é originária das terras baixas da costa do Pacífico da Guatemala até o Panamá.

A chegada do abacateiro ao Brasil está indiretamente ligada a fatos de grande importância histórica. No século XIX, a Europa ocidental atravessava um período de intensas disputas e, por isso, a família real portuguesa decidiu imi-

grar para o Brasil em fins de 1807. Já aqui, o imperador Dom João VI criou o atual Jardim Botânico com a finalidade de promover a aclimação de plantas com potencial de cultivo no Brasil. Assim, em 1809, quatro mudas de abacateiro da raça Antilhana provenientes do Jardim Botânico La Gabrielle da Guiana Francesa foram introduzidas no Brasil. Na década de 1920, ocorreram duas novas introduções de materiais provenientes da Flórida. Esses materiais difundiram-se pelo País e, por meio de cruzamentos naturais, surgiram materiais promissores que foram identificados, clonados e estudados, originando, assim, as principais cultivares de abacate do Brasil.

As cultivares de abacateiro no Brasil são classificadas em dois grupos distintos. O primeiro é constituído pelas cultivares de Abacate Tropical, conhecidas como “abacate manteiga”. Possuem frutos grandes e alongados, de baixo teor de óleo, e são adaptadas a regiões de clima tropical. As principais cultivares deste grupo são as seguintes: Geada, Quintal, Fortuna, Margarida e Breda. No segundo grupo, estão as cultivares de Abacate Subtropical ou Avocado. Possuem frutos de tamanho pequeno a médio, casca enrugada e alto conteúdo de óleo. Essas cultivares, entre as quais a principal é o Hass, são adaptadas ao clima subtropical.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

ABACATE



VERSATILIDADE



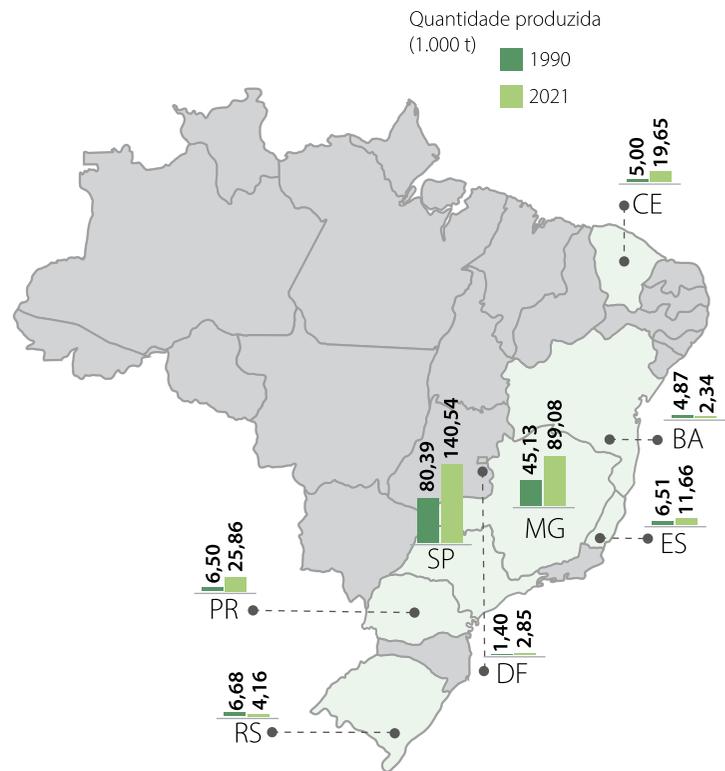
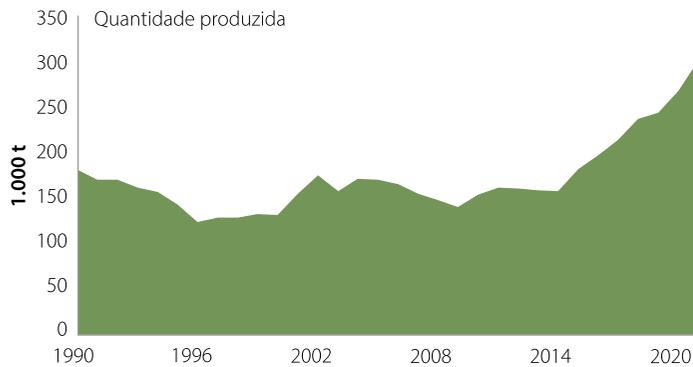
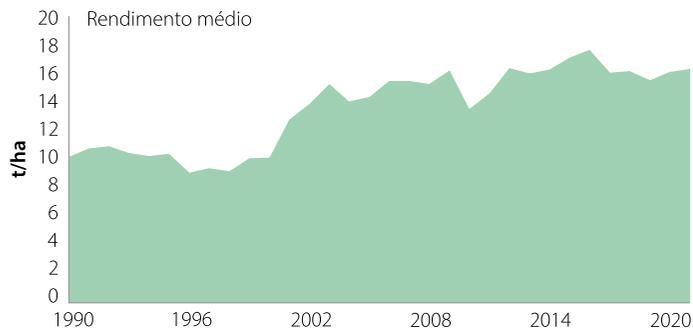
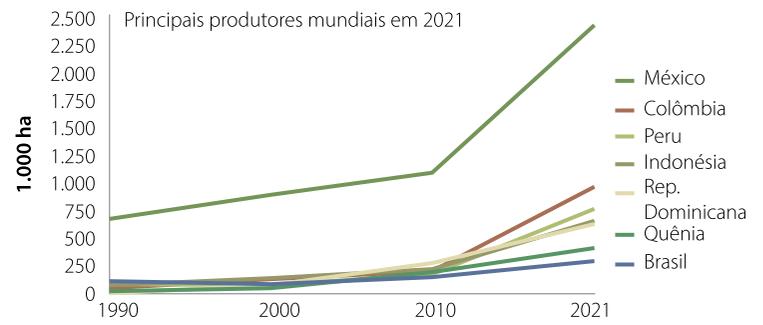
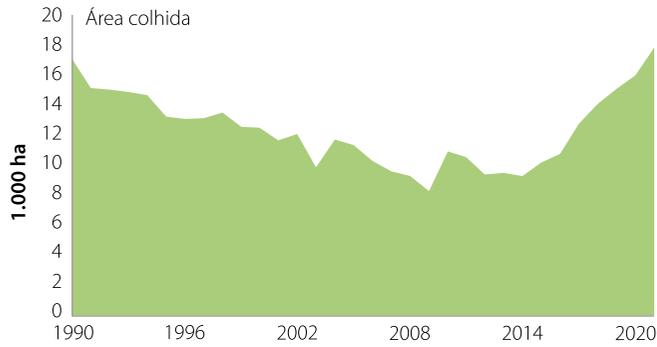
Alimento



Óleo



Cosmético



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b) e FAO (2023).

Ciência para uma fruta perfeita

Achados arqueológicos evidenciam que, desde 500 a.C., o abacate já era cultivado no México, e seus frutos serviam tanto como alimento quanto como produto para trocas comerciais pelas populações nativas. Embora os povos locais tenham iniciado sua domesticação, com a seleção de frutos em função do seu tamanho, o abacate ainda se mostrava uma fruta bastante distante daquela que conhecemos hoje. Após o descobrimento da América, o abacate se dispersou para outros locais, despertando o interesse científico de especialistas em fruticultura, visando à domesticação e ao aprimoramento dessa espécie para sua utilização como cultura frutícola comercial.

Primeiros passos

O processo que transformou o abacate até torná-lo a fruta que conhecemos nos tempos atuais seguiu três etapas básicas: 1) estudo de populações de plantas propagadas por sementes para identificação das plantas que apresentassem características superiores desejáveis; 2) clonagem dessas plantas selecionadas para plantio e avaliação em escala agrônômica, visando obter cultivares; 3) desenvolvimento de práticas culturais para aumentar a produtividade das cultivares selecionadas.

Assim, as bases que alavancaram o aprimoramento científico do abacate foram o melhoramento genético, as tecnologias de clonagem de plantas e as tecnologias agrônômicas para aumentar a produtividade.

As flores do abacateiro são hermafroditas, porém apresentam um desencontro na maturação dos órgãos masculino e feminino, fazendo com que a fecundação ocorra de forma cruzada, com o pólen vindo de outra planta. Essa particularidade faz com que cada caroço de abacate resulte em uma planta distinta, com características inéditas até então, e isso cria variabilidade de forma natural e facilita a obtenção de novas variedades, cabendo ao cientista identificar sua superioridade e fazer a clonagem.

Desenvolvendo cultivares

Dessa forma, as mais de 500 cultivares de abacate existentes no mundo surgiram, na sua maioria, como híbridos naturais. Bons exemplos são as cultivares Hass e Fuerte, que surgiram nos Estados Unidos e no México, respectivamente, e atualmente dominam o mercado internacional, e as cultivares Geada, Quintal,

Fortuna e Breda, que surgiram no Brasil e predominam no nosso mercado consumidor. A seleção de cultivares com frutos de características distintas quanto ao tamanho, formato e teor de óleo possibilitou atender as mais diversas exigências e preferências dos consumidores. Já a seleção de cultivares com épocas de maturação distintas possibilitou estender o período produtivo e o suprimento aos consumidores, fazendo com que seja possível produzir e ofertar abacates praticamente durante todo o ano.

Na década de 1970, tanto o cultivo quanto o mercado do abacate no Brasil eram pouco expressivos, e evoluíram muito nesses 50 anos. As modernas técnicas de propagação e de cultivo protegido possibilitam a produção de mudas em estufas sobre bancadas suspensas e em substrato totalmente orgânico, com elevados padrões de sanidade, vigor e uniformidade. A adoção de plantio mais adensado com irrigação localizada e manejo de podas, diversificação de variedades plantadas, aprimoramentos nas práticas de adubação e nutrição das plantas, manejo integrado de pragas e doenças e manejo pós-colheita também são avanços tecnológicos recentes, que resultam de árdua pesquisa científica e promovem aumento na produção, melhor qualidade dos frutos, extensão do período de oferta, melhor conservação e transporte da produção até locais mais distantes.

A mais recente contribuição da ciência foi o sequenciamento do genoma do abacate realizado em 2019. Essa pesquisa obteve importantes informações para a compreensão das funções dos genes e para uso na engenharia genética, visando incrementar a produtividade, aumen-

A seleção de cultivares com frutos de características distintas quanto ao tamanho, formato e teor de óleo possibilitou atender as mais diversas exigências e preferências dos consumidores

Foto: Andrii (AdobeStock)



tar a resistência a doenças e criar frutos com novos sabores e texturas.

Desafios e perspectivas

Trabalhos inovadores de pesquisa estão expandindo as fronteiras da cultura do abacate no Brasil. A viabilização da produção de abacate no Semiárido

e nas serras do Nordeste representa novos desafios para a pesquisa, com boas perspectivas de sucesso nos empreendimentos que já se iniciaram.

Os principais desafios da pesquisa em abacate estão relacionados ao aprimoramento dos sistemas de produção, visando aumentar a produtividade e a qualidade dos frutos, bem como melhorar a

eficiência na utilização do espaço físico, da água, dos nutrientes e demais insumos. A pesquisa também busca obter novas cultivares com melhor adaptação ao cultivo em condições de estresse abiótico (frio, calor e restrição hídrica), além de porta-enxertos mais tolerantes a condições adversas de solo, como salinidade e presença de patógenos.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Pixel-Shot (AdobeStock)



Foto: bit24 (AdobeStock)



Foto: Tadeu Gracioli Guimarães



Foto: Tadeu Gracioli Guimarães





Abacaxi

O abacaxi é originário da Amazônia, em uma área que inclui o Brasil, a Colômbia, a Guiana e a Venezuela, onde foi domesticado pelos ameríndios há mais de 3 mil anos. Após o descobrimento da América, foi transformado em iguaria da realeza europeia e passou a ser oferecido como símbolo de hospitalidade a convidados nobres. Levado pelos navegantes portugueses e espanhóis, ganhou o mundo a partir do século XVI. O excelente sabor, o aroma e a presença da coroa lhe renderam a denominação de “rainha das frutas”.

É uma das frutas tropicais mais consumidas no mundo. O cultivo comercial no Brasil iniciou nas primeiras décadas do século XX, com destaque para as regiões Norte, Nordeste e Sudeste.

Apesar de se situar entre os principais países produtores, o Brasil participa muito pouco nas exportações mundiais de abacaxi e derivados. O principal destino da produção brasileira é o mercado interno, notadamente na forma de frutas frescas. Grande parte da produção brasileira de abacaxi é de origem familiar.

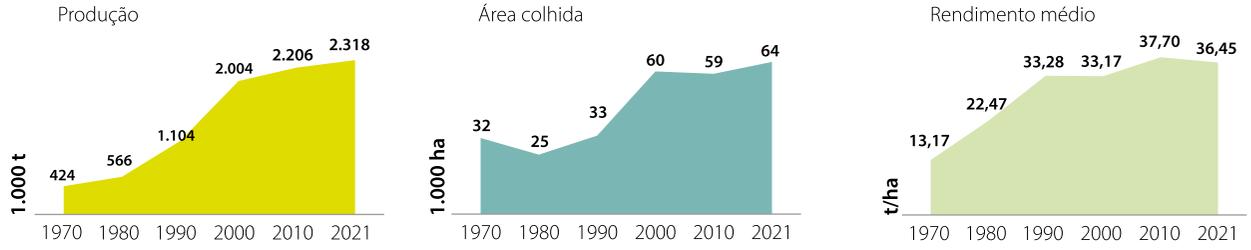
Membro da família Bromeliaceae, o abacaxizeiro completa seu ciclo com a produção de um único fruto no ápice do pedúnculo. Logo abaixo do fruto são produzidas mudas, as quais são utilizadas para a instalação de novos plantios. Mudanças são também produzidas no caule e podem ser utilizadas para plantio ou serem conduzidas para uma segunda colheita.

O abacaxi é rico em vitaminas, sais minerais e fibras, e apresenta em sua composição a enzima bromelina. Possui ação diurética, contribui para o bom funcionamento dos sistemas imunológico e intestinal e regula a atividade muscular do coração. A casca pode ser usada no preparo de chás, sucos e de uma espécie de bebida fermentada chamada aluá.

É uma cultura de múltiplos usos. Os frutos são consumidos in natura ou processados. Da planta são obtidos materiais utilizados na confecção de tecidos para o vestuário e na produção de bioplástico para a indústria automobilística, entre outros. Diversas biomoléculas presentes no abacaxi apresentam grande potencial terapêutico.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

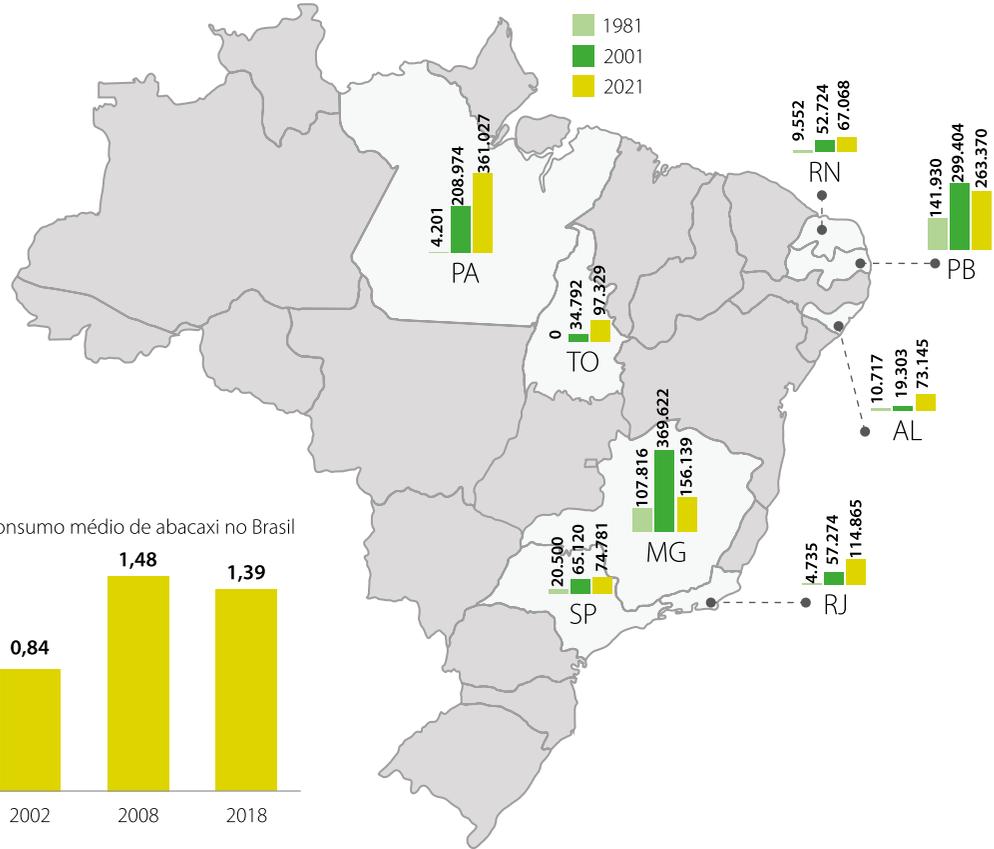
ABACAXI



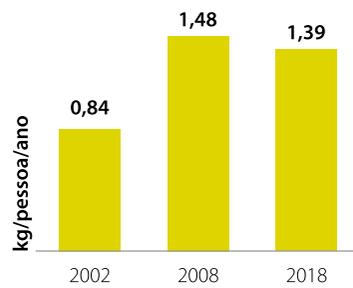
VERSATILIDADE

- Alimento**
Fruta in natura, pedaços em calda, pedaços cristalizados, geleias
- Bebidas alcoólicas e não alcoólicas**
Sucos, licores, vinhos, vinagres, aguardente
- Ração animal**
- Fibras têxteis**
- Fitoterápico**

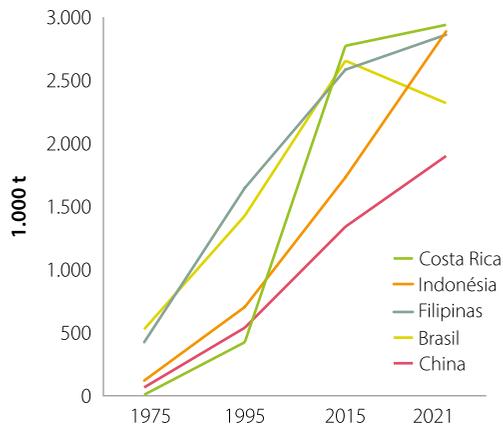
Quantidade produzida de abacaxi (mil frutos)



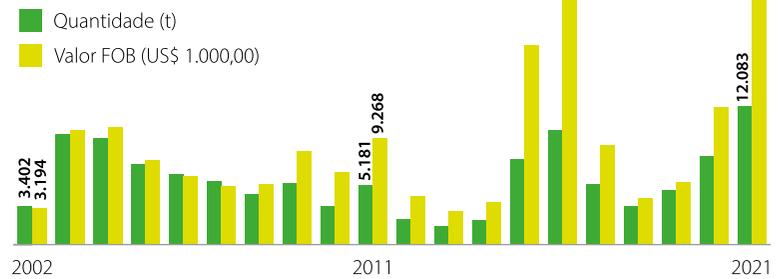
Consumo médio de abacaxi no Brasil



Os cinco maiores produtores mundiais



Exportações brasileiras de suco concentrado de abacaxi



Fonte: Adaptado de Comex Stat (2022), FAO (2021) e IBGE (2021a, 2021b).

A escalada da abacaxicultura brasileira

A pesquisa com o abacaxi no Brasil iniciou-se na década de 1920 com o estabelecimento de uma coleção de variedades, estudos de botânica sistemática e cruzamentos, gerando híbridos que enriqueceram novas coleções. Esse cenário se prolongou, com poucas modificações, até o final da década de 1960, quando alguns cientistas esforçaram-se em prol do desenvolvimento da abacaxicultura nacional fundamentada na cultivar Pérola, uma vez que o acervo tecnológico internacional disponível na época era restrito à produção da cultivar Smooth Cayenne.

No início da década de 1970, a produção brasileira de abacaxi era de apenas 282 milhões de frutos. Concentrada na agricultura familiar, sobretudo no Nordeste e Sudeste do País, a produtividade da cultura era muito baixa. Nos últimos 50 anos, a abacaxicultura apresentou amplo desenvolvimento, atingindo a marca de 1,54 bilhão de frutos em 2021, um aumento de 546,72%. No mesmo período, a área colhida cresceu apenas 19,75%, em decorrência do aumento na produtividade, que passou de 8.779 para 24.297 frutos por hectare, um aumento de 276,76%. Esse desempenho ocorreu em resposta ao investimento em pesquisa e assistência técnica, tanto no âmbito federal quanto no estadual, a partir de 1973, e à reestruturação e ao fortalecimento do sistema brasileiro de pesquisa agropecuária.

Contribuições da pesquisa

O programa nacional de pesquisa do abacaxi resultou num acervo significativo de tecnologias focadas na cultivar Pérola, que detém a preferência do

consumidor brasileiro, razão pela qual é amplamente cultivada de norte a sul do Brasil, sendo responsável por mais de 80% da produção nacional.

Com o apoio da rede de empresas estaduais de assistência técnica, novos conhecimentos e práticas foram inseridos nos sistemas de produção adaptados às condições ambientais das principais microrregiões produtoras. Merecem destaque as técnicas eficientes de controle da floração das plantas, que facilitaram a distribuição escalonada da produção na propriedade e em cada região produtora.

Na década de 1960, a doença conhecida por gomose ou fusariose se espalhou rapidamente pelas principais regiões produtoras de abacaxi do Brasil, causando perdas elevadas na produção e, em consequência, redução na renda do produtor. Intensas ações de pesquisa possibilitaram o estabelecimento de medidas de controle da doença. A partir da década de 1980, foram conduzidos trabalhos de melhoramento genético,

Nos últimos 50 anos, a abacaxicultura apresentou amplo desenvolvimento, atingindo a marca de 1,54 bilhão de frutos em 2021, um aumento de 546,72%

visando ao desenvolvimento de cultivares resistentes à doença. Iniciou-se uma nova fase na abacaxicultura, com maior sustentabilidade e proteção ambiental.

Sistema de produção integrada

Em consonância com as demandas dos consumidores em relação à qualidade do abacaxi, atividades de pesquisa e desenvolvimento nos primeiros anos do século XXI culminaram na definição do sistema de produção integrada para a cultura, que possibilita a produção de frutos de qualidade, sem resíduo de agroquímicos, praticando a proteção ao meio ambiente e o bem-estar social.

Aproximadamente na mesma época dos trabalhos com a produção integrada, foram iniciadas as pesquisas sobre sistema orgânico de produção de abacaxi, também uma demanda dos consumidores. Finalizada a fase de pesquisa, o sistema orgânico foi validado e já está sendo praticado.

Sendo o Brasil um dos países com maior diversidade genética do abacaxi, vislumbrou-se a possibilidade de inserção do abacaxi ornamental no mercado. Diversos materiais provenientes de seleções ou de cruzamentos já estão disponíveis tanto para cultivo em vaso quanto para corte, seja para o mercado nacional, seja para o internacional.

Novas áreas produtivas

Com o apoio da pesquisa, novos polos de produção se estabeleceram, principalmente nos seguintes esta-

Foto: Domingo Haroldo Reinhardt



dos: Tocantins, Pará, Amazonas, Rio de Janeiro e Bahia. Os avanços no desenvolvimento de tecnologias trouxeram muitos benefícios para os consumidores, como a oferta de abacaxi de qualidade e de uma gama mais ampla de variedades durante todos os meses do ano. Há oferta de frutos não apenas in natura, mas também transformados em

produtos de valor agregado e com longo período de conservação, incluindo abacaxi desidratado e liofilizado.

Algumas ações de pesquisa e desenvolvimento, especialmente referentes à coleta, caracterização e conservação de material genético, vêm sendo realizadas em parceria com diversas instituições de ensino, pesquisa e assis-

tência técnica, tanto em nível nacional quanto internacional, assim como iniciativa privada.

O desafio atual é alcançar uma oferta mais diversificada de variedades de abacaxi no mercado interno e abrir o mercado externo para as variedades brasileiras ainda desconhecidas no mercado internacional.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Davi Theodoro Junghans



Foto: Davi Theodoro Junghans



Foto: Léa Cunha



Foto: topntp(AdobeStock)



Foto: Hugo Kern



Açaí

Quatro espécies de açaí são encontradas na Amazônia. Apenas duas, no entanto, apresentam uso potencial ou comercial: *Euterpe oleraceae* Mart. (açaí de touceira) e *Euterpe precatoria* Mart. (açaí-solteiro). A primeira delas, que ocorre nos estados do Pará, Amazonas, Maranhão e Amapá, é a responsável pela maior parte da produção do fruto.

No Pará, o maior produtor, uma quadrinha do folclore regional tem o seguinte verso: “Quem vai ao Pará, parou! Tomou açaí, ficou [...]”. A música reflete a cultura e a história do povo paraense e de muitos que migram e acabam permanecendo na região.

A primeira fase do consumo do açaí se deu entre os grupos indígenas, com a

maceração dos frutos maduros para extração da polpa. Vários viajantes antigos que passaram pela Amazônia comentaram em seus livros sobre o consumo da polpa do açaí. Embora nunca tenha visitado a região, o ficcionista francês Jules Verne (1828–1905) lançou, em 1880, *A Jangada*, romance ambientado na Amazônia brasileira, no qual comenta sobre o açaí como alimento das populações ribeirinhas.

Rico em lipídios, fibras, proteínas e vitamina E, o fruto também possui elevado teor de antocianinas, pigmento que lhe confere a cor arroxeada, e outros compostos fenólicos. Essas substâncias possuem propriedades antioxidantes e benéficas para a saúde que passaram a atrair cada vez mais consumidores nas

últimas décadas. O uso tradicional da polpa de açaí como refeição entre os moradores da foz do Rio Amazonas passou a constituir sobremesa de luxo e tornou-se componente de alimentos energéticos, cosméticos, fármacos e de dezenas de outros produtos.

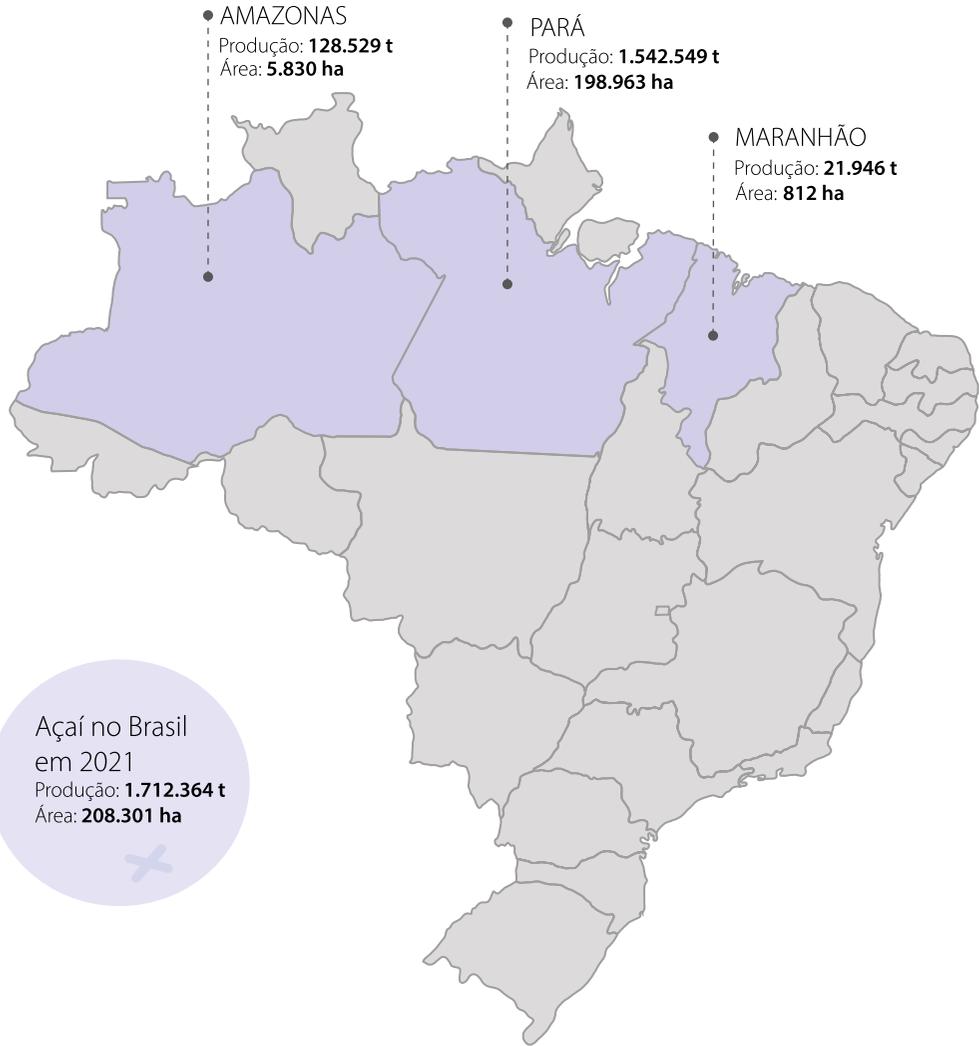
Fora da Amazônia, a polpa de açaí ganhou inicialmente a simpatia dos turistas a partir da década de 1990, passando rapidamente a ser consumido em todo o território nacional. As exportações iniciais foram para os Estados Unidos e para o Japão e, posteriormente, para mais de 30 países. Atualmente o açazeiro é a fruteira nativa da Amazônia que vem apresentando a maior expansão de área manejada e cultivada ano a ano.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

AÇAÍ



Principais produtores nacionais em 2021



VERSATILIDADE



Alimentação



Indústria de cosméticos e higiene pessoal



Construção civil



Valor da produção (R\$1.000,00)

Amazonas ■ **R\$ 136.377,00**

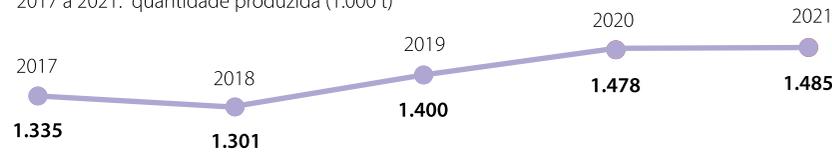
Maranhão ■ **R\$ 10.465,00**

Pará ■ **R\$ 5.132.183,00**

Brasil ■ **R\$ 5.305.523,00**

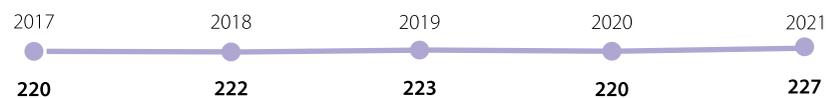
AÇAÍ - CULTIVADO E MANEJADO

2017 a 2021: quantidade produzida (1.000 t)



AÇAÍ - EXTRATIVISMO

2017 a 2021: quantidade produzida (1.000 t)



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b).

Riqueza sustentável

O açaí é um produto que experimentou um aumento de consumo vertiginoso nas últimas duas décadas. Um ilustrativo desse crescimento é a lei federal sancionada em 1976 que proibiu a derubada do açaizeiro. Naquela época, a grande demanda em relação à palmeira residia na extração do palmito, em geral realizada de forma predatória e que ameaçava a sobrevivência da espécie.

O efeito prático da lei foi inócuo, mas, duas décadas depois, a valorização do açaí tornou dispensável. A palmeira em pé, oferecendo colheitas de açaí ano a ano, passou a ser uma importante fonte de renda para as famílias de ribeirinhos que habitam os rios da região, e sua conservação foi incentivada pela crescente elevação dos preços dos frutos.

Mercado em desequilíbrio

A demanda por frutos de açaí, tanto no mercado interno quanto no externo, tem se elevado anualmente. A produção de frutos no Pará aumentou de menos de 200 mil toneladas, no início da década de 1990, para 1,5 milhão de toneladas em 2020. E como a procura por frutos tem sido sempre maior que a oferta, a bebida sofreu um expressivo aumento de preço. O valor de 1 L da polpa nos processadores artesanais de Belém, PA, por exemplo, passou de US\$ 0,50, no início da década de 1990, para mais de US\$ 5,00 em 2022.

A pesquisa acompanhou a expansão desse mercado, atuando em duas frentes principais para elevar a produtividade de forma equilibrada com o meio ambiente: de um lado, o desenvolvi-

mento e a introdução de tecnologias de manejo para as áreas de ocorrência natural do açaizeiro e, de outro, o melhoramento genético e a indicação das melhores práticas para a domesticação da palmeira e seu cultivo em terra firme.

Do extrativismo ao manejo

Ainda devido à forte pressão de demanda por palmito de açaí, nos anos 1980 foram conduzidos os primeiros ensaios experimentais no Pará para avaliar as características e os tipos de manejos realizados pelas populações ribeirinhas. Nesses primeiros estudos, foi observado que um dos benefícios principais da introdução de manejo era o aumento da produção de frutos.

Na década seguinte, o crescimento da demanda pelo fruto levou à intensificação do extrativismo do açaí em algumas áreas de floresta de várzea do estuário amazônico, principalmente aquelas próximas aos centros urbanos. Na ânsia

As recomendações de manejo proporcionam excelentes aumentos na produção de frutos, além da manutenção ou aumentos na diversidade

por obter maiores quantidades de frutos, os ribeirinhos suprimiam outras espécies nas florestas de várzea, criando extensos maciços de açaizais nas margens dos rios.

Diante desse quadro, nos anos 1990 foram realizadas pesquisas no Pará e no Amapá, a fim de buscar formas de manejo dos açaizais que conciliassem a proteção ambiental e o rendimento econômico de modo equilibrado. Os modelos desenvolvidos preconizam uma proporção adequada entre palmeiras de açaí e demais espécies frutíferas e florestais.

Os resultados desses estudos apontaram que essas formas de manejo reduzem a competição por água, luz e nutrientes entre as plantas. Além disso, práticas como a eliminação de parte das árvores maiores e desbastes dos perfilhos das touceiras proporcionam o aumento de duas a três vezes na produtividade de frutos de açaí. Esse processo também permite a manutenção ou aumento da biodiversidade do ambiente local.

Atualmente, a adoção da tecnologia de manejo de mínimo impacto de açazal nativo tem sido incentivada pelas instituições de extensão rural junto aos ribeirinhos. As recomendações de manejo proporcionam excelentes aumentos na produção de frutos, além da manutenção ou aumentos na diversidade florestal nos açazais.

Terra firme como destino

Em outra frente de atuação, a pesquisa vem trabalhando na domesticação do açaizeiro. Levar essa palmeira, que



ocorre naturalmente nas áreas de várzea, para os plantios em terra firme é uma forma de elevar a produção do fruto e conter o desequilíbrio entre oferta e procura.

Nesse campo, a área que mais avançou foi a do melhoramento genético, na qual são selecionados indivíduos com as características mais desejáveis para o mercado, como boa produtividade. Iniciado na década de 1990, o programa de melhoramento genético da espécie *Euterpe oleracea* Mart. alcançou a primeira cultivar de açazeiro em 2005, a

BRS Pará. Na década seguinte, em 2019, foi lançada a BRS Pai d'Égua.

A primeira das cultivares trouxe aos produtores um material genético adaptado às condições de plantio em terra firme. Já a segunda, avançou sobre um dos principais problemas da cadeia produtiva do açai: a alta sazonalidade da produção. Cultivada com irrigação, a BRS Pai d'Égua é capaz de distribuir a sua produção de frutos de forma equilibrada ao longo do ano e oferecer açai na entressafra, período em que a escassez do produto implica

o fechamento de processadores artesanais e fábricas.

O caminho para atender à demanda crescente pelo açai passa por levar essa palmeira da várzea para a terra firme, seja em cultivos irrigados seja como parte de sistemas agroflorestais. Para isso a ciência tem como desafio estabelecer parâmetros de irrigação mais precisos, apresentar recomendações de adubação para as diferentes idades da planta, desenvolver equipamentos para a colheita e incorporar ao melhoramento genético convencional as técnicas mais avançadas de biotecnologia.

Foto: Vinicius Braga



Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Vinicius Braga



Foto: Vinicius Braga



Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Ronaldo Rosa





Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça da família Cichoriaceae, que tem como centro de origem a região do Mediterrâneo. Por volta do ano 4.500 a.C., já era conhecida no antigo Egito e chegou ao Brasil no século XVI, com os colonizadores portugueses. É uma espécie mundialmente conhecida e considerada a mais importante hortaliça folhosa do planeta, sendo a de maior consumo no Brasil.

Trata-se de uma planta herbácea, anual, que possui um caule diminuto ao qual se prendem as folhas. Estas são a parte comestível da planta e podem ser lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma “cabeça”. A coloração das plantas pode variar do verde-amarela-

do até o verde-escuro e também pode ser roxa, dependendo da cultivar.

Praticamente todas as cultivares de alface desenvolvem-se bem em climas amenos, principalmente no período de crescimento vegetativo. A ocorrência de temperaturas mais elevadas acelera o ciclo cultural e, dependendo do genótipo, pode resultar em plantas menores, porque o pendoamento ocorre mais precocemente.

No Brasil, as alfaces mais conhecidas e consumidas são as crespas e as americanas, algumas das quais foram melhoradas para o cultivo de verão ou adaptadas para regiões tropicais, com temperaturas e pluviosidade elevadas. No entanto, no País, também aparecem cultivares roxas e com as folhas frisadas.

Nos últimos anos, aumentou o interesse de produtores e consumidores pela alface-americana, já ofertada de forma regular em todos os mercados brasileiros. Além de ser apreciada na forma in natura, essa cultivar é amplamente utilizada pela indústria de processamento mínimo pelo fato de suportar melhor essa prática, quando comparada com outras cultivares. A alface-americana também é muito utilizada por redes de fast food como ingrediente de sanduíches, em razão de sua crocância, textura e sabor.

Mais exótica, a alface-romana de folhas roxas é o tipo menos conhecido de alface no Brasil, mas seu cultivo pode ser interessante para atender alguns nichos de mercado, em especial os de consumidores mais sofisticados.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

ALFACE



Variedades mais comercializadas no Brasil



Tendência de aumento no consumo de alface americana



Demanda promovida pelas redes de fast food no País

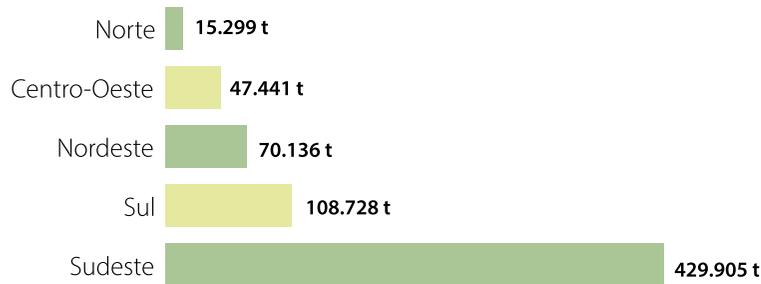


Elevação no poder aquisitivo da população

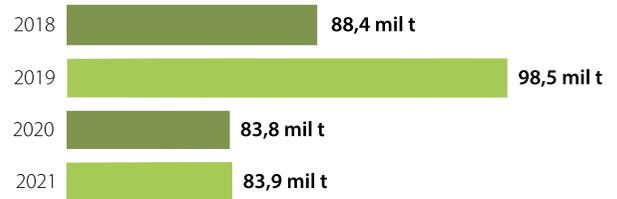


Disponibilização de cultivares mais adaptadas aos ambientes tropicais

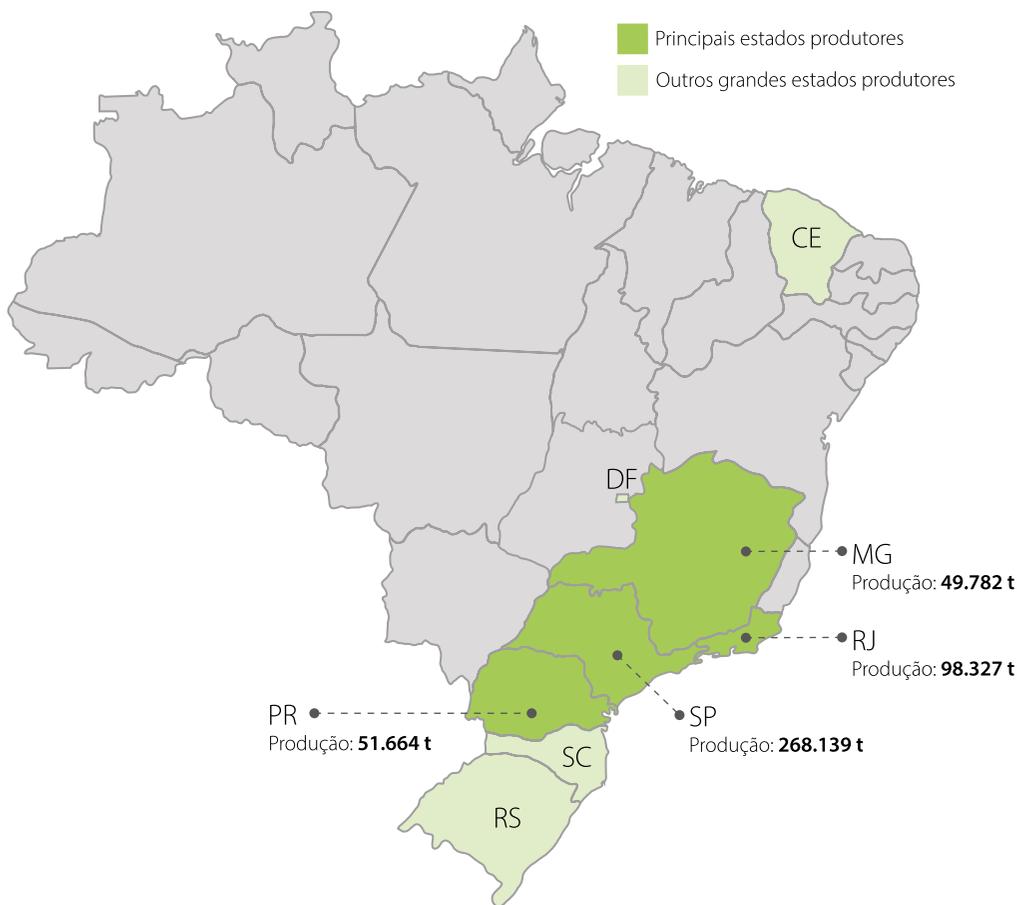
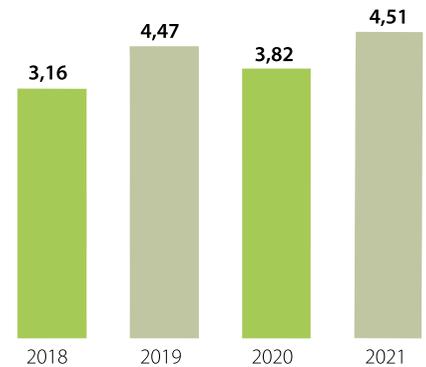
Produção brasileira em 2017, por região



Volume comercializado nos principais atacadistas do país



Preço médio nos atacadistas (R\$/kg)



Fonte: Adaptado de Sala e Costa (2012), IBGE (2017) e Conab (2023a).

Uma planta milenar

Existem evidências de que a domesticação da alface se deu a partir da espécie selvagem *Lactuca serriola*. Com a sua introdução na Europa Ocidental no início do século XV, alguns tipos de alface, tais como lisa, batávia e romana, já tinham sido descritas. Com as expedições de Cristóvão Colombo para o Novo Mundo, a alface, possivelmente, foi introduzida na América em 1494. No Brasil, sua introdução foi feita pelos portugueses em 1650.

Até a década de 1980, o Brasil tinha um padrão de consumo de alface-manteiga, também conhecida como alface-lisa, que dominaram o sistema de cultivo da alface no País. Já naquela época, o grande desafio da produção da alface era o período de verão. Temperaturas elevadas associadas à alta pluviosidade levavam o produtor de alface a perdas de até 60%, e isso se refletia diretamente no preço e na oferta do produto no mercado, devido à maior demanda de consumo nesse período.

Nesse panorama, as cultivares de alface das séries Brasil e Regina – desenvolvidas pela ciência brasileira – modificaram esse cenário produtivo, uma vez que possuíam rosetas com folhas soltas, que, por diminuírem o acúmulo de água, reduzem as perdas por apodrecimento. Foram elas que permitiram ampliar o período de cultivo da alface no verão, quando as condições climáticas limitavam seu cultivo.

A preponderância das cultivares lisas perdurou até meados da década de 1990, com o advento da cultivar de alface crespa *Grand Rapids*. A mudança do padrão de alface lisa para o segmen-

to crespa foi quando essa cultivar, por não apresentar formação de cabeça, mostrou ser adequada ao cultivo no verão, garantindo e minimizando as elevadas perdas que havia com a alface lisa repolhuda.

Melhoramento genético

No âmbito da Embrapa, a pesquisa e a inovação com alface tiveram início na década de 1980, com a realização de pesquisas envolvendo o manejo de patógenos e os sistemas de cultivo dessa hortaliça. Após esse início, estudou-se, no início do século XXI, a adaptação de diversas cultivares de alface aos sistemas de cultivo convencional e orgânico e, já na primeira década deste século, entrou em execução a primeira fase do programa de melhoramento genético de alface da Embrapa.

A maior conscientização dos consumidores quanto ao desperdício de alimentos tem gerado demanda por produtos do tipo *baby leaf*, ou mesmo por plantas de menores dimensões

Após 5 anos, esse programa disponibilizou ao setor produtivo três cultivares de alface-crespa. Atualmente, o programa de melhoramento genético de alface da Embrapa visa gerar variedades com resistência a doenças e tolerância ao florescimento precoce promovido pelas altas temperaturas.

As mudanças constantes demandadas pelos consumidores também se refletem sobre esse produto. Diante desse fato, a ciência brasileira realiza pesquisa e inovação visando atender essas demandas. Um exemplo disso é o desenvolvimento de sistemas de produção adaptados a cultivos urbanos, tais como cultivo de alface em fazendas verticais e em hortas urbanas.

Mapa da produção

Hoje, o Sudeste e o Sul são as principais regiões produtoras de alface no Brasil. Nesse contexto, a região Sudeste detém cerca de 80% da produção, enquanto a região Sul perfaz cerca de 13% do total de alface produzido no País. Na região Sudeste, o principal estado produtor é São Paulo, englobando aproximadamente 53% da produção regional, seguido pelo Rio de Janeiro, com 35% do volume produzido nessa região.

Atualmente, cerca de 50% da alface comercializada no Brasil corresponde ao tipo crespa. Uma mudança significativa no mercado da alface atualmente é a crescente participação das variedades do tipo americana. Esse aumento é justificado pela elevação na demanda promovida pelas redes de fast food no País, pela elevação no poder aquisitivo da população e pela disponibilização de

Foto: Gabriel Rezende Faria



cultivares mais adaptadas aos ambientes tropicais. A comercialização desse tipo de alface corresponde a cerca de 35% do mercado consumidor.

Novos desafios

Além dos aspectos relacionados com os tipos varietais, outras demandas do setor produtivo de alface consistem no desenvolvimento de variedades com resistência às principais doenças e tolerância a estresses abióticos.

No âmbito dos estresses abióticos, ressaltam-se os seguintes: efeito das altas

temperaturas na germinação e no florescimento precoce de plantas de alface, estresse hídrico e tolerância a condições de baixa fertilidade do solo. A principal forma de contornar esses entraves consiste no desenvolvimento de cultivares resistentes/tolerantes a esses estresses.

Em alinhamento às necessidades desse mercado consumidor, a Empresa desenvolve ativos de inovação dessa hortaliça visando suprir as necessidades do setor agroindustrial por meio de cultivares com sabor e número de folhas diferenciados,

não se esquecendo da forma tradicional de aquisição, isto é, de plantas inteiras.

Algumas tendências futuras podem ser traçadas quanto ao cultivo de alface, entre as quais se destacam a ampliação dos tipos varietais dessa hortaliça. Nesse contexto, o surgimento de novas tipologias tais como a alface crocante merece destaque. Além disso, a maior conscientização dos consumidores quanto ao desperdício de alimentos tem gerado demanda por produtos do tipo *baby leaf*, ou mesmo por plantas de menores dimensões, entre outros desafios futuros.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Wenderson Araujo



Foto: Wenderson Araujo

Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Pixel-Shot (AdobeStock)



Foto: Zineb Benchechou

Foto: Cultura Allies (AdobeStock)



Foto: Zineb Benchechou



Foto: Conny Pokorny (AdobeStock)



Alho

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das mais antigas espécies cultivadas. Começou a ser plantado há mais de 5 mil anos pelos hindus, árabes e egípcios. Originário da Ásia Central, chegou ao Ocidente a partir de plantios na costa do Mar Mediterrâneo. Ao longo da história, a espécie sempre foi valorizada por suas propriedades medicinais e seu notável valor condimentar.

Pela sua capacidade de melhorar o armazenamento e a conservação de outros alimentos e pelo seu poder medicinal, o alho fazia parte do cardápio da tripulação das caravelas portuguesas, fato que proporcionou sua introdução no Brasil na época do Descobrimento. Uma vez em solo brasileiro, ficou por mais de quatro séculos restrito ao plan-

tio de fundo de quintal. Somente em meados do século XX, o cultivo começou a expandir-se, ganhando importância econômica.

Pertencente à família Alliaceae, o alho é uma planta herbácea, com folhas alongadas, estreitas e cerosas, que pode atingir até 60 cm de altura. As bainhas das folhas formam um pseudocaule curto, em cuja parte inferior origina-se o bulbo. Este apresenta formato redondo ou ovalado e é dividido em bulbilhos (dentes) que podem variar em número de 5 a 56.

Os bulbilhos são compridos, ovoides e possuem forma arqueada, envoltos por folhas protetoras chamadas brácteas, cuja coloração pode ser branca, vermelha, violeta, roxa e marrom. Além dessa

proteção individual, o bulbo ainda é envolto por várias túnicas esbranquiçadas que são facilmente destacáveis.

O alho é uma hortaliça rica em amido e substâncias aromáticas de alto valor condimentar, além de possuir ação fitoterápica com diversas propriedades farmacológicas. É uma fonte de minerais como cálcio, potássio e magnésio.

O clássico cheiro dessa hortaliça é causado pela alicina, um dos compostos sulfurados presentes no alho que são responsáveis por suas propriedades funcionais. Geralmente é utilizado para fins medicinais ou para temperar alimentos, principalmente no Brasil, onde está presente em praticamente todas as cozinhas do País.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

ALHO



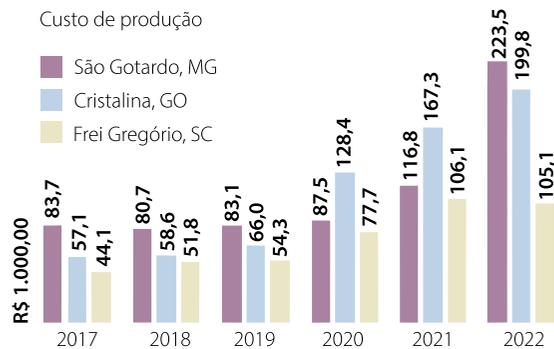
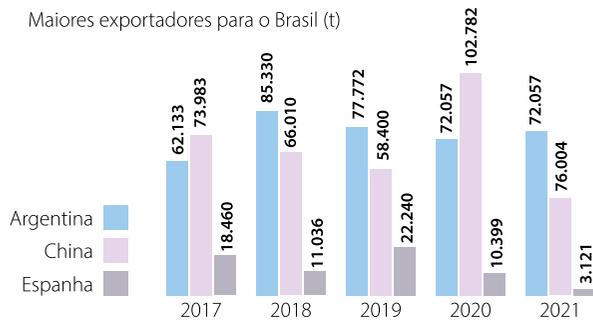
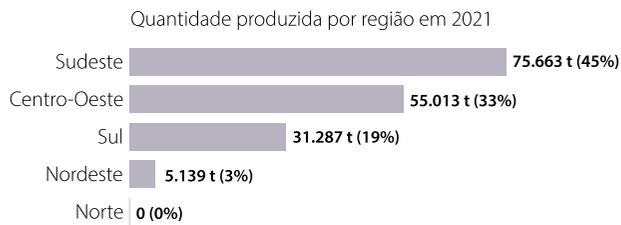
VERSATILIDADE



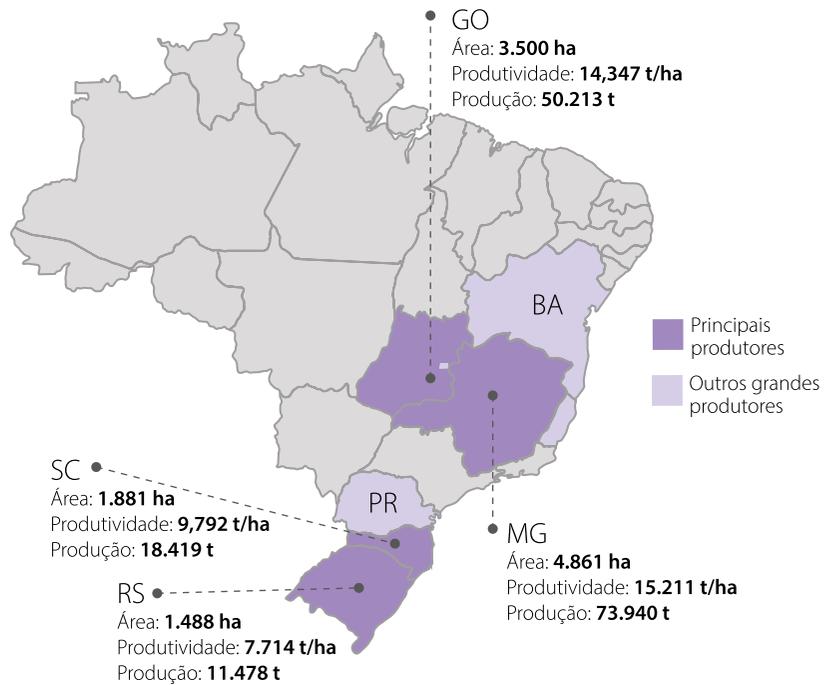
Indústria de alimentos



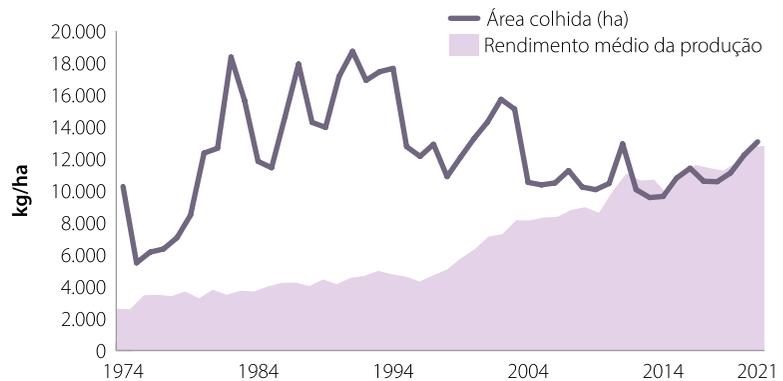
Indústria farmacêutica



Maiores estados produtores (2021)



Área colhida e rendimento médio, no Brasil



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b), Comex Stat (2023) e Conab (2023a).

A caminho da autossuficiência

O alho é uma hortaliça produzida em todos os continentes. O continente asiático, especialmente China e Índia, domina a produção, que corresponde a 85% da quantidade global. Apesar de ser responsável por apenas 0,4% da produção mundial, o Brasil é o segundo maior importador e o sétimo maior consumidor global da hortaliça, à frente da Rússia e de outros países asiáticos. Em 2019, o País consumiu 2,96 mil toneladas (1% total mundial), sendo aproximadamente 1,65 mil toneladas produzidas nacionalmente e o restante (1,31 mil toneladas) adquirido principalmente da China, da Argentina, da Espanha e do Egito.

O Brasil depende do alho importado desde os anos 1960. No entanto, graças às inovações tecnológicas desenvolvidas pela ciência brasileira, em especial o uso do alho-semente livre de vírus nas lavouras comerciais, nas últimas décadas a produtividade do alho brasileiro aumentou entre 40% e 100%. Originário de regiões de clima frio da Ásia Central, o alho se adapta a condições de baixas temperaturas, suportando inclusive geadas. Em geral, a planta necessita de temperaturas amenas (18 °C a 20 °C) na fase inicial do ciclo, temperaturas mais baixas (10 °C a 15 °C) na fase intermediária e temperaturas mais altas (20 °C a 25 °C) na fase final.

Uma das técnicas que possibilitou a expansão do alho para diversas regiões do Brasil foi a vernalização pré-plantio. Há 30 anos, o uso de cultivares de maior cotação comercial – como Ito, Caçador, Quitéria e Chonan – eram restritas às regiões frias no Sul do País. Com a verna-

lização, foi possível expandir essa produção para regiões de temperaturas mais elevadas, como Sudeste, Centro-Oeste e até áreas de maior altitude do Nordeste. A técnica consiste em colocar o alho-semente em câmara fria com temperatura entre -3 °C a +2 °C e umidade relativa de 65% a 70%. O período adequado varia de 45 a 60 dias, dependendo da condição climática da região de plantio.

O uso de alho-semente livre de vírus foi outra tecnologia incorporada pela cadeia produtiva do alho que se tornou fundamental para o aumento da competitividade em relação aos alhos importados, tanto para grandes quanto para pequenos produtores brasileiros. Essa tecnologia é resultado de um programa de pesquisa da Embrapa que já tem mais de 30 anos, a qual foi desen-

A produtividade nacional estava entre 8 t e 10 t de alho por hectare. Hoje, grandes produtores da região do Cerrado conseguem produzir 25 t/ha, um incremento de 150%

volvida para resolver um dos principais problemas da cadeia produtiva do alho: as doenças causadas por vírus.

Do laboratório ao campo

Nos primeiros 10 anos, a Empresa adotou a estratégia de concentrar todo o esforço na pesquisa para aprimorar o protocolo de limpeza, identificar as viroses, desenvolver os protocolos de indexação e estudar como as plantas livres de vírus se comportariam no campo, ou seja, qual era a curva de reinfecção e quanto tempo elas levavam para perder a qualidade fitossanitária e fisiológica. Em seguida, concentrou-se em levar a tecnologia para o agricultor e garantir que ele mantivesse essa tecnologia sem depender da instituição geradora do material livre de vírus.

Para se ter uma ideia do impacto dessa e de outras inovações desenvolvidas pela ciência brasileira, basta citar que, entre os anos 1980 e 1990, a produtividade nacional estava entre 8 t e 10 t de alho por hectare. Hoje, grandes produtores da região do Cerrado conseguem produzir 25 t/ha, um incremento de 150%.

Na safra de 2021/2022, a produção brasileira de alho foi de 220 mil toneladas, em uma área plantada de 16 mil hectares, cujo rendimento médio foi de 13.750 kg/ha. As regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste são as principais produtoras no País. Nessas regiões, destacam-se os estados de Minas Gerais, que responde por 50% da produção nacional, enquanto Goiás, Distrito Federal e Bahia são responsáveis por 30% dessa pro-



dução. Na região Sul, destacam-se Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com 20% da produção brasileira.

Novos mercados, novos desafios

O consumo nacional é de aproximadamente 350 mil toneladas, o que, em termos per capita, corresponde 1,6 kg/hab./ano, dos quais 40% são importados e 60% produzidos em território nacional. As importações são originárias de países como China (37%),

Argentina (59%), Espanha (2%) e outros (1,5%). Mas ainda existe potencial de crescimento da demanda por produtos processados e diferenciados a partir do alho, tais como alho negro (defumado), chips de alho para saladas, pastas e cremes, entre outros. São demandados principalmente pelo setor de restaurantes e empórios gourmet em grandes centros urbanos. Além disso, existe o mercado de produtos medicinais para a indústria farmacêutica como o óleo e a alicina, que são comercializados em frascos ou cápsulas.

Entre os desafios a serem enfrentados pela ciência brasileira, a fim de elevar a produtividade nacional em busca da autossuficiência na produção de alho, estão a mecanização do plantio e da colheita; a pesquisa com ênfase no manejo fitossanitário; o desenvolvimento e a recomendação de novas cultivares; a pesquisa em manejo de solos; e os ajustes na tecnologia de vernalização de sementes visando ao aumento de produtividade e à melhora da resposta da cultura às condições climáticas adversas, entre outros.

Foto: Prostock-studio (AdobeStock)



Foto: Paula Rodrigues

Foto: mimage (AdobeStock)



Foto: ffolias (AdobeStock)

Foto: Paula Rodrigues



Foto: chandlernvid85 (AdobeStock)



Amendoim

O amendoim (*Arachis hypogaea* L., Leguminosae/Fabaceae) é um alimento muito saboroso, que pode ser transportado e armazenado com facilidade e consumido cru: uma característica incomum em outras leguminosas anuais, como o feijão. Esses aspectos podem ter sido fundamentais no processo de domesticação dessa espécie pelos nativos na América do Sul. A origem do amendoim ocorreu em um período estimado entre 3.500 a 9.400 anos atrás, na região compreendida pela parte Noroeste da Argentina e Sudoeste da Bolívia, onde são encontradas também as espécies silvestres ancestrais (*Arachis ipaënsis* e *Arachis duranensis*).

Os primeiros relatos do cultivo de amendoim foram feitos nos séculos XVI e XVII pelos colonizadores espanhóis e europeus, que registraram a presença do amendoim nas roças indígenas em diversas ilhas no Caribe, no México, na costa leste do Brasil, na Bacia do Rio da Prata

e no Peru. Algumas características muito interessantes do amendoim foram descritas desde aquela época: a semelhança com a ervilha e o feijão; a formação das vagens no solo; a produção abundante nas roças; o sabor semelhante ao da castanha; o consumo abundante pelos nativos, que consideravam o amendoim um alimento saudável.

A principal característica do amendoim é a formação das vagens no solo (geotropismo positivo). Devido a essa particularidade, a colheita acontece em duas etapas: o arranquio, quando as plantas são colocadas com as raízes para cima na linha de plantio ou em leiras, expondo as vagens ao vento e ao sol (cura – 5 dias); e o despencamento, quando as vagens são separadas das plantas manualmente ou por meio de máquinas, após a cura.

Por ser um alimento saboroso, rico em energia (47% de óleo), proteínas (25%), vitaminas, fibras, minerais e com gran-

de poder de saciedade, o amendoim é considerado um componente importante da dieta moderna, consumido in natura ou na forma de produtos minimamente processados (sem adição de açúcar ou sal). Além disso, a composição do óleo do amendoim é benéfica para o sistema cardiovascular (80% de ácidos oleico e linoleico). A maioria das cultivares comerciais de amendoim no Brasil tem alto teor de ácido oleico (> 70%), o que se assemelha à composição do azeite de oliva, retardando o processo de oxidação do óleo (aumentando a vida útil de prateleira dos produtos com amendoim em sua composição).

A versatilidade desse alimento para a preparação de pratos doces ou salgados e a diversidade de novos produtos com amendoim em sua composição (pastas, sorvetes, temperados) ampliam as opções de acesso a ele para o consumidor brasileiro.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

AMENDOIM



VERSATILIDADE



Alimento



Óleo vegetal

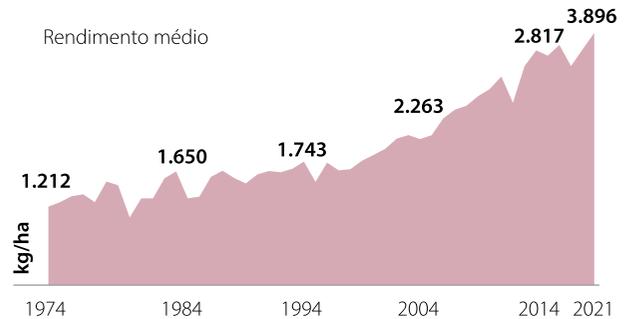
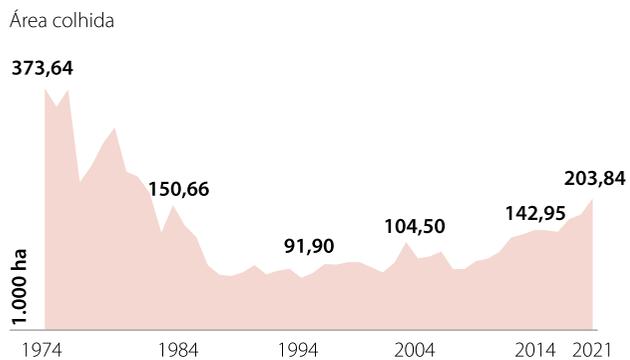
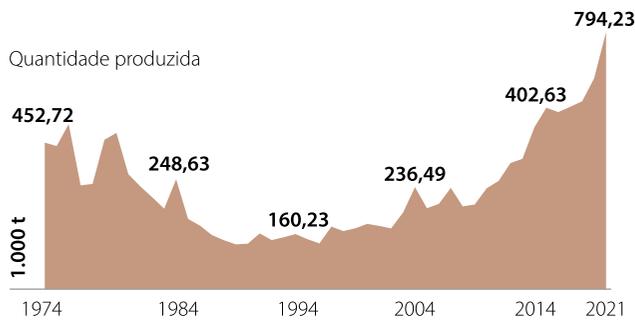
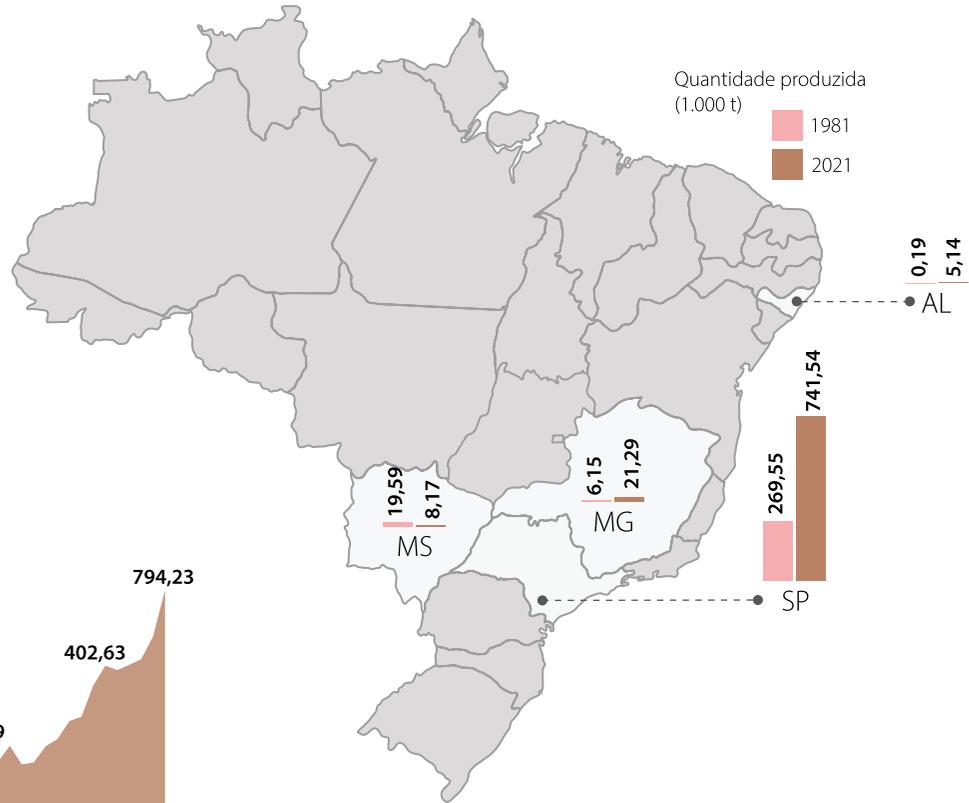


Biomassa e biodiesel



Indústria de cosméticos

66% dos brasileiros costumam consumir amendoim e 70% apreciam a paçoca e o pé de moleque



Fonte: Adaptado de Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas (2021) e IBGE (2021b).

A salvação da lavoura

No Brasil, as estatísticas de produção do amendoim estão disponíveis apenas a partir da década de 1940, sendo possível observar mudanças nos patamares de produção, área e produtividade ao longo dos últimos 75 anos. São Paulo e Paraná tinham grande destaque na produção de amendoim no período compreendido entre 1947 e 1972, caracterizado por ser um período de grande expansão em área e produção, associado à demanda externa de óleo e torta de amendoim. Nesse período, a produtividade teve pouco incremento e as cultivares utilizadas pelos produtores eram em sua maioria do tipo Valência (ou tipo Tatu), de película vermelha. Após 1972, é notável o declínio em produção e área, decorrentes da retração das demandas do mercado externo por óleo e farelo, atribuída à concorrência com óleo e farelo de soja e à exigência por maior qualidade (controle sanitário da contaminação por aflatoxinas). Esse período de retração durou até o ano de 2003 e o amendoim produzido abastecia apenas o mercado interno.

Após meados dos anos 2000, inicia-se uma segunda fase de expansão da produção, principalmente em função de maiores produtividades, que dura até o presente. Essa mudança ocorreu pelas seguintes razões: adoção de cultivares do tipo Runner, melhorias na mecanização, ajustes no manejo cultural e implementação de novos processos de armazenamento e processamento. Como resultado, a produção de amendoim tem aumentado constantemente, suprindo a demanda do mercado interno e exportando o excedente equivalente a 60% das 794 mil toneladas produzidas na safra 2020–2021.

Pioneirismo

Para que essa mudança fosse possível, foi fundamental a atuação pioneira de uma das instituições de pesquisa mais importantes do Brasil – o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). O IAC, por meio do programa de melhoramento liderado pelo dr. Ignácio José de Godoy, registrou em 1999 a primeira cultivar de amendoim do tipo Runner para o estado de São Paulo: a IAC Caiapó. Em 2002, foi lançada a cultivar Runner IAC 886 e as primeiras cultivares com alto teor de ácido oleico, IAC 503 e IAC 505, foram registradas em 2009.

Além de São Paulo, o amendoim é produzido com alta tecnologia em Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Tocantins, em áreas de abertura ou em rotação com outras culturas anuais (soja, milho), sucessão com cana-de-açúcar e renovação de pastagens. Para atender a essa demanda, o

programa de melhoramento do amendoim da Embrapa passou a atuar na região Centro-Oeste, com foco no desenvolvimento de cultivares do tipo Runner, com alto teor de ácido oleico e adaptação para as regiões do Cerrado e Centro-Sul do Brasil. Em 2017, foram registradas as cultivares BRS 421 OL, BRS 423 OL e BRS 425 OL, adaptadas ao cultivo nas principais regiões produtoras de grãos do Cerrado brasileiro, bem como nas regiões de Alta Mogiana e Alta Paulista.

No Brasil, também existem muitas variedades crioulas de amendoim, com diferentes formatos de vagem, tamanhos e cores de sementes (branca, bege, rosada, vermelha, púrpura, preta, além de mistura de cores). Essas variedades são destinadas ao consumo familiar e aos mercados regionais em diversos estados (Bahia-Recôncavo, Sergipe, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Sul).

Segurança alimentar

Além do desenvolvimento de cultivares, a pesquisa tem centrado esforços para promover a segurança do amendoim produzido no Brasil. A contaminação por aflatoxinas e os resíduos de agrotóxicos são os principais riscos para o consumidor. Desde a década de 1960, diversas pesquisas geraram informações úteis para reduzir esses riscos desde a etapa de produção, que resultou no conjunto de recomendações conhecido como Boas Práticas Agrícolas (BPAs), até o aperfeiçoamento dos processos de pós-colheita e industrialização. Ao mesmo tempo, países em diferentes regiões vêm estabelecendo limites

Além do desenvolvimento de cultivares, a pesquisa tem centrado esforços para promover a segurança do amendoim produzido no Brasil



máximos aceitáveis de contaminantes e resíduos. Nesse contexto, protocolos de certificação da produção, que incluam a rastreabilidade, são cada vez mais exigidos nos mercados de amendoim mais remuneradores.

No Brasil, a iniciativa pioneira de certificação do amendoim foi lançada em 2001, com o Programa Pró-Amendoim, da Associação Brasileira das Indústrias de Chocolate, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados (Abicab). O Pró-Amendoim é um programa de autorregulamentação e expansão do consumo, com foco no monitoramento da contaminação de aflatoxinas na etapa de processamento, para atendimento da legislação nacional, e é identificado pelo selo Amendoim de Qualidade ABICAB.

Amendoim certificado

Com foco na etapa de produção, o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) criou o Sistema de Produção Integrada Agropecuária da Cadeia Agrícola e a Produção Integrada de Amendoim (PIA), passível de certificação pelo selo oficial Brasil Certificado, publicada em 2016. As BPAs para amendoim estão descritas nas Normas Técnicas Específicas (NTE) da PIA. A publicação é composta por orientações obrigatórias, recomendadas ou proibidas em 14 áreas temáticas (sementes, manejo integrado de pragas, rastreabilidade, entre outras). Além disso, essa NTE é composta por manuais, grades de agrotóxicos, cadernos de campo e de beneficiamento. Assim, o produtor

comprova o atendimento e o respaldo aos marcos regulatórios oficiais do Brasil. A partir de 2017, o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal (Dipov) do Mapa passou a estabelecer que, para aplicação do protocolo de controle de aflatoxinas em amendoim destinado para União Europeia, fossem adotadas as NTE da PIA.

No Brasil, o amendoim é o produto que, pela sua trajetória, representa a interação entre diversos fatores históricos, de produção, de mercado, de regulamentação e de pesquisa, que, associados à iniciativa de pesquisadores, produtores e governo geraram uma cadeia produtiva em pleno desenvolvimento, com capacidade para ser desafiada na exploração de novas fronteiras agrícolas e de mercados.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Jair Heuert



Foto: Tais Suassuna

Foto: Sebastião Araújo



Foto: Couleur (Pixabay)



Foto: Pixel-Shot (AdobeStock)

Foto: Tais Suassuna



Foto: Sommai (AdobeStock)



Arroz

O uso do arroz como alimento começou no Oriente, entre 10000 a.C. e 5000 a.C. Por volta de 2150 a.C., ele foi aclimatado na Índia, uma das regiões mais significativas de evolução, juntamente com a China. Mais tarde foi adotado pelos árabes, que o transportaram para a Península Ibérica durante o seu período de dominação, dos séculos VII ao XV. Foi introduzido no Brasil pelos portugueses por volta de 1550, no litoral de São Paulo. O século XVIII presenciou o início da popularização do arroz produzido no Brasil, tanto para exportação como para consumo interno, com a sua introdução no Rio Grande do Sul, no município de Pelotas.

O arroz é plantado em todos os estados. Os principais sistemas de cultivo utiliza-

dos são o arroz irrigado por inundação e o de terras altas. O sistema irrigado, com 1,3 milhão de hectares, responde por mais de 90% de toda a produção de arroz no País. Os principais estados produtores são os seguintes: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Tocantins, Mato Grosso e Maranhão. Atualmente, o Brasil é o nono maior produtor mundial de arroz e o maior fora da Ásia. As importações têm sido de cerca de 1 milhão de toneladas, enquanto as exportações têm oscilado entre 1,3 e 1,8 milhão de toneladas, apresentando sinais de aumento nos últimos anos.

O arroz fornece cerca de 14% da energia e 10% da proteína da dieta do brasileiro. É responsável por 20% do suprimen-

to de energia alimentar da população mundial. Além da alimentação humana, esse cereal é usado na ração animal e na indústria farmacêutica e cosmética, podendo ainda ser usado para produção de etanol.

No Brasil, diferentemente de outros cereais consumidos preferencialmente como ingredientes de alimentos processados, os grãos de arroz são consumidos íntegros, descascados e polidos. Apenas pequena parte do arroz produzido é consumida como ingrediente em produtos processados, como farinha, farelo, bebidas à base de arroz, óleo, ou na forma de arroz germinado, cujos compostos podem diminuir o risco de doenças como diabetes e hipertensão.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

ARROZ



VERSATILIDADE



Alimento



Ração animal



Óleo



Bebidas alcoólicas



Combustível



Embalagem



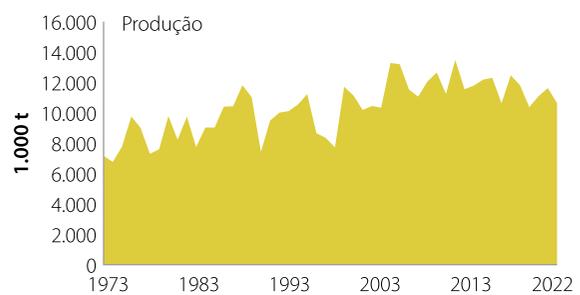
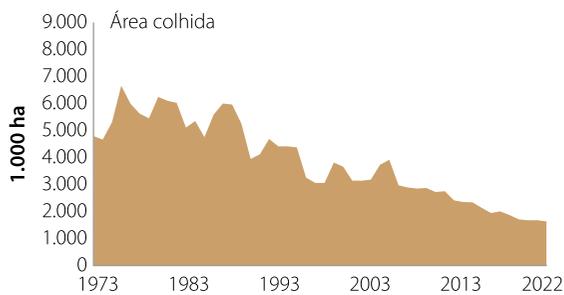
Fertilizantes



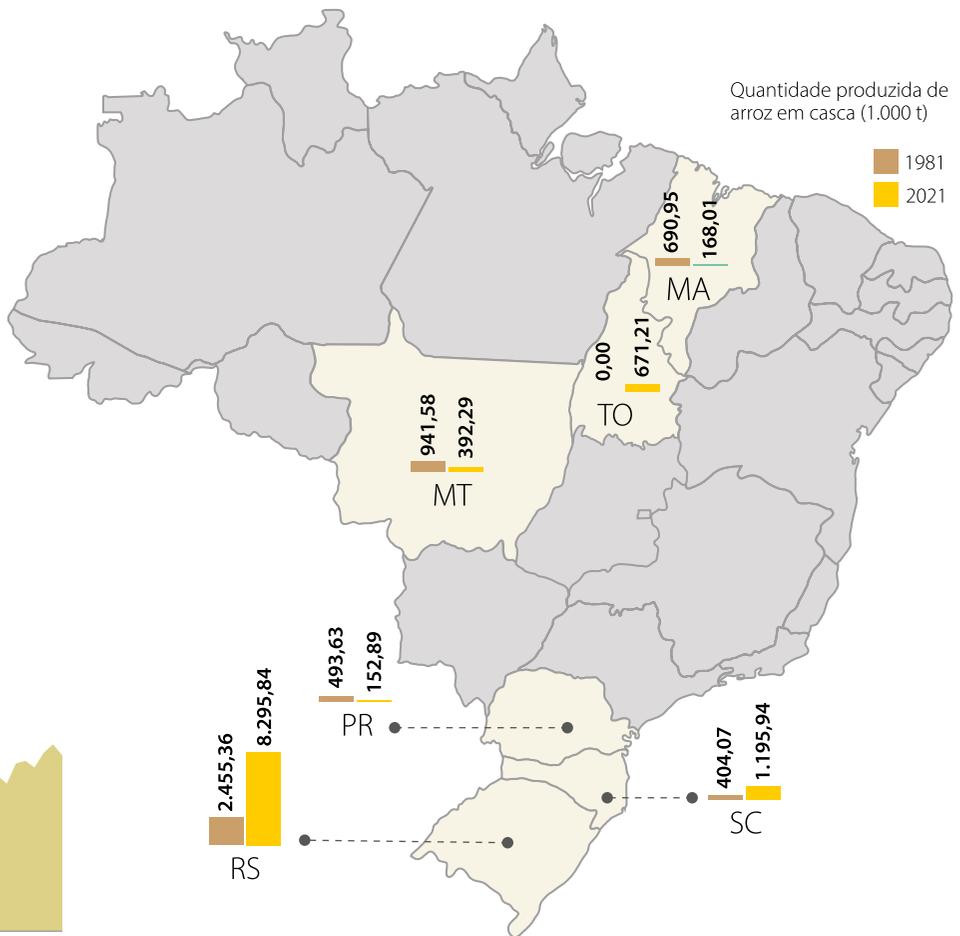
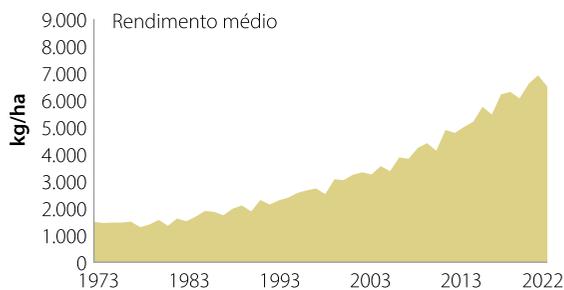
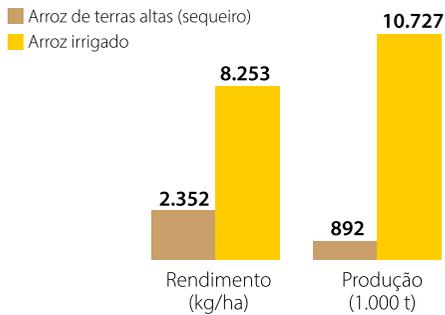
Indústria química



Têxteis e fibras



Rendimento e produção no Brasil em 2022



Fonte: Adaptado de IBGE (2017, 2021b).

Mais produção, menos área cultivada

A área cultivada com arroz no País diminuiu 2,89 vezes entre 1973 e 2022, passando de 4,79 milhões para 1,66 milhão de hectares. Contudo, nesse período, a produção aumentou 1,48 vez, saltando de 7,16 milhões de toneladas em 1973, para 10,63 milhões de toneladas na safra 2021/2022. Esse aumento de produtividade é resultado da adoção de tecnologias poupa-terra, ou seja, soluções que permitem o aumento da produção sem expansão da área cultivada. A distribuição do cultivo do arroz entre os sistemas irrigado e de terras altas tem se modificado ao longo dos anos, com redução drástica da área sob este último sistema, passando de 3,9 milhões de hectares em 1973 para 0,38 milhão de hectares na safra 2021/2022, apesar de o estoque de tecnologias para o arroz de terras altas ser bastante consistente. Essa redução se deve, principalmente, ao risco climático dessa cultura em situação de sequeiro e à menor competitividade com outras culturas de grãos, especialmente com a soja.

Primeiros passos

O desenvolvimento da cultura do arroz no País contou com o pioneirismo dos estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul, implementando, a partir da década de 1930, uma série de iniciativas, como a criação de instituições que incluíam, em sua missão, desenvolver inovações para a maior competitividade da cultura. O Instituto Agrônomo de Campinas realizou os primeiros cruzamentos de arroz no Brasil, em 1938, explorando variedades locais e introduzidas, e o arroz de terras altas expandiu

sua área de cultivo não só em São Paulo, mas também em Minas Gerais, Paraná, região Centro-Oeste e Maranhão. O melhoramento genético do arroz irrigado, nas três décadas que antecederam à criação da Embrapa, já contava com os trabalhos do Instituto Rio Grandense do Arroz, que visavam aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos grãos dessa cultura.

A Embrapa, na sua fase inicial, priorizou o melhoramento genético do arroz de terras altas, que, na época, contribuía com 70% da produção nacional. A Empresa teve como foco a tolerância à seca e a resistência à doença brusone e obteve expressivos ganhos genéticos. Posteriormente, com o deslocamento do arroz de terras altas para regiões mais favorecidas quanto à distribuição de chuvas, o enfoque em tolerância à seca diminuiu e foi dada mais importância à qualidade dos grãos e a resistência ao acamamento.

As novas tecnologias pretendem contribuir para a conservação dos recursos ambientais e a mitigação da emissão de gases causadores do efeito estufa

Qualidade equivalente

Hoje, as atuais cultivares de terras altas têm qualidade de grãos semelhante às irrigadas. Quanto ao arroz irrigado, o foco foi a substituição das cultivares tradicionais pelas de porte baixo, altamente responsivas à adubação nitrogenada. Isso culminou com o lançamento, em 1978, da cultivar BR-Irga 409 – marco na orizicultura brasileira –, que é cultivada até hoje na região Sul do Brasil. Atualmente, para apoiar os programas de melhoramento genético, o Brasil possui um banco ativo de germoplasma de arroz – uma coleção de sementes com mais de 23 mil acessos (tipos) de arroz. O acervo tem a curadoria da Embrapa, mas está disponível para empresas públicas e privadas para uso em programas de melhoramento genético.

Associada à geração de cultivares, as redes de pesquisa nacionais direcionaram esforços para aprimoramento de técnicas de manejo do solo, da irrigação e da planta, bem como para o zoneamento agroclimático, e criaram soluções de manejo integrado de doenças, insetos-pragas e plantas daninhas.

A adaptação do arroz de terras altas ao sistema plantio direto suprime ou minimiza o revolvimento do solo e o mantém coberto por palhada. A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) permite alcançar o sinergismo entre a otimização da produção e o uso da terra, além de maximizar a qualidade ambiental em sistemas agrícolas. Novas técnicas de irrigação permitem reduzir o requerimento de água do arroz irrigado. Todas essas práticas contribuem para a sustentabilidade ambiental.

Foto: Maria Eugênia Ribeiro



Ultimamente, visando reduzir o uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos, as pesquisas têm se concentrado no desenvolvimento de bioinsumos para as mais diferentes finalidades: indução de resistência a doenças, controle de insetos-pragas, aumento da absorção de nutrientes e produtividade, entre outras.

A biofortificação do arroz, que ajuda a combater a fome oculta (carência de vitaminas e minerais), também tem sido abordada.

Novas cultivares

Na geração de novas cultivares de arroz, têm sido utilizadas ferramentas modernas da biologia molecular e da engenharia genética. Tem-se trabalhado com seleção assistida por marcadores moleculares para maior eficiência, rapidez e menor custo no desenvolvimento das cultivares. O desenvolvimento de cultivares mutagênicas resistentes a herbicidas permite considerável avanço no controle do arroz vermelho e de

outras plantas daninhas, como é o caso do mais novo lançamento, a cultivar BRS A706 CL.

As novas tecnologias pretendem contribuir para a conservação dos recursos ambientais e a mitigação da emissão de gases causadores do efeito estufa. As pesquisas atuais visam aumentar a rentabilidade do produtor preservando o ambiente produtivo, ampliar a estabilidade da oferta de arroz para o consumidor e incorporar diferenciais funcionais e de mercado a esse cereal.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Sebastião José de Araujo



Foto: Sebastião José de Araujo



Foto: Paulo Lanzetta



Foto: Maria Eugênia Ribeiro



Foto: Dasuwan (AdobeStock)



Azeite de oliva

O azeite é um óleo vegetal extraído da azeitona, o fruto da oliveira. Segundo a legislação brasileira, é o produto obtido somente do fruto da oliveira, excluído todo e qualquer óleo obtido pelo uso de solvente ou pela mistura com outros óleos, independentemente de suas proporções. O azeite é classificado em tipos (Extra virgem, Virgem e Lampante), conforme os requisitos de identidade e qualidade. A península situada entre os continentes asiático e europeu, Síria e Palestina, parecem indicar o local de origem das oliveiras.

É um alimento composto por ácidos graxos monoinsaturados (98%), polifenóis, proteínas, esteróis, álcoois, clorofila e substâncias voláteis. O consumo

proporciona vários benefícios à saúde: reduz o mau colesterol; possui ação antioxidante; protege o coração; ajuda a evitar a osteoporose; auxilia no controle da diabetes; colabora na prevenção de alguns tipos de câncer; possui efeito analgésico; é rico em vitaminas do complexo A, D, K e E.

No Brasil, a oliveira foi provavelmente introduzida pelos portugueses, entre 1516 e 1526. Durante o Brasil Colônia, várias regiões do Sul e Sudeste possuíam olivais produtivos. No entanto, por ordem da realeza portuguesa, todas foram cortadas. Portugal não queria que seus produtos sofressem concorrência no Brasil. Esse fato impediu que a cultura da oliveira fosse explora-

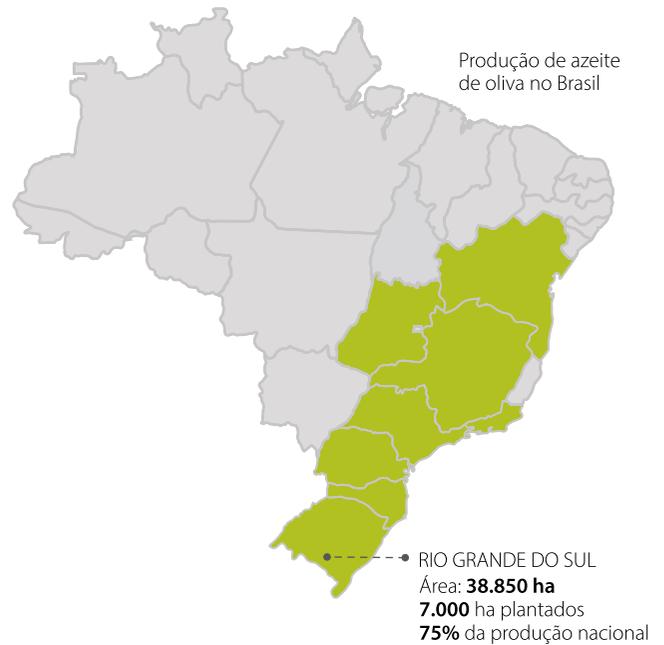
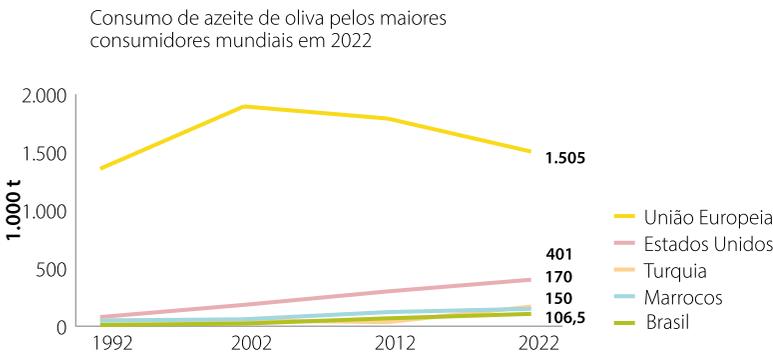
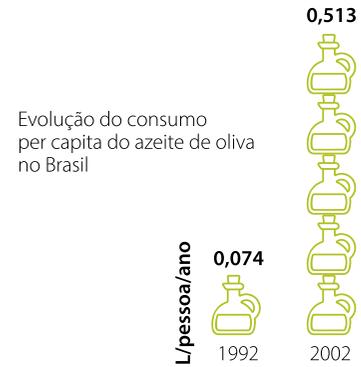
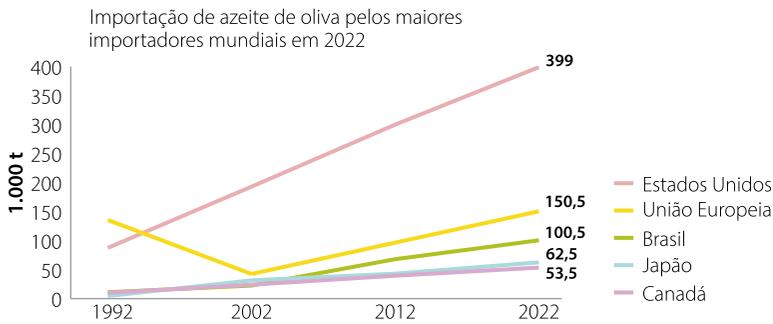
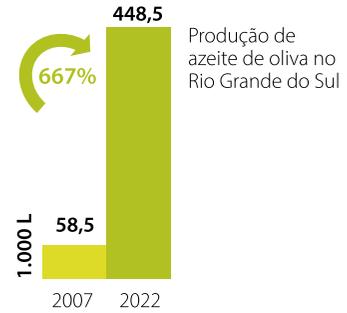
da comercialmente em nosso país. A situação mudou, especialmente no Rio Grande do Sul, entre os anos de 1935 e 1945, quando surgiram alguns pioneiros. Destaca-se o embaixador Batista Luzardo, que plantou em sua propriedade rural cerca de 72 mil oliveiras e delas conseguiu colher azeitonas que produziram azeites de elevada qualidade, reconhecidos em países como Argentina, Portugal, Espanha e Itália.

O Brasil experimenta um grande avanço na produção de azeite de qualidade. Na atualidade, a quantidade de marcas tem crescido ano a ano. Segundo a mais recente edição do livro *Extrafresco – o guia de azeites do Brasil*, há mais de 120 marcas brasileiras no mercado.

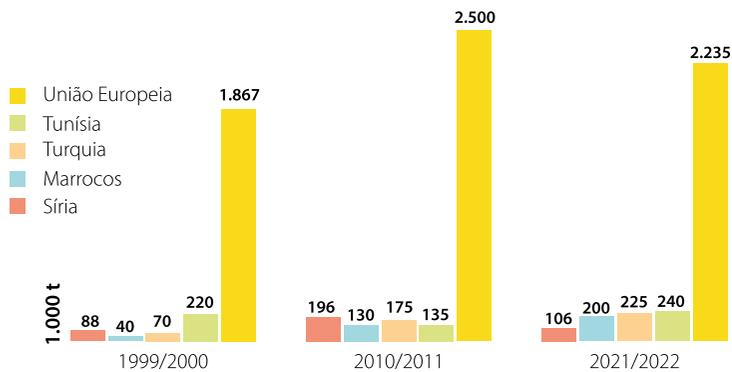
AZEITE DE OLIVA



O azeite de oliva representa em torno de **2%** do mercado mundial de óleos vegetais.



Produção dos 5 maiores produtores mundiais de azeite de oliva



Fonte: Adaptado de IBGE (2023), International Olive Council (2023) e Estados Unidos (2023).

Avanços recentes e significativos

Em 1939, talvez tenha ocorrido a primeira providência oficial para o estudo da oliveira no País. A Secretaria da Agricultura importou pequenas coleções da República Argentina para plantio na Estação Experimental de Horticultura, em Domingos Petrolini (Rio Grande), na Estação de Vitivinicultura e Enologia (Caxias do Sul) e no Campo de Cooperação de Garibaldi. Em 13 de novembro de 1947, o governador do estado do Rio Grande do Sul (Walter Jobim) sancionou a Lei nº 59 que cria a Comissão de Estudo e Fomento do Cultivo da Oliveira e da Industrialização das Azeitonas. Além das instituições de pesquisa e ensino do Rio Grande do Sul, os estados de Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina realizam estudos sobre a cultura da oliveira.

Em 1966 – quatro variedades

Em 1966, ocorre um marco da olivicultura em nosso país. Os engenheiros-agrônomos José Luiz Antoniutti (responsável), Edy de Araújo Fernandes (colaborador), Sérgio Sachs (colaborador) e Paulo Cyprina (colaborador), do Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul (Ipeas – vinculado ao Ministério da Agricultura), apresentam um relatório com resultados de 10 anos do projeto Coleção de Variedades de Oliveiras. Os trabalhos realizados destacaram quatro variedades de oliveiras: Alto D'Ouro e Penafiel (classificadas como de conservas) e Arbequina e Manzanilla pequena (classificadas como azeiteiras). Em 1972, as ações do projeto Coleção de Variedades de Oliveiras

são encerradas e, com isso, por 33 anos consecutivos, a cultura da oliveira praticamente não teve pesquisa e desenvolvimento no Brasil.

Em 2006, foram retomadas as pesquisas, principalmente nos estados do RS, SC, SP e MG. Desde então, resultados importantes têm sido obtidos, tais como: registro de 15 cultivares no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa); desenvolvimento de técnicas de clonagem por meio da propagação vegetativa por estacas semilenhosas e enxertia; técnicas de preparo e manejo do solo; identificação e estratégia de controle para as principais pragas e doenças que atacam a cultura; definição de boas práticas agrícolas para exploração racional da cultura, possibilitando a estruturação de um sistema de produção sustentável; zoneamento de plantio (conforme aptidão do clima e solo) para o RS, SP e SC; determinação da composição de

Olivicultores
que produzem
nos estados
do RS, SP e MG
ganharam prêmios
internacionais
recentemente,
colocando os
nossos azeites em
evidência no âmbito
mundial

compostos bioativos (de esteróis, compostos fenólicos e tocoferóis); definição do perfil de compostos voláteis descritivos do aroma e sabor dos azeites de oliva obtidos de azeitonas colhidas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil; determinação do ponto adequado de colheita de azeitonas das variedades cultivadas em olivais localizados na região Sul do Brasil.

Sistema de Produção Integrada

Outra ação importante realizada com o apoio técnico-financeiro do Mapa foi o desenvolvimento do Sistema de Produção Integrada de Oliveiras (PIO), que assume particular importância para preservação e melhoria da fertilidade do solo, preservação da biodiversidade e observação de critérios éticos e sociais para evitar impactos ambientais negativos ao ecossistema. Além disso, todo o processo de produção do azeite de oliva passa a ser passível de rastreamento, proporcionando maior segurança alimentar em toda a cadeia produtiva (desde o produtor, trabalhador rural, assistente técnico, varejista/atacadista, até o consumidor).

Recentemente, devido aos resultados de pesquisa obtidos por diferentes instituições de pesquisa e ensino do País, a área plantada com oliveiras, que era de apenas 500 ha, em 2004 (com produção de 100 mil litros de azeite), passou para cerca de 9 mil hectares, em 2021 (com produção de 3,6 milhões de litros de azeite de oliva). Essa produção, comparativamente significativa, contribui com ape-



nas 3,5% da redução da importação pelo País, que é de 106 milhões de litros.

Oportunidades

O Brasil é o terceiro maior importador mundial de azeite, ficando atrás dos Estados Unidos e União Europeia (primeiro e segundo lugares, respectivamente). Assim, existe grande oportunidade para que os agricultores (familiares

ou empresários rurais de grande porte) explorem economicamente a cultura da oliveira, e os investidores sabem disso. O crescimento da área cultivada com oliveiras/produção de azeite ocorre ano após ano. Somente no estado do Rio Grande do Sul (principal produtor do País), já existem 7 mil hectares plantados, concentrando 75% da produção nacional de azeite. Também existe a exploração racional da cultura da olivei-

ra (com produção de azeite de elevada qualidade) no Sul de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Serra da Mantiqueira (Rio de Janeiro), Chapada Diamantina (Bahia) e nas regiões de Planaltina e Alexânia em Goiás.

Olivicultores que produzem nos estados do RS, SP e MG ganharam prêmios internacionais recentemente, colocando os nossos azeites em evidência no âmbito mundial.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Emilton Fick Coutinho



Foto: Emilton Fick Coutinho



Foto: Emilton Fick Coutinho

Foto: Emilton Fick Coutinho

Foto: Angelo Chiariello (AdobeStock)



Foto: Emilton Fick Coutinho



Foto: Brad (AdobeStock)



Foto: Emilton Fick Coutinho



Foto: ungyar (AdobeStock)

Banana

A banana tem grande importância econômica. É uma das principais fontes de alimento para milhões de pessoas nos trópicos e subtropicais, por ser nutritiva, saborosa, de fácil digestão e por sua textura macia. É a fruta in natura mais consumida no Brasil por todas as classes sociais e faixas etárias e é cultivada por grandes, médios e pequenos agricultores nos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal. Atualmente, São Paulo, Bahia e Minas Gerais são os principais estados produtores.

O Brasil é o quarto produtor mundial de banana, depois da Índia, China e Indonésia, e a produção tem se estabelecido acima das 6,6 milhões de tone-

ladas. As exportações correspondem a menos de 2% da produção total.

Sua origem se deu no Sudeste Asiático e no Oeste do Pacífico. Possivelmente é plantada há mais de 4 mil anos na Índia, Malásia e Filipinas. Os indígenas já cultivavam a banana quando os portugueses chegaram ao Brasil, em 1500, mas a bananicultura como atividade agrícola iniciou-se em 1820. A bananeira também é utilizada como planta ornamental e produtora de fibras.

A fruta é rica em carboidratos, que fornecem energia, e em potássio, mineral importante para o funcionamento dos músculos. Também contém triptofano, essencial para formação e manutenção dos músculos e para produção de sero-

tonina e melatonina, que atuam no sistema nervoso, regulando humor, sono, memória e apetite.

Pode ser utilizada verde ou madura, crua, cozida, frita e em produtos processados, como purês, farinhas, flocos, chips, doces em calda, balas, geleias, banana-passa e néctar. As fibras obtidas de pseudocaules e folhas podem ser utilizadas no artesanato e na produção de tecidos e materiais de construção.

Os plátanos ou bananas-da-terra têm menor quantidade de água e são mais ricos em amido (carboidrato). São fonte de subsistência em países africanos, assim como alimento básico para populações do Norte e Nordeste brasileiro.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

BANANA



VERSATILIDADE



ALIMENTO



COSMÉTICOS



BEBIDAS



FITOTERÁPICOS



ÓLEOS ESSENCIAIS



PRODUTOS TÊXTEIS

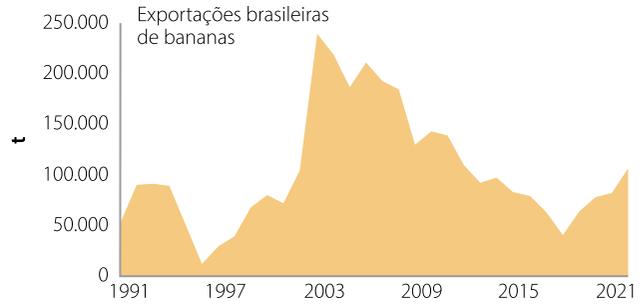
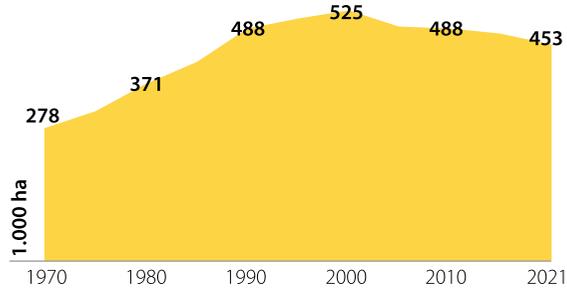


RAÇÃO ANIMAL

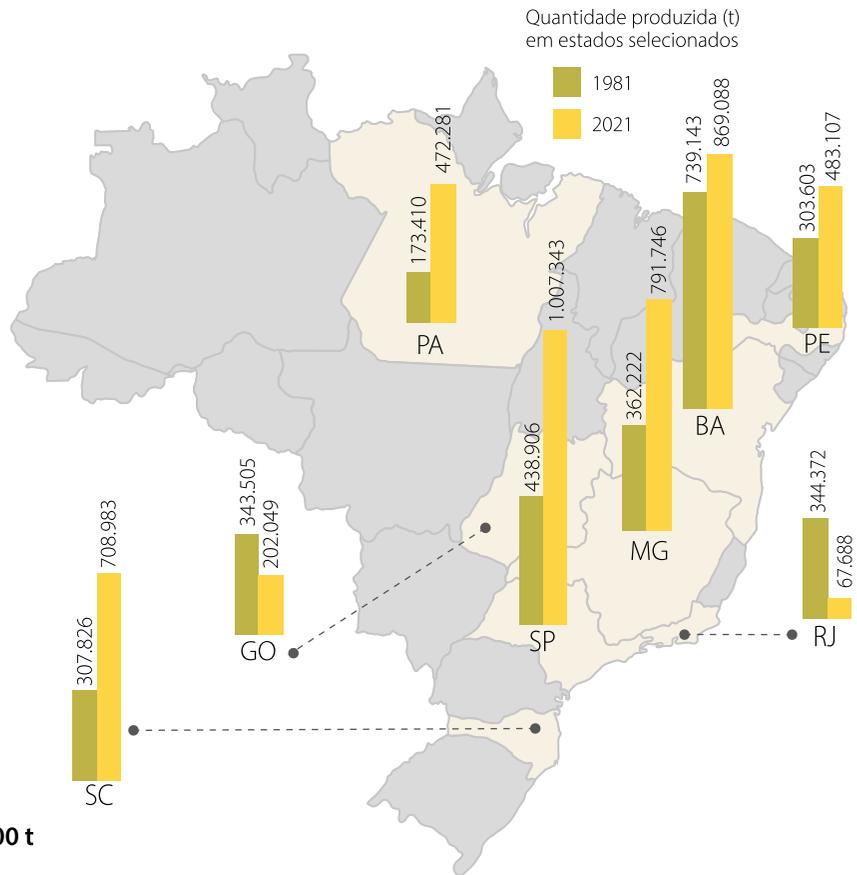
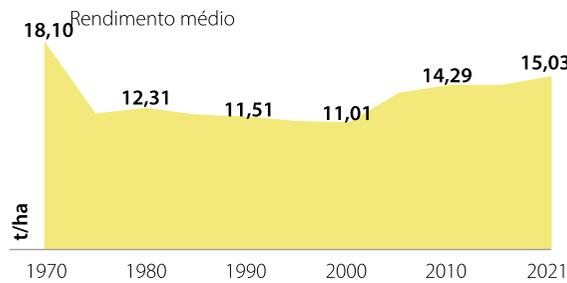
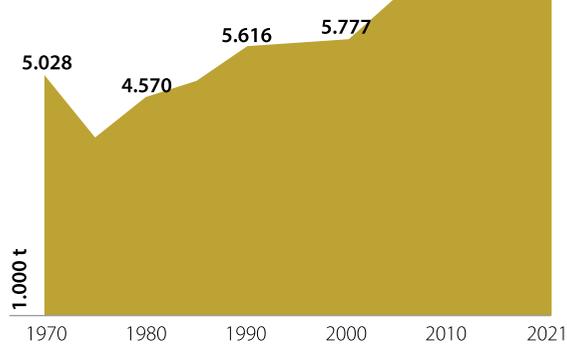


BIOJÓIAS

Área colhida



Produção



Os seis maiores produtores mundiais em 2021

- Índia - **33.062.000 t**
- Brasil - **6.811.000 t**
- China - **11.724.000 t**
- Equador - **6.685.000 t**
- Indonésia - **8.741.000 t**
- Filipinas - **5.942.000 t**

Fonte: FAO (2021) e IBGE (2021a, 2021b).

Poderosa fruta

Ao longo dos últimos 50 anos, a Ciência contribuiu para a potência da bananicultura brasileira. Merece destaque o trabalho de desenvolvimento de cultivares, que passa pela recomendação da cultivar Prata-Anã em 1985, selecionada a partir de coletas de plantas superiores em bananais no Sul do Brasil. Essa cultivar é a mais importante para o agronegócio da banana em nosso país, uma vez que a Prata-Anã e as cultivares que se originaram dela ocupam aproximadamente 70% da área cultivada com a fruteira.

A adoção de tecnologias poupa-terra – soluções que permitem o aumento da produção sem ampliar a área cultivada – tem favorecido o incremento da produtividade ao longo dos anos.

Cultivares salvaram o bananicultor

Em 20 anos (2001 a 2021), houve redução da área cultivada de 510 mil para 453 mil hectares, porém com aumento de produção (6,2 milhões para 6,8 milhões de toneladas). A variação das produtividades ao longo de 20 anos, que apresenta médias mais elevadas nos estados de Santa Catarina (22,3 t/ha) e São Paulo (21,5 t/ha), está certamente relacionada à cultivar plantada e ao manejo adotado. Contudo, a região Centro-Oeste, com menores produtividades, apresentou maior taxa geométrica de crescimento nestes 20 anos: 2,74%. Já o estado do Espírito Santo, sétimo produtor, com produtividade média de 10,8 t/ha em 20 anos, contou

com a maior taxa geométrica de crescimento (3,66%).

A Prata-Anã foi um divisor de águas para a bananicultura brasileira, que, antes da sua recomendação, estava centrada no uso da cultivar Prata-Comum, de altura elevada e baixa qualidade dos frutos. A Prata-Anã permitiu uma revolução na produção brasileira da fruta, fazendo com que grandes áreas de cultivo aumentassem no território brasileiro, a exemplo de Bom Jesus da Lapa (Bahia), Janaúba e Jaíba (Minas Gerais), entre outras. Hoje, frutos de Prata-Anã, ou banana-prata, como é apresentada nas feiras e mercados, são presença obrigatória nos lares brasileiros, graças ao trabalho e ao empenho da Embrapa e de instituições de pesquisa públicas e privadas, bem como dos produtores.

Nos anos 2000, foi disponibilizada aos agricultores a cultivar BRS Princesa, uma opção à banana-maçã, hoje praticamente ausente do mercado por ser atacada por uma grave doença

O trabalho preventivo do programa de melhoramento genético brasileiro garantiu a sustentabilidade da bananicultura do Norte do País

da bananeira, a murcha de *Fusarium*. A BRS Princesa, conhecida também como Maçã Princesa, resiste à doença e é cultivada em várias regiões do País.

Associada à geração de cultivares, as redes de pesquisa nacionais se empenharam para melhorar a fertilidade química, física e biológica do solo, com foco na qualidade e na saúde do solo. Além disso, criaram soluções de manejo integrado de insetos-praga, doenças e plantas espontâneas, controle biológico, além do manejo racional de água para o desenvolvimento de sistemas de produção integrada (Brasil Certificado) e orgânica.

Pesquisas para aumento da eficiência de uso de água mostram redução de 35% do volume de água na irrigação, quando são adotadas tecnologias poupa-água, como a irrigação por gotejamento lateralmente alternada. A eficiência do uso da água aumenta acima de 17% para BRS Princesa, 25% para Prata-Anã e 45% para Grande Naine e BRS Platina. Outra tecnologia poupa-água é a regulação do deficit de irrigação, que pode ser usada em qualquer sistema de irrigação e reduz o consumo de água em 25% a 30%, mantendo a produtividade. Tais técnicas aumentam a sustentabilidade dos recursos hídricos que abastecem os polos produtores de bananeira no Semiárido, com redução de energia de bombeamento e aumento da renda líquida dos produtores.

Foco no futuro

No fim da década de 1990, o trabalho preventivo do programa de melhoramento genético brasileiro garantiu a

Foto: Edson Perito Amarim



sustentabilidade da bananicultura do Norte do País. Havia grande risco na região da entrada da sigatoka-negra, principal doença da cultura, o que poderia dizimar os bananais, mas as variedades resistentes enviadas e testadas na Costa Rica – país que já convivia com a doença – evitaram prejuízos incalculáveis.

Para prevenir a entrada da nova raça da murcha de *Fusarium* ou TR4 no Brasil,

são adotadas ações e realizadas pesquisas voltadas ao controle biológico, desenvolvimento de variedades resistentes e manejo do solo. Parcerias com instituições públicas e privadas nacionais e internacionais são fundamentais para o sucesso das pesquisas.

As tecnologias geradas para a cultura da banana pretendem estar sempre alinhadas ao atendimento de um ou mais dos Objetivos de Desenvolvimento Susten-

tável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU).

Ao contribuírem para a conservação dos recursos ambientais e a mitigação da emissão de gases causadores do efeito estufa, bem como para a otimização da produtividade e a racionalização de custos, as tecnologias podem oferecer renda justa ao agricultor, segurança alimentar e benefícios sociais.

Foto: Léa Cunha



Foto: Cavan for Adobe (AdobeStock)



Foto: Ana Lúcia Borges



Foto: Lea Ângela Assis Cunha

Foto: Mariana Lira



Foto: MIA Studio (AdobeStock)



Batata

Evidências arqueológicas e moleculares indicam que a batata foi domesticada há mais de 7 mil anos na região dos Andes, na fronteira do Peru com a Bolívia. Por ocasião da descoberta do Novo Mundo, os conquistadores espanhóis levaram tubérculos da América do Sul para a Europa e, de lá, o cultivo da batata espalhou-se para o mundo. Atualmente a batata (*Solanum tuberosum* L.) é cultivada em mais de 130 países e consumida por mais de 1 bilhão de pessoas.

No Brasil, a batata chegou em 1824, em São Leopoldo, RS, pelas mãos dos imigrantes alemães, mas prosperou com a introdução que ocorreu em 1858, em São Lourenço do Sul, RS, onde serviu de alimento básico para os colonos.

Em São Paulo, foi somente na década de 1920 que a cultura atingiu escala de produção. Atualmente é a principal hortaliça cultivada no País, com mais de 100 mil hectares por ano. Cerca de 64% da produção é comercializada in natura, 25% é processada na forma de batata pré-frita, 7% na forma de chips de batata e 4% de batata-palha.

A indústria brasileira de batata pré-frita não supre a demanda nacional; o País ainda importa cerca da metade do que consome, o que requer a necessidade de avanços no desenvolvimento de novas tecnologias no setor, como cultivares que proporcionem maior aproveitamento industrial e melhor capacidade de armazenamento, adequa-

das técnicas de manejo de pragas e doenças e manutenção da sustentabilidade econômica e ambiental das áreas produtivas.

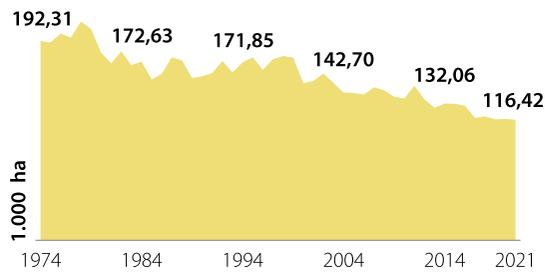
Alimento destacado por sua versatilidade culinária (cozida, frita, assada, ensopada, etc.), a batata fornece praticamente todos os nutrientes que o corpo precisa. É rica em carboidratos, fonte de proteínas, vitaminas, sais minerais e fibras. Também contém antioxidantes alimentares que contribuem para a prevenção de enfermidades relacionadas ao envelhecimento. Além da sua importância como alimento, destaca-se pela sua alta capacidade de produção, o que confere à batata um valor alimentar superior ao de qualquer cereal por área plantada.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

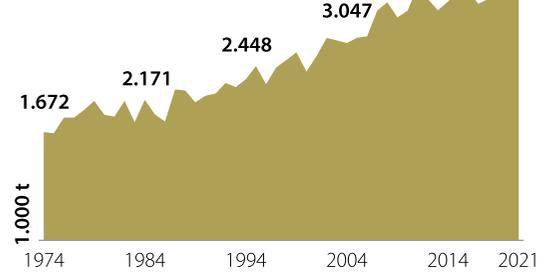
BATATA



Área colhida



Quantidade produzida



VERSATILIDADE



Alimento In natura



Pré-frita congelada

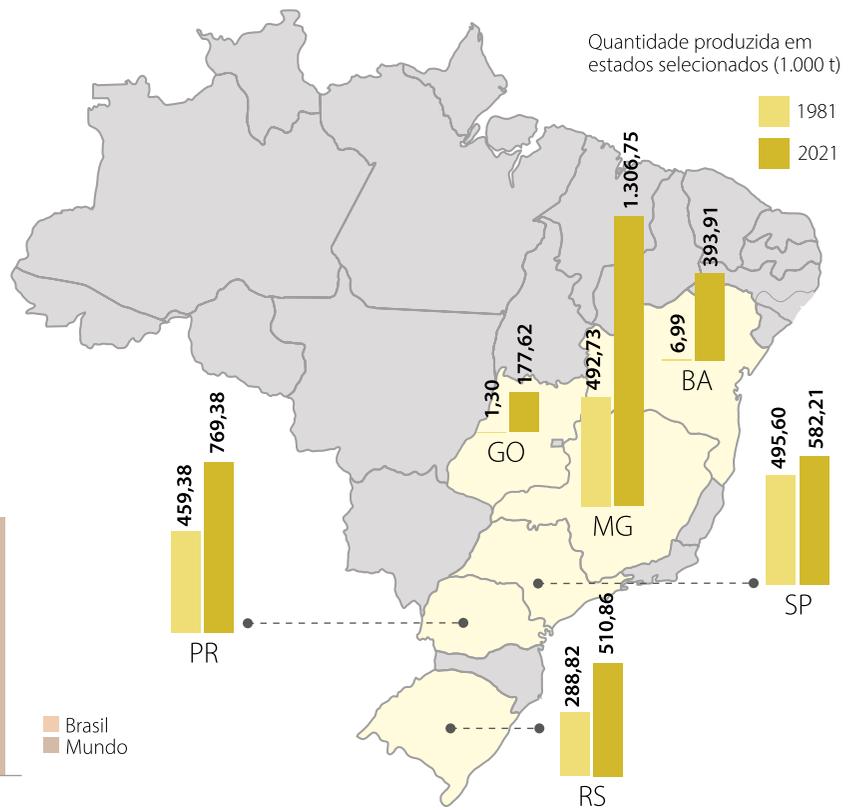
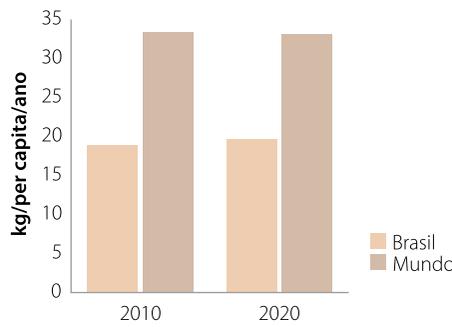


Chips

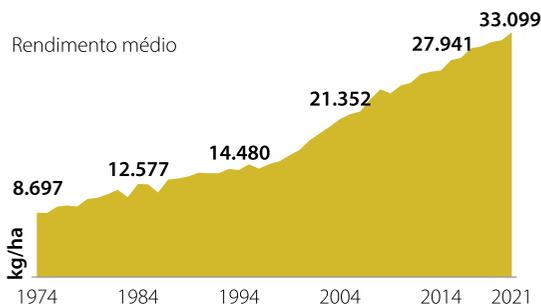


Batata-palha

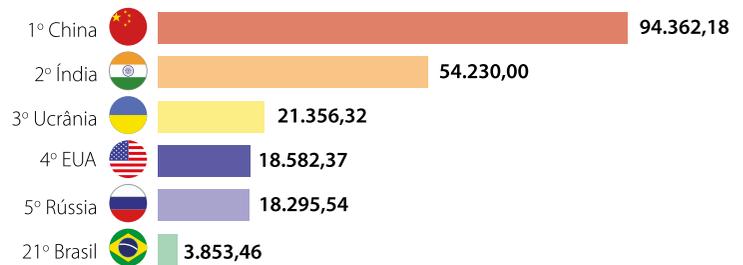
Consumo



Rendimento médio



Grandes produtores mundiais em 2021 (1.000 t)



Fonte: Adaptado de FAO (2021) e IBGE (2021b).

Vigoroso aumento da produção e produtividade

Até a década de 1990, o cultivo da batata era uma exploração típica da agricultura de base familiar. Com a globalização dos mercados, tornou-se a hortaliça de maior importância no agronegócio brasileiro, graças à tecnificação das lavouras. Como consequência, ocorreu redução drástica no número de produtores e houve mudança na geografia das regiões produtoras e nos sistemas de produção.

É marcante a evolução da bataticultura brasileira, que, nas últimas 5 décadas, teve sua produção e produtividade multiplicadas, com redução significativa da área plantada. No período de 1973 a 2021, a produção foi triplicada, passando de 1,32 milhão de toneladas para 3,85 milhões de toneladas, enquanto a área cultivada foi reduzida em 38%, passando de 188 mil hectares para 116 mil hectares. A produtividade foi quase quintuplicada, passando de 6,98 t/ha para 33,10 t/ha. Esses avanços tecnológicos ocorreram, em grande parte, devido às pesquisas de cientistas da Embrapa, bem como à credibilidade institucional, que possibilitaram a implementação de políticas públicas bem elaboradas e desenvolveram gradativamente a confiança e o dinamismo dos produtores.

Menos importação de batata-semente

O avanço tecnológico com maior impacto na bataticultura nacional foi a produção da batata-semente brasileira. A dependência de importação de sementes, que superava 20 mil tone-

ladas por ano, foi gradualmente reduzida para as atuais 4 a 6 mil toneladas por ano, graças a um arrojado projeto nacional, que envolveu pesquisa básica, transferência de tecnologia e amadurecimento na área de legislação e negócios, com apoio de inovadoras e corajosas políticas públicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Esse sucesso foi obtido por meio de um agressivo e sofisticado esforço interdisciplinar e interinstitucional liderado por cientistas da Embrapa, que levou à implantação de estrutura laboratorial e domínio da tecnologia de produção de semente pré-básica, resultando no estabelecimento da indústria de batata-semente de qualidade no País.

Em sistemas de produção, cientistas brasileiros aprimoraram técnicas de manejo de fertilização, irrigação e controle de pragas e doenças, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade média nacional

A redução da dependência de batata-semente importada foi possível através de um concentrado esforço interdisciplinar e interinstitucional, com destacado papel de cientistas brasileiros.

Industrialização da produção

A batata vem sendo cultivada em escala comercial em dez estados e no Distrito Federal. Embora a produção seja ainda voltada principalmente para o mercado in natura, sua industrialização iniciou-se timidamente na década de 1990 com a elaboração de chips. O incremento da produção com cultivares com aptidão industrial proporcionou, a partir de 2006, a fabricação de batata pré-frita, produto do qual o mercado brasileiro era totalmente dependente do importado. Mesmo que a importação dessa commodity tenha sido reduzida à metade, foram importadas 371 mil toneladas em 2020, o que dá espaço para enorme desenvolvimento tecnológico e industrial nessa atividade. Nesse sentido, cientistas desenvolveram novas cultivares de batata que estão em início de utilização em escala por agroindústrias.

Evolução da genética

A genética da Embrapa também vem contribuindo muito para o avanço da bataticultura. No início, os cientistas protagonizaram atividades de identificação de cultivares mais adaptadas às condições do País. Concomitantemente, geraram um conjunto de cultivares mais adapta-



das e mais rústicas do que as europeias dominantes, que tiveram papel importante na agricultura familiar, especialmente para a segurança alimentar. Recentemente, com o estabelecimento de um programa de melhoramento mais robusto, por meio da cooperação de instituições nacionais e internacionais e da forte interação com *stakeholders* do agronegócio, foram desenvolvidas cultivares mais competitivas, algumas delas já se destacando no País. Além disso, os cientistas obtiveram avanços na melhoria de germoplasma para condições tropicais

quanto à resistência a importantes estresses bióticos e abióticos. Esse germoplasma é estratégico para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis.

Em sistemas de produção, cientistas brasileiros aprimoraram técnicas de manejo de fertilização, irrigação e controle de pragas e doenças, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade média nacional, que era de menos de 10 t/ha na década de 1970 e atualmente é de mais de 30 t/ha, o que indica o potencial para novos avanços tecnológicos.

A evolução está em reforçar a capacidade dos produtores em aumentar a produtividade e a qualidade da batata, com maior disponibilidade de semente de qualidade, cultivares melhoradas em adaptação climática, características para indústria e para mercado *in natura*, e resistência a estresses bióticos e abióticos.

Também devemos avançar em inovação de práticas de cultivo ambientalmente sustentáveis e economicamente viáveis, vislumbrando o uso de tecnologias de última geração – a agricultura do futuro.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: De natara (AdobeStock)



Foto: Camila Lirio Reichert

Foto: Paulo Lanzetta



Foto: Camila Lirio Reichert

Foto: Giovani O. Silva



Foto: Giovani O. Silva



Batata-doce

O centro de origem da batata-doce (*Ipomoea batatas*) situa-se entre a Península de Iucatã, no México, e o Rio Orinoco, na Venezuela, Peru e Equador. Mas é na Mesoamérica que está concentrada sua maior diversidade genética.

A batata-doce é a quinta colocada entre as principais culturas alimentícias do mundo pela sua rusticidade, ampla adaptação climática e alta capacidade de produção em curto período de tempo, o que a torna de grande importância tanto no aspecto econômico como no social. Exemplo disso é seu reconhecimento histórico como alimento no Japão, por ter contribuído para o combate da fome em diversos momentos de crise do país.

A raiz tuberosa é a principal parte consumida. Conhecida pelo baixo índice glicêmico, por conter carboidratos de liberação lenta, é uma alternativa importante para dietas especiais. Além de ser uma importante fonte de energia proporcionada pelos carboidratos, é rica em betacaroteno (substância precursora da vitamina A), vitamina C, vitaminas do complexo B e E, além de minerais como potássio, cálcio e ferro.

Apresenta grande variação de tamanho, formato e cores de polpa e pele, apresentando as cores branca, creme, amarela, laranja, rosa, vermelha e roxa. A polpa pode apresentar as cores branca, creme, amarela, laranja e roxa, pigmentos que estão relacionados à presença

de compostos bioativos promotores da saúde humana.

As raízes frescas podem ser fervidas, assadas ou fritas. Quando processadas, são preparadas enlatadas, em forma de purês, doces, sobremesas, farinha e macarrão. As folhas da batata-doce também são ricas em proteínas, característica ainda de uso incipiente na culinária brasileira. Tanto as raízes quanto as ramas dessa hortaliça, além de utilizadas na alimentação humana, podem ser utilizadas na alimentação animal e como matéria-prima para produção de amido e álcool.

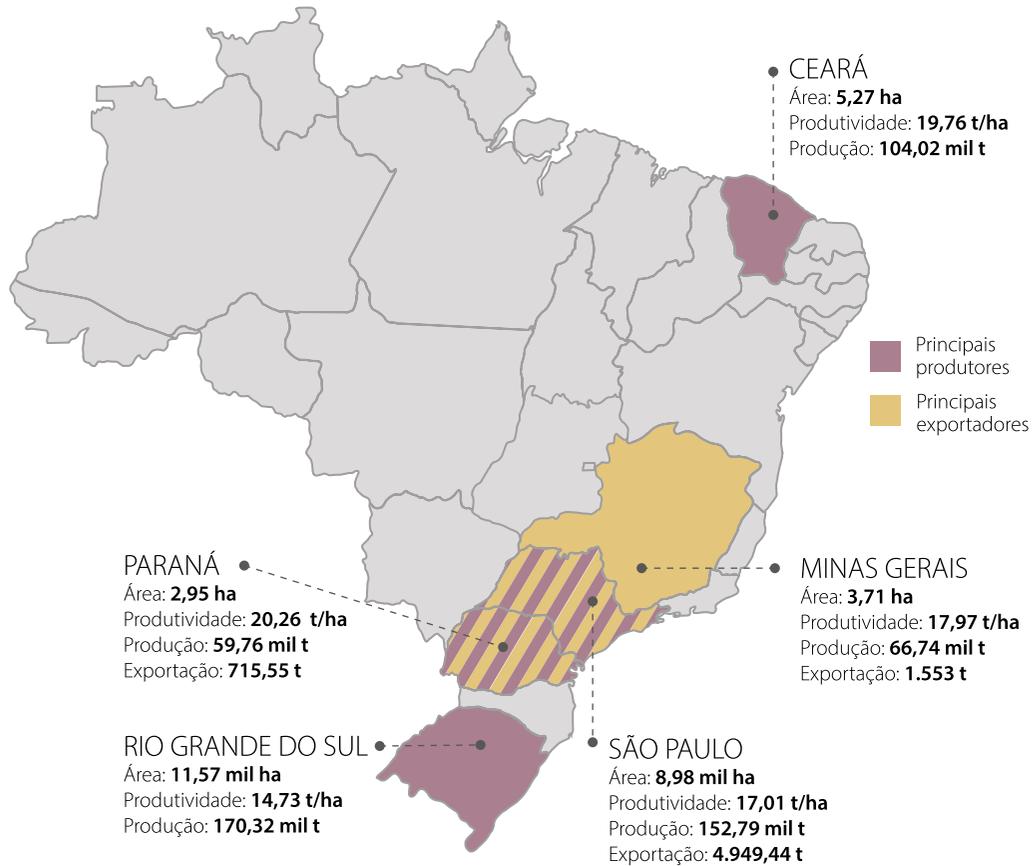
Embora o mercado brasileiro seja voltado para o consumo humano de raízes frescas, produtos processados na forma de chips e de marrom-glacê constituem um mercado em crescimento.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

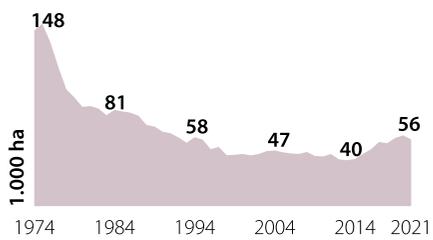
BATATA-DOCE



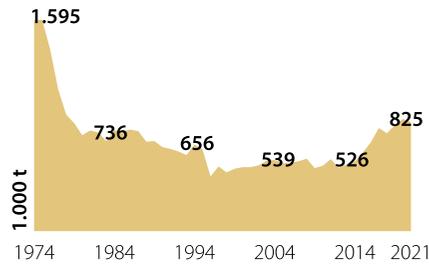
Maiores estados produtores e exportadores (2021)



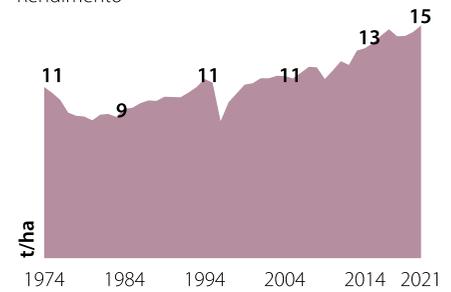
Área colhida



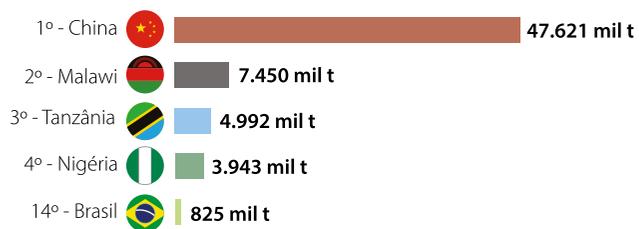
Produção



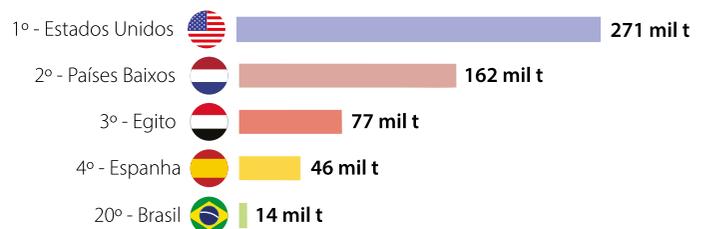
Rendimento



Maiores produtores em 2021



Maiores exportadores em 2021



Fonte: Adaptado de IBGE (2017, 2021b), Comex Stat (2023) e FAO (2021).

Alimento para todos

O cultivo da batata-doce no Brasil remonta aos primeiros anos da colonização portuguesa. José Anchieta (1534–1597), padre jesuíta missionário no País, escreveu sobre elas: “Se comem assadas ou cozidas, são de bom gosto, servem de pão a quem não tem outro”. Inicialmente considerada uma comida “de escravos”, logo a raiz caiu no gosto da nobreza.

Entre 1990 e 2014, houve tendência média de diminuição da área colhida com batata-doce no Brasil, chegando a 40.120 ha em 2012. Nesse ano, a curva sofreu uma inversão e a quantidade de batata-doce produzida voltou a subir, chegando a 824,7 mil toneladas em 56.183 ha em 2021. Ao mesmo tempo, o rendimento médio dos plantios apresentou tendência de alta a partir de 1980, ano em que foi registrada uma produtividade de 8,7 t/ha, contra 14,7 t/ha em 2021, crescimento de aproximadamente 70% no período.

Os dados de produtividade revelam que os resultados da ciência brasileira e a tecnificação dos produtores estão impactando positivamente no cultivo da batata-doce.

Rusticidade e resiliência

A batata-doce é considerada uma cultura com ampla adaptação ambiental, sendo cultivada em praticamente todas as regiões brasileiras. É também uma cultura resiliente se comparada a outras fontes de carboidratos, mas responde bem em qualidade e produtividade quando empregadas variedades superiores e de elevado nível tecnoló-

gico, podendo produzir mais de 65 t/ha em condições de cultivo, muito acima da atual média brasileira que é de 14,68 t/ha.

Na Embrapa, os trabalhos com batata-doce começaram em 1980 com a formação do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da cultura. Os acessos foram obtidos por meio de coletas e doações de diversas regiões produtoras do Brasil, e de clones oriundos do Centro Internacional de la Papa (CIP), no Peru.

Os primeiros projetos visaram à avaliação do potencial comercial e à seleção dos melhores acessos do BAG para

Nos últimos anos, houve um aumento na área colhida, na produção e na produtividade da cultura, que pode ser atribuído ao aumento no consumo tanto in natura quanto industrializado e pelo reconhecimento das qualidades da batata-doce na alimentação

lançamento como cultivares. Também foi avaliado o potencial da batata-doce como alternativa de produção de álcool e marrom-glacê. Posteriormente, as avaliações dos acessos foram focadas nas seleções daqueles com maior conteúdo de carotenoides, visando disponibilizar ao mercado brasileiro clones biofortificados.

Nos últimos anos, houve um aumento na área colhida, na produção e na produtividade da cultura, que pode ser atribuído ao aumento no consumo tanto in natura quanto industrializado e pelo reconhecimento das qualidades da batata-doce na alimentação. No entanto, tanto a qualidade do produto in natura ofertado aos consumidores quanto a produtividade ainda estão distantes do potencial da cultura, na maioria pelo uso de variedades locais pouco produtivas, material propagativo de baixa qualidade sanitária e emprego de baixo nível tecnológico no sistema de cultivo.

Desafios

A batata-doce é uma espécie que apresenta grande complexidade genômica, trazendo grandes desafios para a compreensão da herança dos caracteres e para o uso de ferramentas avançadas nos programas de melhoramento genético.

Muitos avanços são necessários para que mais soluções sejam entregues à cadeia produtiva nas diversas áreas de conhecimento, tais como genética, fitossanidade, fitotecnia e pós-colheita. Apesar de atualmente o mercado bra-

Foto: zhengzaishanhu (AdobeStock)



sileiro ser voltado principalmente para o consumo humano a partir do preparo de raízes in natura, o processamento industrial está em crescimento no Brasil. Indústrias da área de suplementos alimentares e medicamentos têm incluído em seu portfólio a batata-doce em pó (farinha) e os shakes.

Tendência

Outra tendência é o desenvolvimento de cultivares resistentes a distúrbios bióticos e abióticos que comprometem a produção, com níveis maiores de produtividade, adaptação a diferentes condições edafoclimáti-

cas, qualidade sensorial e de biofortificação. Cultivares com maior eficiência de uso de fertilizantes e água, bem como características que reduzam a dependência de mão de obra, também são de interesse do mercado em razão dos cenários futuros de mudanças climáticas.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: james3035 (AdobeStock)



Foto: Paula Rodrigues

Foto: Fotema (AdobeStock)



Foto: Tomas May

Foto: Lucimeire Pilon



Foto: Paula Rodrigues



Cacau

Originário da região amazônica, o cacau (*Theobroma cacao* L.) ganhou o mundo e hoje é produzido em diversos países. Segundo estimativas da Organização Internacional do Cacau, a safra estimada para 2021/2022 é de 4,9 milhões de toneladas. Essa produção representa cerca de US\$ 159 bilhões em negócios com amêndoas, chocolates e derivados, com previsão de movimentar US\$ 265,9 bilhões em 2028.

Esse produto de cifras bilionárias possui uma história de mais de 5.300 anos. Evidências arqueológicas encontradas na Amazônia equatorial revelam o uso dos grãos como alimento por diversas civilizações pré-colombianas, incluindo os maias, os incas e os astecas.

Esses povos o consumiam como uma bebida fria e espumosa, designando-a de “Choco-latl” ou “Tchocolath” ou ainda “Xocolatl”. Nesse resgate histórico, o primeiro contato registrado de estrangeiros notórios com a bebida é atribuído a Cristóvão Colombo, que chegou à Nicarágua em 1502.

Em 1528, Hernan Cortês levou consigo sementes de cacau e a receita com todos os ingredientes para fazer a famosa bebida na Espanha, que, de início, não agradou muito aos espanhóis. Com a retirada dos condimentos picantes das receitas originais, e juntando mel ou açúcar, com o preparo sempre quente, Cortês apresentou essa nova versão ao Rei Carlos V, que ficou fascinado e dizia que a bebida era tão preciosa que

poderia alimentar um homem por um dia inteiro. Em pouco tempo se firmou como preferência da aristocracia espanhola e, quase um século depois, chegou a França e Grã-Bretanha.

Já no século XVIII, o botânico sueco Carlos Lineu classificou cientificamente a árvore do cacau como *Theobroma cacao*, pois *Theobroma*, em grego quer dizer “alimento dos deuses”.

A grande revolução na fabricação do chocolate foi a invenção da máquina de prensar, em 1828, que permitia espremer a manteiga de cacau dos grãos torrados, deixando um pó de cacau fino. O pó foi então misturado com líquidos e colocado num molde, onde solidificou numa barra comestível de chocolate.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CACAU



VERSATILIDADE



Alimentação



Indústria de cosméticos e higiene pessoal

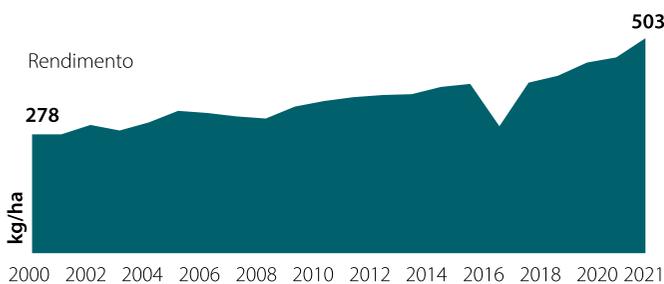
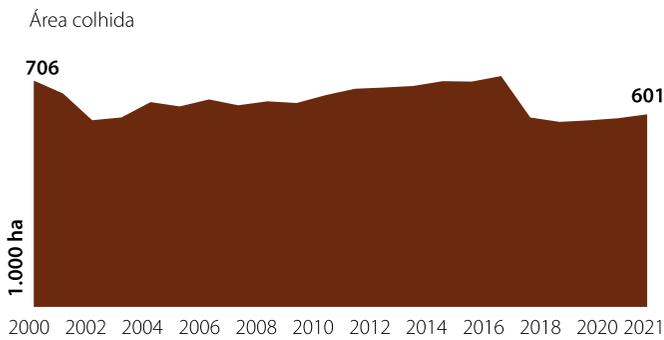
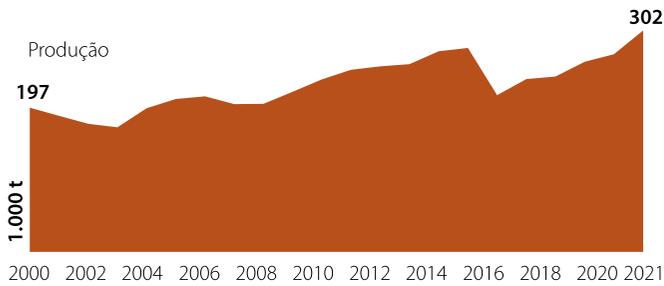
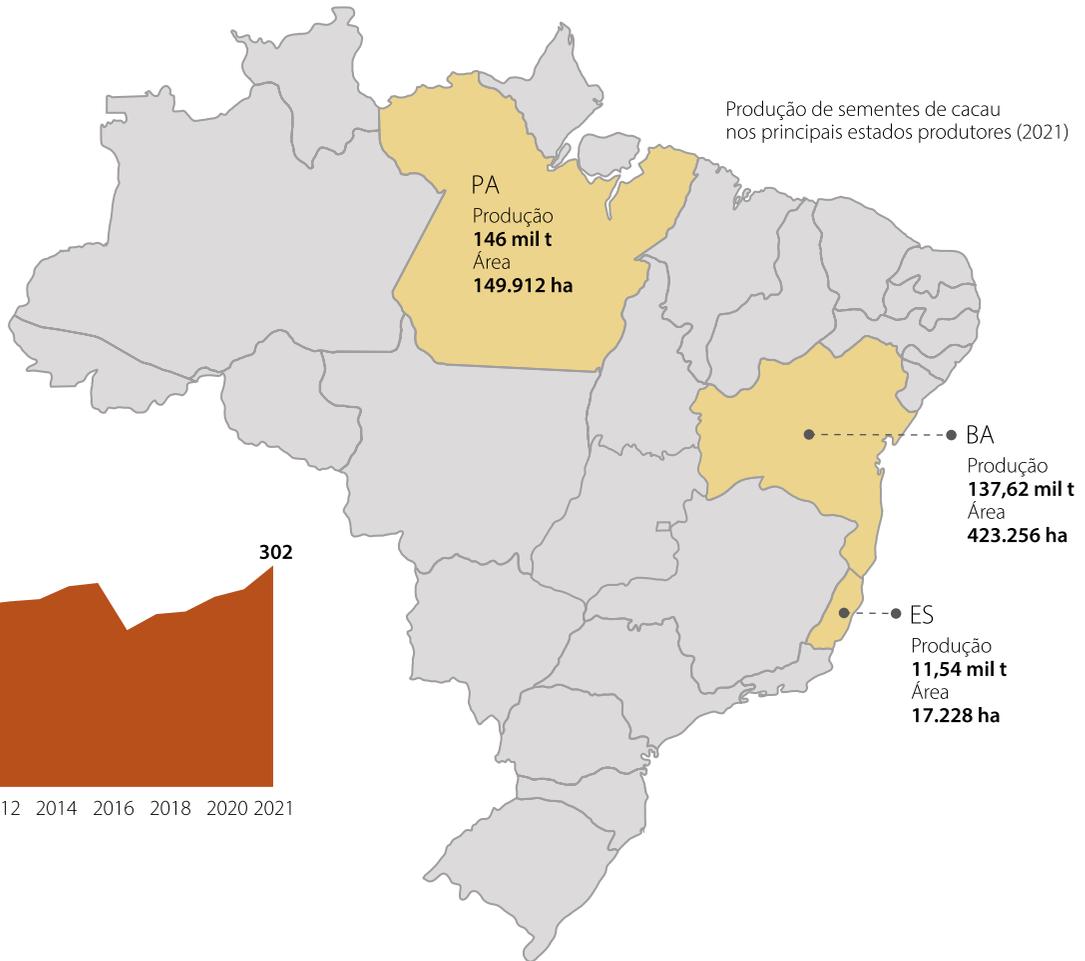


Indústria farmacêutica

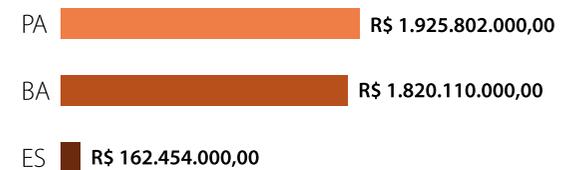
VARIEDADES



Organizadas em três grupos: crioulo, forasteiro e trinitário



Valor da produção nos principais estados produtores (2020)



A produção total brasileira foi de aproximadamente **4** BILHÕES de reais

Fonte: Adaptado de IBGE (2021b).

De bebida ritualística ao mercado de commodities

No Brasil, mais especificamente na Amazônia, o cacauero era espontâneo e colhido para uso pelos indígenas até o século XVII, quando, dado o seu valor econômico, a Coroa portuguesa ordenou o cultivo, por Ordem Régia de 1º de novembro de 1677. Da região amazônica o fruto foi levado para a Bahia em 1746, e, já na segunda metade do século XIX, foi levado para a África, continente que atualmente lidera a produção mundial. Desde então, dialoga com a geração de tecnologia em seus respectivos centros produtores.

Atualmente, o Brasil ocupa o sexto lugar em produção, mas o interesse pela pesquisa da árvore do cacau e pelo melhoramento genético remete aos anos 1930, ao Instituto de Cacau da Bahia (ICB), por meio da Estação Experimental de Pedra Preta (Uruçuca, BA).

Em 1957, o governo federal estabeleceu o Plano de Recuperação Econômico-Rural da Lavoura Cacaueira, sob a direção da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), iniciando suas atividades, como o fornecimento de crédito aos produtores.

Em 1962, a Ceplac inicia as pesquisas básicas, incluindo a identificação dos solos apropriados para cacau, a definição de níveis de exigência da planta, a adubação das lavouras, o manejo do sombreamento e o controle de pragas, principalmente da podridão-parda (*Phytophthora spp.*).

A partir de 1964, amplia sua atuação a quase todos os campos de conhecimento relativo à pesquisa com a cultura do cacauero, tornando-se, no que diz respeito à organização de desenvolvimen-

to, uma instituição ímpar no Brasil ao trabalhar simultaneamente e de forma integrada pesquisas agrônomicas, extensão rural, abastecimento de insumos, tais como fertilizantes, inseticidas, entre outros, assim como formação de mão de obra especializada, além de contribuir para algumas obras de infraestrutura relacionadas ao desenvolvimento agrícola.

Nos anos subsequentes, aprofundaram-se as pesquisas em melhoramento genético, com cruzamentos para obtenção de híbridos de cacau a partir de materiais de diferentes origens, ao mesmo tempo em que a instituição formava bancos de germoplasma de cacau, que hoje abrigam cerca 3.400 acessos.

O desenvolvimento e a distribuição de novos híbridos mais produtivos, bem como a disponibilização de novas tecnologias de manejo e controle de pragas, resultaram na retomada do crescimento. Com isso, a safra de 1983/1984 atingiu o patamar recorde de 400 mil

Aprofundaram-se as pesquisas em melhoramento genético, com cruzamentos para obtenção de híbridos de cacau a partir de materiais de diferentes origens

toneladas de cacau, tornando o Brasil o segundo maior produtor mundial.

Paralelamente, as pesquisas sobre os processos de pós-colheita desenvolviam padrões de fermentação e secagem para o cacau, incluindo o desenvolvimento de instalações para aperfeiçoar esses processos, como os secadores naturais, tipo barcaça, assim como secadores com o uso de fornalhas.

Vassoura-de-bruxa

A cacauicultura entrou em crise em meados de 1980, sendo agravada com a chegada da doença fúngica vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), introduzida da Amazônia, a qual aos poucos anos atingiu todo o País, reduzindo a produção a um quarto.

As pesquisas, então, concentraram-se no melhoramento genético para desenvolver novas cultivares resistentes à doença e produtivas. Um protocolo para propagação vegetativa do cacauero, antes inexistente, foi desenvolvido visando às variedades clonais e autocompatíveis.

As primeiras variedades clonais com resistência à vassoura-de-bruxa (VB) foram lançadas em 1997, mas ainda eram autoincompatíveis e a resistência não duradoura. Por cerca de 20 anos de pesquisa foram lançados 40 clones com diferentes graus de resistência à doença, todos autocompatíveis, dos quais 18 clones seguem como recomendados.

Ensaio de avaliação regionais com cerca de 1.000 materiais continuam em andamento e possibilitarão o lançamento de novos materiais superiores aos seus antecessores.

Foto: tanarch (AdobeStock)



Propagação por enxertia

A Ceplac, durante o final da década de 1990 e início dos anos 2000, foi a principal responsável pelo fomento de material de propagação por enxertia, na forma de hastes para os produtores, até o estabelecimento do Instituto Biofábrica de Cacau.

Soluções tecnológicas foram obtidas na área de propagação vegetativa do cacauero com o estudo de interações de enxerto e porta-enxerto e o desenvolvi-

mento de mudas ortotrópicas. Na área de Fitopatologia, destaca-se a avaliação de novos fungicidas e o desenvolvimento do biofungicida Tricovab®, para o controle biológico incorporado ao controle integrado da VB, possibilitando a produtividade de até mil quilogramas de amêndoas secas por hectare por ano.

Mais qualidade

Novos desafios visam à melhoria da qualidade dessa fruta, não só em ter-

mos de redução de defeitos que influem na classificação da amostra, mas também de aperfeiçoamento do processo de fermentação para promover a expressão do potencial genético das cultivares de cacau trabalhadas, em suas características de sabor e aroma.

Essas ações são fundamentais para a obtenção do cacau fino, utilizado na produção de chocolates finos ou gourmet, colocando o Brasil em destaque nesse mercado.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: freedom_naruk (AdobeStock)

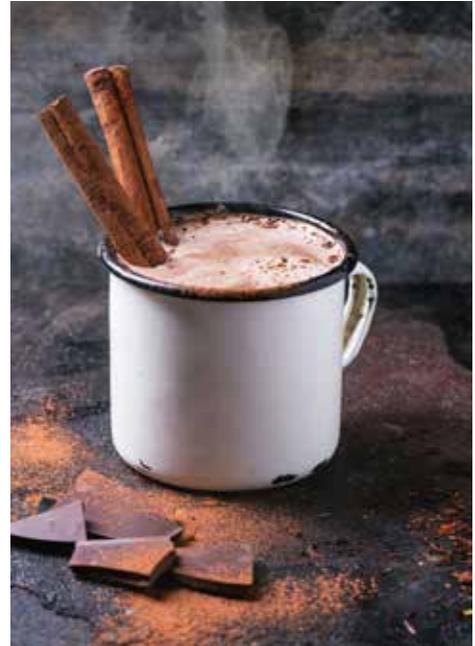


Foto: Natasha Breen (AdobeStock)

Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Sebastian Duda (AdobeStock)

Foto: Ronaldo Rosa



Foto: kaiskymet (AdobeStock)



Café

– Aceita um café? – Quem já não ouviu isso? O café é a segunda bebida mais consumida no mundo, superada apenas pela água. O Brasil é o maior produtor e exportador e o segundo maior consumidor de café. A história do café se confunde com os ciclos de desenvolvimento econômico e agropecuário do Brasil.

Planta nativa de regiões da Etiópia e do Congo, a primeira muda de café chegou ao Brasil em 1727. As produções começaram em pequenas lavou-
ras e mais tarde se ampliaram pelo País. O “ouro negro” (dada a sua coloração quando torrado) foi marcante no País desde então.

A bebida passou a ser amplamente apreciada no Brasil, assim como em ou-

tros países onde entrou na rotina diária. O dia começa com um café para grande parte da população mundial, mas pouca gente sabe que, antes de chegar à mesa do consumidor, ele passa por várias etapas. Tudo começa com a escolha da espécie e cultivar, vindo em seguida os tratamentos culturais, a colheita e o processamento. A boa qualidade do café depende de características genéticas e fatores relacionados ao ambiente onde é cultivado (altitudes são preferidas), bem como da temperatura, da nutrição da planta, da irrigação e do beneficiamento.

Em relação à qualidade, a indústria classifica o café torrado e moído em quatro categorias: gourmet, superior, tradicional e extraforte. Além de certificar o pro-

duto, as empresas são auditadas quanto às boas práticas de fabricação de todo o processo de industrialização, a fim de garantir consistência. Adicionalmente, os cafés solúveis têm classificação própria, assim como os cafés diferenciados, que são os cafés especiais, por terem qualidade superior ou algum tipo de certificado de práticas sustentáveis com indicação geográfica.

O café tem propriedades funcionais e nutracêuticas, e seu principal componente psicoativo é a cafeína. Após o consumo de café, é possível verificar melhora na performance cognitiva e psicomotora, no estado de alerta e na energia, bem como na capacidade de concentração e vigilância.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CAFÉ



VERSATILIDADE



Bebidas



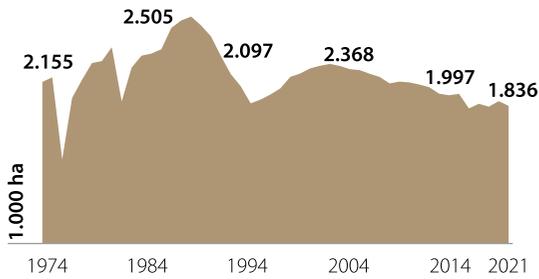
Indústria química

O café, depois da água, é a bebida mais popular do planeta

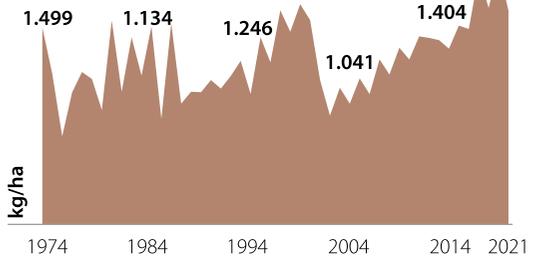
Consumo mundial **10 milhões de toneladas/ano**

30% a 40% da população mundial consomem café

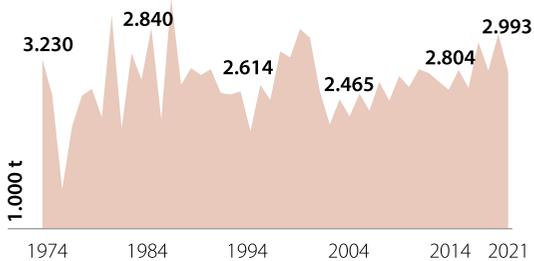
Área colhida



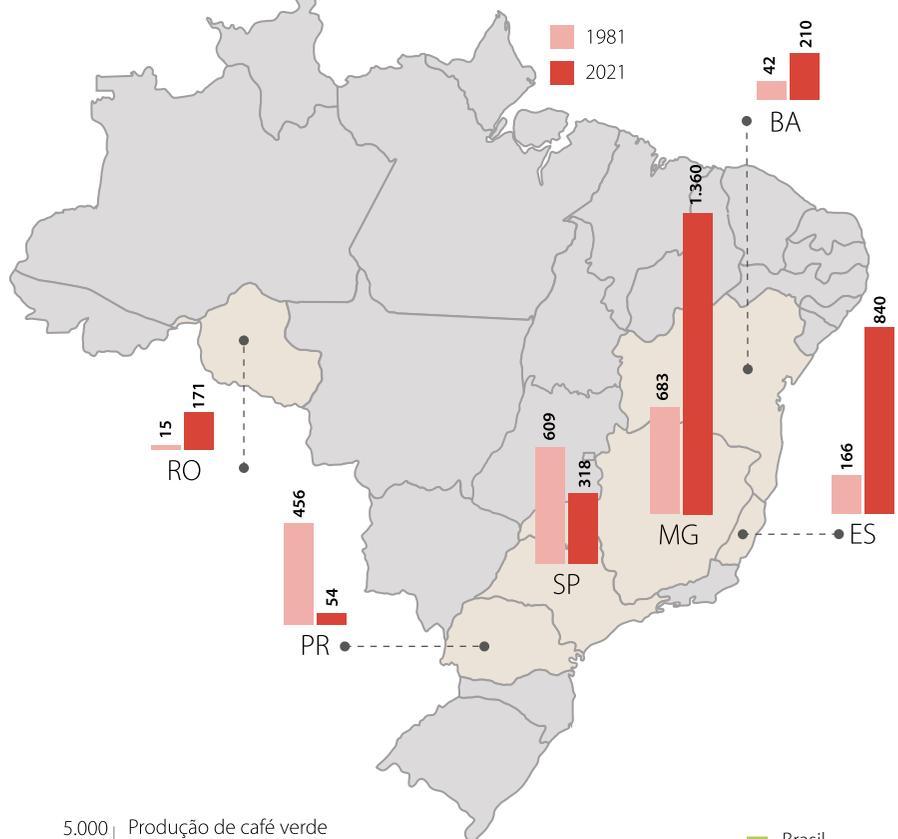
Rendimento médio



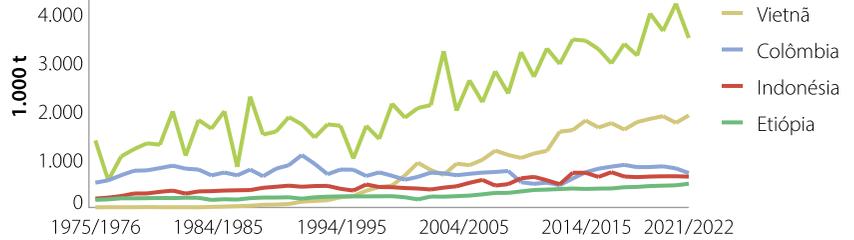
Produção



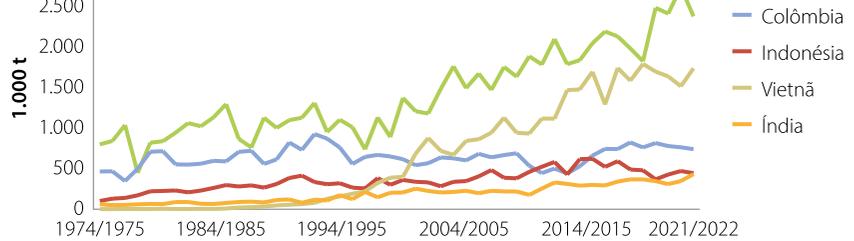
Quantidade produzida nos principais estados (1.000 t)



Produção de café verde



Exportação de café verde



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b), FAO (2021) e Estados Unidos (2022).

Consórcio de pesquisa dá mais sabor

A pesquisa com café no Brasil se confunde com a história dos estados da Federação altamente produtores, como São Paulo, que se tornou o centro da economia do País antes da virada do século XX. No império, em 1887, portanto ainda antes da Proclamação da República, foi criada, por solicitação dos produtores paulistas, a Estação Imperial de Campinas, cuja finalidade era assistir tecnicamente o desenvolvimento da cafeicultura nacional.

Na década de 1920, a pesquisa já recomendava aos cafeicultores a adubação do solo mediante o emprego de farinha de peixe, de escórias de alto forno e de pequenas quantidades de salitre do Chile. Instruía sobre o preparo do solo e o controle de pragas e doenças, bem como sobre o processamento pós-colheita. As orientações se ampliaram para a melhor condução da secagem em terreiros e armazenamento em tuilhas de madeira. Boas práticas de beneficiamento com vistas à exportação, ao controle de impurezas, à uniformidade e ao bom sabor passaram a sair das publicações de pesquisa. Iniciou-se, nessa época, também a experimentação com delineamentos estatísticos para a aplicação correta de fertilizantes.

Programa de pesquisas

A pesquisa ampliou as avaliações, voltando-se para os estudos de aspectos fitotécnicos da cultura e, com a ampliação dos cultivos, foram iniciados os trabalhos de genética e melhoramento do cafeeiro. Nos anos de 1930, foi estabelecido um amplo programa de pesquisas

com o cafeeiro envolvendo várias áreas no Brasil.

Em razão das suas exigências nutricionais, o cultivo do café migrou constantemente à procura de novas terras, ricas em matéria orgânica e mais produtivas, pois as terras logo se tornavam esgotadas. A pesquisa precisou compreender com urgência as exigências da planta para instruir os agricultores. O mercado consumidor de café aumentava rapidamente, e a produção e a produtividade tiveram que ser aceleradas pela pesquisa, com adaptação das plantas às condições de solo e clima. A análise dos solos onde o café poderia ser cultivado foi uma condicionante para a possível implantação das lavouras.

Pesquisadores renomados participaram ativamente dos primeiros trabalhos de pesquisa com o cafeeiro no Brasil, com destaque para a equipe liderada pelo cientista Alcides Carvalho, nos anos de 1930, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Na década de 1990, foi criado o Centro de Café e Plantas Tropicais do IAC, que, em 2001, foi nomeado Centro de Análise e Pesquisa

A pesquisa com café no País conta hoje com mais de mil pesquisadores, extensionistas e bolsistas alocados em 16 estados e regiões produtoras

Tecnológica do Agronegócio do Café 'Alcides Carvalho', em homenagem a esse grande desenvolvedor da cafeicultura nacional.

Consórcio Pesquisa Café

A pesquisa com café no País conta hoje com mais de mil pesquisadores, extensionistas e bolsistas alocados em 16 estados e regiões produtoras. Para essa sinfonia científica funcionar, os recursos físicos, financeiros e materiais das instituições de pesquisa são conjugados, de forma consorciada, viabilizando o desenvolvimento conjunto de projetos de pesquisa.

Apoiado pelo Fundo de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé), criado em 1986, o Brasil desenvolve o maior programa mundial de pesquisas de café, cuja base de todo o trabalho é a constante preocupação com a qualidade. Avanços significativos da cafeicultura brasileira estão relacionados a expressivos investimentos em melhoramento genético, controle de pragas, biotecnologia, nutrição e fertilidade de solos, tecnologias pós-colheita, entre outros aspectos. As pesquisas são desenvolvidas por instituições parceiras, participantes do Consórcio Pesquisa Café, coordenado pela Embrapa Café.

Cento e cinquenta e cinco novas cultivares

Como resultado de todo esse esforço, nos últimos anos foi possível o lançamento de 23 cultivares da espécie canéfora e 132 cultivares de café arábica,



plenamente incorporadas ao setor produtivo. Um dos avanços mais recentes acontece com a descrição do genoma do café, cujo sequenciamento identifica os principais genes da planta. Entre as espécies arábica e canéfora, mais de 33 mil genes de expressão foram identificados. Isso permite identificar atributos positivos de qualidade do café (aroma, sabor, corpo, acidez e outras características desejáveis), de estresse abiótico (tolerância a seca e a tempe-

raturas elevadas) e de estresse biótico (ferrugem, bicho-mineiro, nematoides e cercosporiose), entre outros.

Ao estabelecer uma comparação temporal, verifica-se grande evolução do setor cafeeiro brasileiro entre 1997 e 2022 – desde a criação do Consórcio Pesquisa Café. A área produtiva em 1997 era de 2,4 milhões de hectares e a produção de 18,9 milhões de sacas de 60 kg, com produtividade de 8,0 sacas por hectare. Passados 25 anos, hou-

ve redução da área para 1,82 milhão de hectares e a produção aumentou quase três vezes.

A safra total dos cafés do Brasil em 2022 totaliza um volume equivalente a 50,38 milhões de sacas de 60 kg. Desse total, 32,41 milhões de sacas são da espécie arábica, a qual representa em torno de 64% da safra brasileira, e 17,97 milhões de sacas da espécie conilon, que corresponde a 36% do volume total.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Rafael Rocha



Foto: Fabiano Marques Dourado Bastos



Foto: artrachen (AdobeStock)

Foto: Tomas May



Foto: Adriano Delly Veiga



Foto: Kim-Ir-Sen Pires Leal

Foto: Adriano Delly Veiga



Foto: Jonathan De Guzman (AdobeStock)



Foto: Tomas May



Foto: Ana Elisa Sicirim

Caju

O cajueiro, planta nativa do Brasil, despertou o interesse dos colonizadores portugueses, que trataram de disseminá-lo na Índia e em alguns países africanos nos idos do século XVI. No entanto, foi a demanda pelo líquido da casca da castanha-de-caju (LCC), devido ao seu conteúdo estratégico na mobilização dos Estados Unidos durante a II Guerra Mundial, que acendeu a centelha subsequente da demanda pela amêndoa da castanha-de-caju.

Mediante os aportes de incentivos fiscais, o Nordeste ampliou fortemente a área plantada com cajueiros a partir dos anos 1960, notadamente nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, que participam atualmente com mais de 90% da produção brasileira. A pro-

dução cresceu, viabilizou a estruturação de indústrias de processamento de castanha, porém predominou, nessa época, a exploração nos moldes extrativistas, centrada na castanha e com foco na exportação da amêndoa.

A amêndoa de castanha-de-caju é um alimento saudável e de sabor suave e levemente adocicado, composto por minerais e nutrientes biologicamente ativos. Possui todos os aminoácidos essenciais, selênio, amido e gorduras insaturadas e um perfil polissacarídeo de grande importância do ponto de vista nutricional.

Apresenta grande versatilidade de uso, pois é consumida in natura, tostada ou caramelizada e entra na composição de receitas e pratos diversos, na linha de

alimentos *plant-based* ou mesmo como produtos processados pela indústria alimentar.

O cajueiro oferece outros produtos e constituintes que têm utilização tanto na indústria alimentar quanto na indústria química e de geração de energia, como a casca da castanha, que contém em seus alvéolos um líquido viscoso e cáustico: o LCC.

Um aspecto diferencial é que esse fruto (a castanha) possui um pseudofruto (a maçã do caju), que amplia fortemente os atrativos por esse alimento. A obtenção de polpas, fibras, suco, extrato de carotenoides, entre tantos outros, complementa e enaltece o valor nutricional e gastronômico dessa importante cultura.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CAJU

VERSATILIDADE



Amêndoa da castanha-de-caju



Alimento



Bebidas



Cosméticos

Pedúnculo do caju



Alimento



Bebidas



Indústria química

Líquido da casca da castanha-de-caju



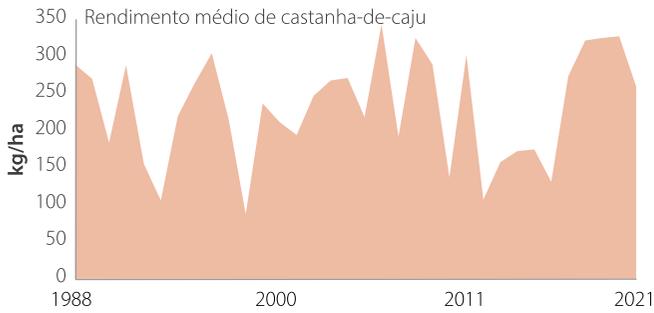
Indústria química



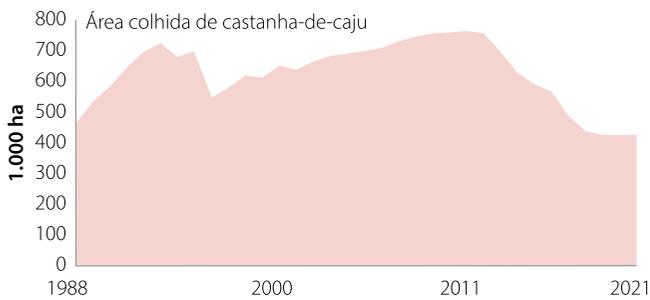
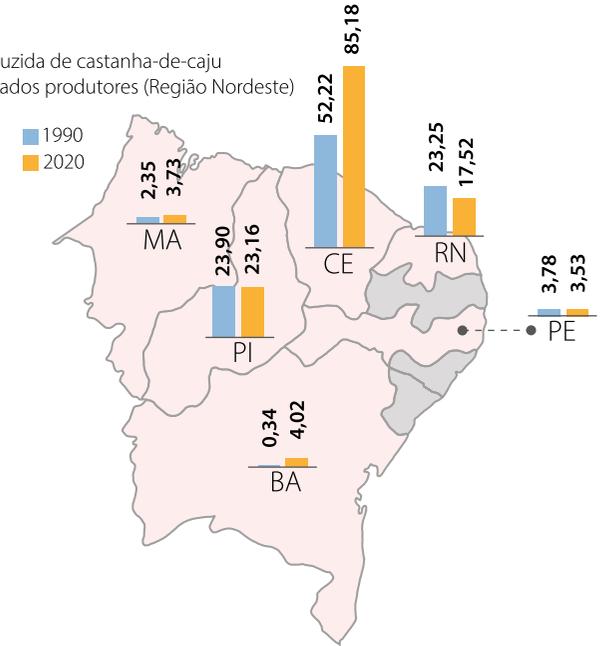
Componentes automotivos



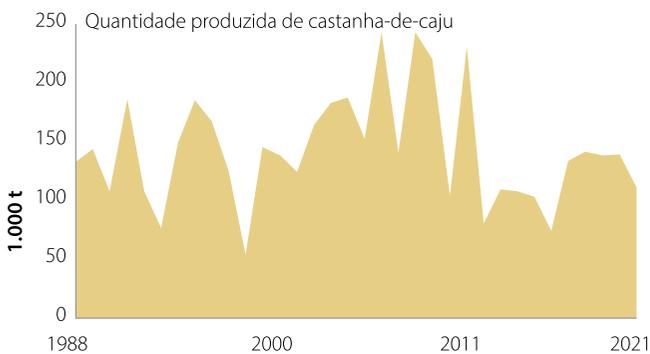
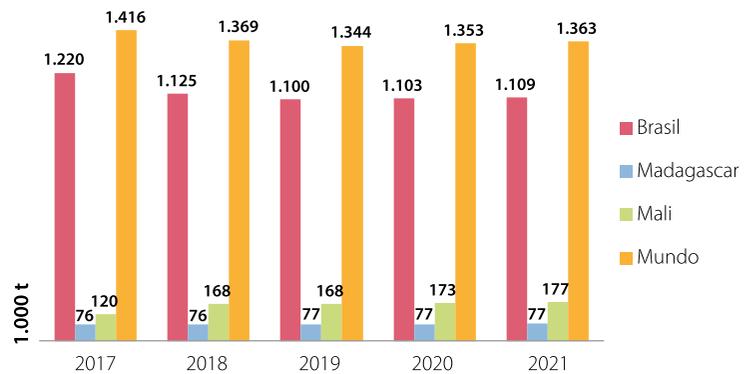
Combustível



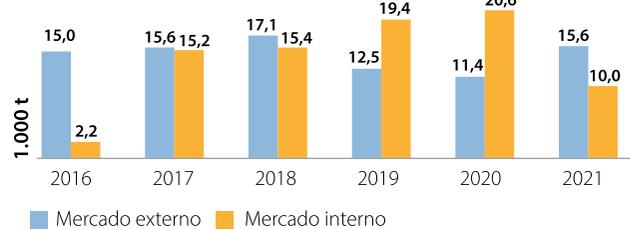
Quantidade produzida de castanha-de-caju nos principais estados produtores (Região Nordeste) (1.000 t)



Produção de pedúnculos de caju nos maiores produtores mundiais



Exportações e consumo interno de amêndoa da castanha-de-caju (ACC)



Fonte: Adaptado de FAO (2021) e IBGE (2021b).

Um longo caminho de conquistas

A história do caju no Brasil e no mundo tem sua origem associada a um modelo de exploração extrativista. Um fato importante que deu início ao processo de mudança foi a ocorrência de mutação natural em plantas de cajueiro no estado do Ceará, identificada em 1956 por estudiosos da cultura, consignando o surgimento do cajueiro anão. A parceria da Embrapa com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, a partir de 1975, promoveu o aprofundamento das bases para os trabalhos de melhoramento da cultura. Como decorrência, no ano de 1983, foram lançados os dois primeiros clones de cajueiro anão. Atualmente a Embrapa detém no seu portfólio 13 clones com fins comerciais específicos e adaptados a diferentes ambientes produtivos.

No Nordeste, o cajueiro é cultivado por 195 mil produtores, dos quais mais da metade é de pequenos produtores, cujas áreas são inferiores a 20 ha. Na cadeia produtiva do caju, estima-se a geração anual de cerca de 250 mil empregos diretos e indiretos, cuja importância é ainda maior pelo fato de a época de maior demanda de mão de obra (colheita) coincidir com a entressafra das culturas anuais de subsistência. Na região, está concentrado o parque industrial do caju para o beneficiamento da castanha pelas grandes fábricas e minifábricas, bem como as indústrias de processamento do pedúnculo para a produção de doces, sucos e bebidas em geral.

Dados recentes no Ceará mostram que 179 mil hectares são plantados com o cajueiro do tipo comum, enquanto ape-

nas 96 mil hectares são cultivados com o cajueiro anão. No entanto, mesmo representando apenas 35% da área plantada, o cajueiro anão respondeu por 56% da produção de castanha, ainda que cultivada com poucos tratamentos culturais, obtém-se produtividade acima de 500 kg/ha. Contudo, em áreas irrigadas, com a utilização de material genético superior e tratamentos culturais adequados, a produtividade obtida é superior a 2.000 kg/ha.

A consagração dos clones

As vantagens dos clones de cajueiro anão sobre os tipos comuns envolvem atributos relacionados às facilidades de manejo da cultura, à homogeneidade do perfil da amêndoa e do pedúnculo,

As técnicas de colheita e pós-colheita tornaram possível prolongar a vida útil do caju por meio do uso de embalagem adequada e cadeia de frio com atmosfera modificada, prolongando a sua conservação para 21 dias

às características qualitativas para mesa ou indústria, bem como aos ganhos de produtividade. A avaliação dos cientistas era clara: a multiplicação por sementes no cajueiro era responsável pela heterogeneidade e pela baixa produtividade dos pomares.

O avanço dessas conquistas teve um longo caminho a ser percorrido. A consagração dos clones dependia num primeiro momento do domínio da tecnologia de propagação, de modo que as mudas enxertadas estivessem prontas para plantio no início da estação chuvosa. Muitos estudos que envolviam práticas agronômicas necessárias para o aporte tecnológico da cultura também foram desenvolvidos, como, por exemplo: correção de solos, fertilidade, controle fitossanitário, manejo da cultura (espaçamento, poda, etc.), entre tantas outras.

As técnicas de colheita e pós-colheita do caju tornaram possível prolongar a vida útil do caju por meio do uso de embalagem adequada e cadeia de frio com atmosfera modificada, prolongando a sua conservação para 21 dias. Sem a tecnologia, a condição de consumo era permitida por no máximo 3 dias. Com isso, a produção local pode ser colocada para consumo in natura nos maiores centros urbanos do País, a milhares de quilômetros de distância.

Aprimoramento qualitativo das amêndoas

Os estudos relacionados com as rotas tecnológicas do processamento da castanha e do pedúnculo permitiram

Foto: Francisco Fábio de Assis Paiva



avanços materializados no aprimoramento qualitativo das amêndoas (integridade, cor, sabor) por meio das técnicas de autoclavagem da matéria-prima (castanha) e do corte por navalhas. A incorporação desse processo de forma descentralizada (minifábricas) teve um papel importante na ampliação qualitativa e quantitativa do mercado interno de amêndoas. Desse processo, tem-se ainda uma melhoria substancial no perfil do coproduto LCC, que, diferente do processo industrial tradicional, apresenta-se com elevado teor de ácido anacárdico, potencializando o seu uso na indústria química e de ração.

Novas ferramentas da ciência têm potencial transformador

A utilização pela pesquisa agroindustrial de novas ferramentas analíticas disponíveis atualmente apresenta-se como um grande potencial transformador dessa atividade produtiva.

Por sua vez, diferentes rotas tecnológicas, as quais contemplam o processamento do pedúnculo, também ampliaram de forma significativa a utilização e os modos de consumo desse alimento.

O aprofundamento dos estudos nessa área é responsável por avanços na linha de produtos *plant-based*, alinhados com as tendências de exigências gastronômicas e nutricionais, não só relacionadas com o pedúnculo em si, mas também com o uso da amêndoa como base para o desenvolvimento de coprodutos.

As bebidas feitas a partir do extrato hidrossolúvel, hambúrguer vegetal contendo fibra de caju e do óleo tipo gourmet, com elevado teor de fibra dietética, para atender consumidores com dietas saudáveis ou restrições alimentares.

Foto: Cláudio Norões Rocha



Foto: Francisco Fábio de Assis Paiva

Foto: Cláudio Norões Rocha



Foto: Cláudio Norões Rocha

Foto: Cláudio Norões Rocha



Foto: Cláudio Norões Rocha



Foto: Valdemir Queiroz

Camarão

O camarão marinho é originário do Oceano Pacífico e teve sua introdução no Nordeste do Brasil, na década de 1980, por intermédio do desenvolvimento da carcinicultura.

Devido a condições climáticas favoráveis, o Nordeste concentra 99,7% da produção brasileira de um total de 78.637 t, movimentando R\$ 1,6 bilhão. Em razão das novas tecnologias, seu cultivo avançou para regiões distantes da costa por meio da utilização de água oligohalina. É considerada a atividade do agronegócio que mais gera emprego por área cultivada, e 75% dos seus empreendimentos são considerados micro ou pequenos.

Alimento rico em proteínas, minerais (selênio, potássio, magnésio, zinco, fós-

foro, sódio, iodo, cálcio e ferro), vitaminas A, B6, B12 e E, niacina, riboflavina, tiamina, ácidos graxos poli-insaturados ômega 3, com reduzido teor de gordura. Seu consumo no Brasil chega a aproximadamente 0,6 kg per capita por ano. Várias ações buscam elevar o consumo por meio de feiras gastronômicas e campanhas publicitárias, enquanto outras procuram trazer melhor saúde nutricional para crianças pela inclusão do camarão na merenda escolar. O município de Indiaroba, SE, por exemplo, elevou o consumo de camarão para 2 kg por aluno por ano.

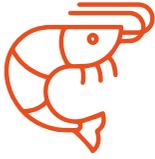
O consumo do camarão está relacionado aos seguintes benefícios: saúde capilar, prevenção de anemia, fortalecimento da imunidade, combate à depressão, prevenção do hipotireoi-

dismo, combate ao envelhecimento precoce, prevenção do câncer, saúde óssea, ação anti-inflamatória, saúde ocular, perda de peso, saúde do cérebro, saúde do coração e colesterol benéfico.

Além do valor nutricional e comercial da sua carne, a carapaça, o cefalotórax e os apêndices podem ser utilizados pela indústria alimentícia, médica, farmacêutica, bem como em aditivos para ração animal e em aplicações ambientais. A inovação na indústria gastronômica tem fornecido produtos diferenciados, como defumados, salgados secos, marinados, empanados, linguiças, salsichas, cortes especiais de camarões, entre outros. Além disso, o camarão é o prato principal de vários restaurantes especializados nesse alimento.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CAMARÃO



VERSATILIDADE



Alimento



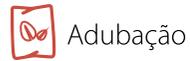
Indústria farmacêutica



Cosméticos

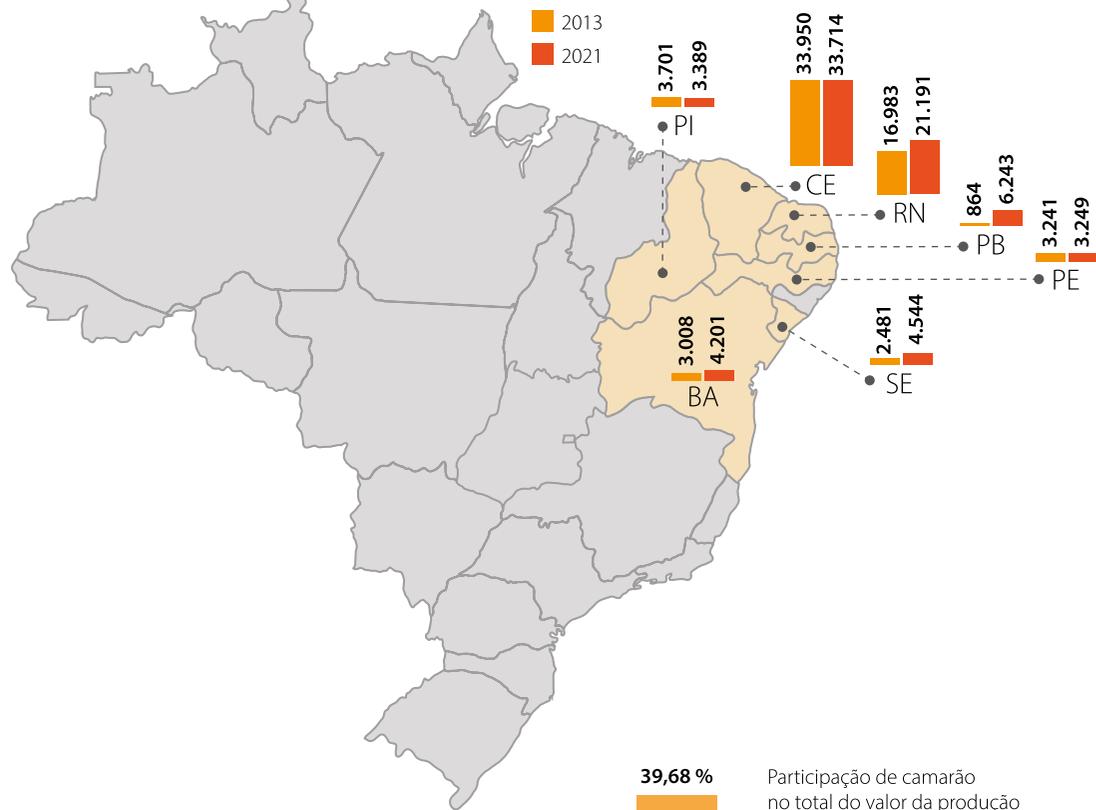


Alimentação animal

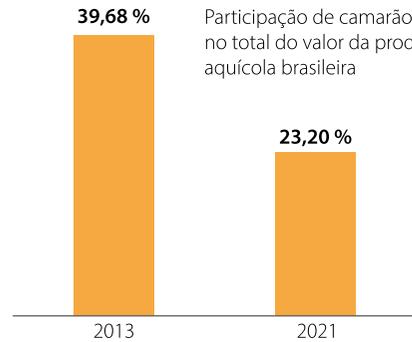


Adubação

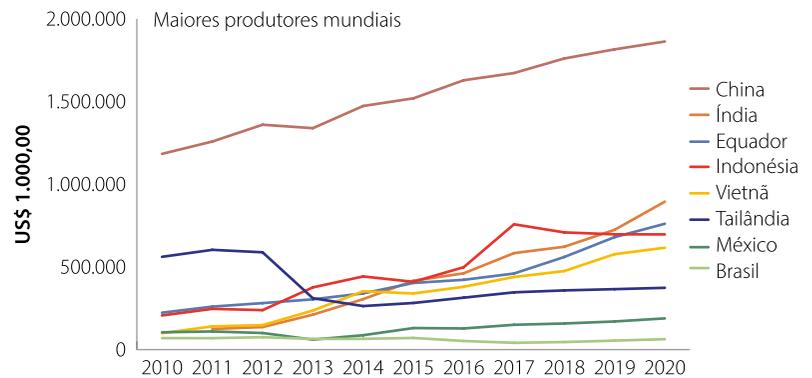
Produção (t) de camarão nos principais estados produtores



Participação de camarão no total do valor da produção aquícola brasileira



Produção no Brasil



Fonte: Adaptado de FAO (2021) e IBGE (2023).

Adaptação a múltiplos ambientes

O camarão marinho *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) ou camarão-branco-do-pacífico ou camarão-cinza é conhecido pela sua adaptação a diversas faixas de cultivo de temperatura e salinidade. Dessa forma, é produzido em diversos locais ao redor do mundo, tornando-se a espécie de crustáceo mais produzida mundialmente.

Com o desenvolvimento de pesquisas sobre sua adaptação a diversas salinidades, o camarão passou a ser cultivado longe da costa, em água oriunda de poços e rios, expandindo a fronteira para sua criação, tendo como destaque os estados do Ceará, Paraíba, Alagoas e Sergipe. Anteriormente era impossível a produção de camarão em estados como São Paulo, por questões do clima frio; no entanto, agora esse crustáceo é produzido em estufas, o que permite manter a temperatura ideal para seu crescimento durante todo o ano. A água utilizada é salinizada artificialmente com os minerais necessários para o seu desenvolvimento.

Ceará e Rio Grande do Norte são responsáveis por quase 70% da produção de camarão marinho no Brasil, movimentando R\$ 1,18 bilhão em 2021. Essa atividade agropecuária está modificando o perfil agrícola e econômico de várias cidades, gerando emprego e renda para comunidades carentes, além de fornecer alimento saudável para essas regiões.

Maior produção em menor espaço

As pesquisas evoluíram para produzir em 1 m³ o equivalente a mais de 50 m² produzidos em sistemas tradicionais.

Sistemas de criação com temperatura e qualidade de água controladas permitiram a intensificação da produção do camarão em pequenos espaços próximos das cidades em sistemas com baixa renovação de água ou com recirculação.

Novos sistemas de produção que permitiram essa intensificação foram desenvolvidos, como é o caso do bioflocos (BFT – *biofloc technology*) e do simbiótico, possibilitando o crescimento dos camarões com baixo uso ou renovação de água. Essas tecnologias utilizam a fertilização através de fontes de carbono orgânico ou farelos vegetais fermentados para formarem partículas suspensas na água compostas por macroagregados de bactérias, microalgas, zooplâncton, entre outros.

Com o desenvolvimento de pesquisas sobre sua adaptação a diversas salinidades, o camarão passou a ser cultivado longe da costa, em água oriunda de poços e rios, expandindo a fronteira para sua criação

Popularização

Por causa das dificuldades de exportação, o camarão começou a ser comercializado no mercado interno, tornando-o acessível à maioria da população brasileira. Surgiram também por todo o Brasil redes de restaurantes especializadas nesse fruto do mar, além dos tradicionais restaurantes nas praias do Nordeste.

Durante a pandemia, por causa das restrições impostas ao turismo e do fechamento de mercados, bem como de bares e restaurantes, os produtores perderam seus tradicionais meios de comercialização. Para superar essa fase, eles tiveram de ajustar seus meios de produção e realizar processamento e armazenamento dos camarões despescaados, além de buscar novos meios de comercialização com vendas diretamente ao consumidor na forma de delivery.

Junto a isso, alguns produtores passaram também a oferecer produtos diferenciados, como porções adequadas para o tamanho das famílias e pré-processadas. Isso facilitou o preparo pelos consumidores e agregou ainda mais valor a esse produto nobre e saudável.

Produtos semiprontos ou prontos

O período pós-pandemia trouxe uma série de inovações para a alimentação dos consumidores. Produtos semiprontos (de fácil armazenamento e preparo) e produtos prontos, que necessitam apenas de aquecimento para serem



consumidos, tiveram elevada procura nos supermercados.

Tanto a indústria gastronômica quanto os consumidores estão cientes da importância dos pescados na alimentação e na saúde humana. Além disso, são alimentos de sabor bastante apreciado. Com isso, churrascarias tradicionais começaram a ofertar a seus clientes diversos pratos à base de camarão, aumentando a popularização desse produto.

A utilização dos resíduos do camarão deu origem a vários compostos com aplicações biotecnológicas e biomédicas, como polissacarídeos e glicosaminoglicanos, com ampla utilização como

medicamento. Esses resíduos também podem ser utilizados como aditivo para ração animal, pois são ricos em quitina e antioxidantes. A quitosana, aditivo alimentar derivado dos crustáceos, tem sido empregada na nutrição animal, na preparação de embalagens biodegradáveis ou comestíveis para alimentos, em membranas artificiais e suturas cirúrgicas. Além disso, pode ser usada como agente cicatrizante e no controle do colesterol. A quitosana foi utilizada também na produção de máscaras de proteção contra a covid-19, devido a sua capacidade antimicrobiana e filtrante.

A carcinicultura brasileira ainda precisa de avanços significativos no que se refere à pesquisa por ingredientes utilizados na formulação de rações e produtos fermentados, em programas de melhoramento genético visando ao crescimento e à resistência a doenças nas condições de cultivo brasileira, bem como no desenvolvimento de fármacos que melhorem o sistema imunológico dos camarões. A interiorização da carcinicultura já é realidade no Brasil. Além de alimento, a produção está levando emprego e renda para comunidades carentes sem prejudicar o meio ambiente.

Foto: Valdemir Queiroz



Foto: Itamar de Paiva Rocha



Foto: Yara Cristina de Cavalho Novo



Foto: Valdemir Queiroz





Carne bovina

Estudos antropológicos indicam que a evolução da espécie humana (*Homo sapiens*) foi grandemente influenciada à medida que a carne de caça passou a compor a sua dieta, há cerca de 4 milhões de anos. Ao longo desse período, o consumo da carne, que combina elevados teores de energia e proteína, implicou uma redução do tamanho do trato gastrintestinal, cuja economia permitiu maior desenvolvimento do nosso energeticamente exigente cérebro, nos padrões como é hoje.

A ligação entre o consumo de carne e a nossa evolução é reforçada pelo fato de que muitos dos nutrientes que precisamos ingerir são componentes que ocorrem naturalmente na carne, tais como o

aminoácido taurina e os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa.

O consumo da carne facilita o balanceamento das dietas, ao possibilitar menor inclusão de carboidratos, cujo consumo excessivo associa-se ao aumento de doenças crônicas. Além disso, melhora a absorção de minerais, como ferro e zinco, e contribui com aminoácidos e ácidos graxos essenciais e de ação metabólica, a exemplo do ácido linoleico conjugado e do ômega-3.

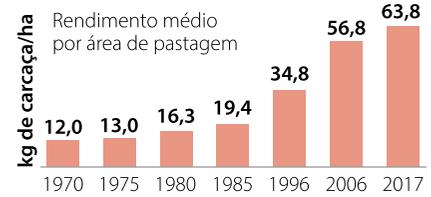
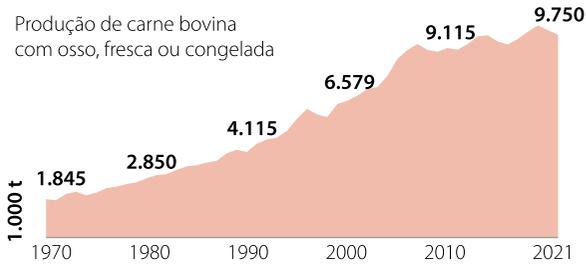
A restrição da carne bovina na dieta pode implicar perda na qualidade de vida, mesmo que essa restrição não esteja gerando qualquer outro problema de saúde mais grave, como a anemia. Além disso, a carne bovina é muito

desejada, como revela o aumento de seu consumo pelas populações, de um modo geral em resposta imediata ao aumento de renda. A carne bovina destaca-se, ainda, por poder ser servida todos os dias sem haver reclamação de estar sendo repetida.

A qualidade da carne bovina é influenciada por inúmeras e complexas características. A aparência visual é determinada pela apresentação e pelo aspecto da carne, cuja coloração clássica é vermelho-intensa. Do ponto de vista gustativo, considera-se a sensação de prazer durante o consumo, o qual é especialmente associado à maciez da fibra muscular e à suculência, em razão da presença de gordura.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CARNE BOVINA



VERSATILIDADE



Alimentos



Confecção de vestuário e acessórios



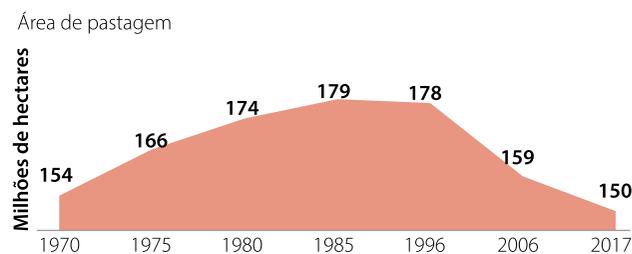
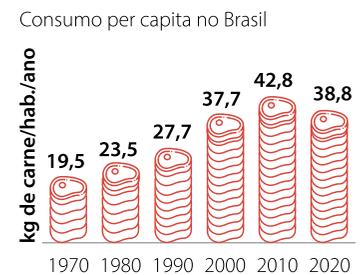
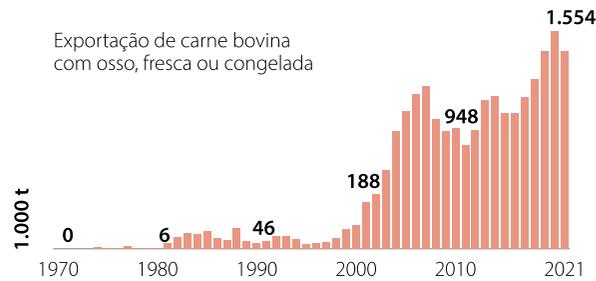
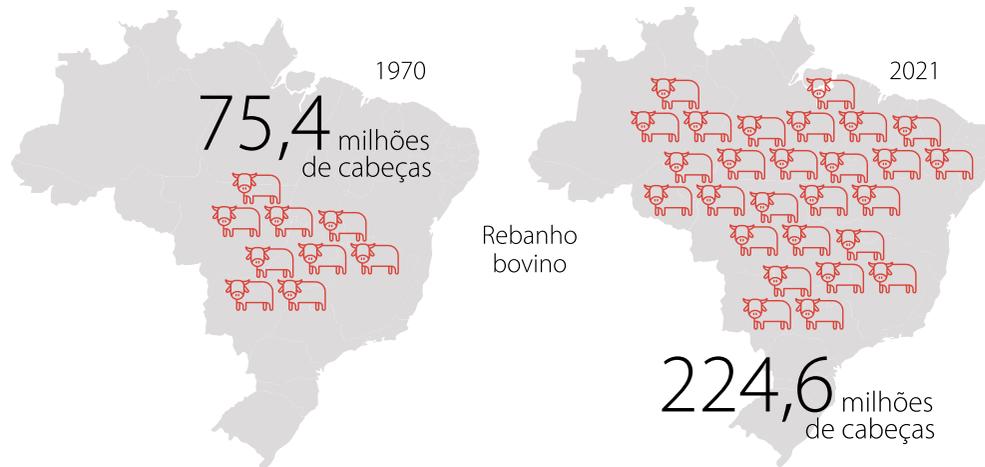
Fabricação de mercadorias de couro



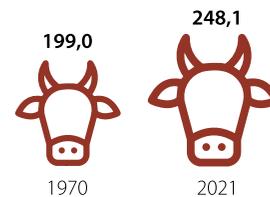
Indústria de cosméticos e higiene pessoal



Indústria farmacêutica



Peso de carcaça (kg/cabeça)



Fonte: Adaptado de IBGE (2017) e FAO (2021).

Produtividade, sustentabilidade e qualidade

A criação de gado bovino no Brasil foi iniciada com animais taurinos trazidos da Península Ibérica pelos colonizadores, os quais, depois de adaptados, deram origem às raças denominadas “crioulas” ou “taurinas localmente adaptadas”.

Os zebuínos entraram no País, vindos da Índia, somente a partir do século XIX. Até o início dos anos de 1970, os mestiços zebuínos e desses com as raças crioulas compunham a maioria do nosso rebanho.

Os trabalhos de melhoramento genético se restringiam à coleta de dados de genealogia e de provas zootécnicas, as quais foram implantadas no final dos anos 1960. A seleção de reprodutores era feita com base em características do biótipo animal, de acordo com o padrão racial. A reprodução se fazia por monta natural, enquanto a inseminação artificial apenas dava os seus primeiros passos.

A pecuária era mais desenvolvida nos biomas Pampa e Pantanal, com pastagens nativas de boa qualidade. Em áreas mais férteis, por exemplo, com capins do tipo jaraguá, gordura e colônia, o gado ganhava peso no verão, mas perdia boa parte dele na época seca seguinte. A grande fronteira a ser conquistada era o Cerrado, com solos ácidos e de baixa fertilidade, cujas pastagens naturais eram nutricionalmente muito pobres.

Com baixos índices de desempenho, a produção sequer atendia a demanda do País, que apresentava um consumo de meros 18 kg de carne por habitante por ano.

Evolução

Felizmente, nos últimos 50 anos, várias foram as tecnologias incorporadas nos sistemas de produção, citando-se, inicialmente, forrageiras mais produtivas, resistentes às pragas e doenças e adaptadas a diferentes regiões e tipos de solo.

Tecnologias pioneiras foram também desenvolvidas na nutrição mineral, com pesquisas das relações solo-planta-animal. Em seguida, vieram a suplementação proteica e proteico-energética para recria e terminação intensiva a pasto e para engorda em confinamento, com o surgimento de inúmeras indústrias produtoras desses insumos.

Em genética e reprodução, progressos consideráveis foram alcançados por meio do lançamento pioneiro dos sumários de touros, matrizes e produtos, incluindo estimativas das diferenças

Com pastagens e nutrição adequada, saúde, genética animal superior e sistemas integrados, o ciclo de produção foi reduzido com expressivos ganhos em produtividade e qualidade da carne

esperadas na progênie (DEPs) e estratégias para os planos de acasalamento, pelo controle da consanguinidade e otimização dos valores genéticos dos futuros embriões. Mais recentemente, precisão cada vez maior para as DEPs tem sido proporcionada pela genômica, com reflexos positivos no melhoramento de características, tais como produtividade das matrizes, eficiência alimentar e qualidade das carcaças e da carne. Por sua vez, técnicas de inseminação artificial em tempo fixo, fecundação in vitro e transferência de embriões, outrora restritas a plantéis de seleção, chegam aos rebanhos comerciais.

Em saúde animal, salienta-se o controle estratégico de vermes gastrintestinais e de parasitos externos, tais como moscas e carrapatos. Hoje, o calendário estratégico de manejo sanitário vem possibilitando o acompanhamento do rebanho, ao longo do ano, com aplicação de vacinas contra várias doenças, conforme recomendação técnica específica para cada categoria animal.

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF) vêm sendo cada vez mais utilizados, com excelentes resultados para a conservação do solo, redução da pressão pela abertura de novas áreas e diversificação da produção. Outro ganho extraordinário é o melhor balanço na produção de gases de efeito estufa, especialmente pelo carbono armazenado nas árvores e raízes das pastagens, base dos sistemas Carne Carbono Neutro e Carne de Baixo Carbono – tecnologias pioneiras e genuinamente brasileiras. Além desse ganho direto, salienta-se o



bem-estar animal proporcionado pelo ambiente natural das pastagens e pela sombra das árvores.

Com pastagens e nutrição adequada, saúde, genética animal superior e sistemas integrados, o ciclo de produção foi reduzido com expressivos ganhos em produtividade e qualidade da carne produzida.

Liderança mundial

Com a estimativa de 224,6 milhões de cabeças em 2021, 82% das quais destinadas à produção de carne, o rebanho

brasileiro mais do que dobrou em relação aos anos 1970. Além disso, foram verificados, nesse período, ganhos excepcionais em diversos índices zootécnicos que proporcionaram ao País uma conquista sem paralelo em todo o mundo.

Antes importador, o Brasil passou a ser autossuficiente na produção de carne bovina. Com 75% da produção destinada ao mercado interno, proporcionamos um consumo médio anual de 34,3 kg por habitante por ano, como observado em 2021 – um dos mais elevados do mundo. E com a produção ex-

cedente, apenas 25%, passamos à condição de maior exportador mundial, posição mantida desde 2004.

Em 2021, foram exportadas para 155 países 2,48 milhões de toneladas, o equivalente a 30,3% do comércio mundial, com receita anual de US\$ 7,4 bilhões.

Com movimentação de R\$ 913 bilhões, nesse mesmo ano, a cadeia produtiva, além de garantir segurança alimentar para a sociedade brasileira, representa uma importante fonte geradora de emprego e renda.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Framestock (AdobeStock)



Foto: Eduardo Krisztan Pedroso

Foto: Zineb Bencheikhchou



Foto: Gisele Rosso

Foto: Microgen (AdobeStock)



Foto: Eduardo Krisztan Pedroso



Carne caprina e ovina

Os ovinos e caprinos foram domesticados no Oriente Médio há 10 mil anos e chegaram ao Brasil por volta de 1500. Atualmente, a região Nordeste concentra 60% dos ovinos e 95% dos caprinos do País, sendo o maior rebanho o da Bahia. A rusticidade dos caprinos e dos ovinos diante das adversidades climáticas é um diferencial.

No Brasil, o consumo de carne ovina e caprina tem por base o regionalismo. Os estados da região Sul e Nordeste são os maiores consumidores. Lideram o consumo no Brasil a pernambucana Petrolina e a baiana Juazeiro, que apresentam consumos médios per capita anual da carne ovina e caprina acima de 11 kg. Carnes ovinas e caprinas com

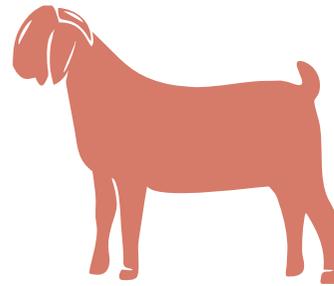
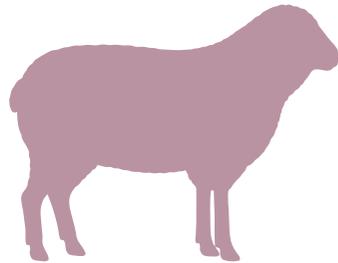
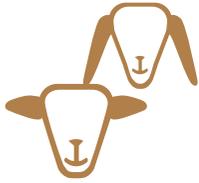
alto padrão de qualidade estão conquistando consumidores de restaurantes e boutiques especializadas.

As carnes ovinas e caprinas são saborosas, macias e suculentas e se destacam principalmente por seu alto valor nutricional. Excelentes fontes de proteína (18%–24%), contêm todos os aminoácidos necessários para o crescimento e a manutenção do corpo. São ricas em vitaminas e minerais (vitaminas B12, B3, selênio, zinco, fósforo, cálcio, ferro, além de nutrientes antioxidantes e bioativos como creatina e taurina), que garantem a quem as consome mais do que alimento: nutrição de qualidade. O baixo teor de colesterol da carne caprina torna o alimento benéfico à saúde,

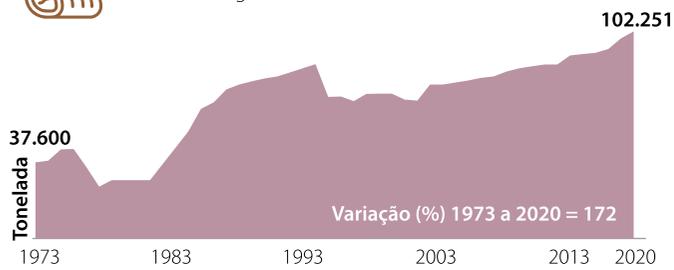
reduzindo risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares. Os ácidos ômega 3 e 6 da carne têm papel anti-inflamatório e conferem resistência imunológica.

As carnes ovina e caprina são valorizadas nos seus mais variados tipos de corte e preparo e privilegiam preferências regionais, tendências de mercado e tradições culturais. Destacam-se os cortes do tipo americano, desossado e recheado, ou nos cortes para bifés, ingredientes de hambúrguer, linguiças e salames. As carnes preferidas do mundo árabe têm mercado certo entre esses tradicionais consumidores e a cada dia que passa vêm sendo descobertas por um público que aprecia seu valor como alimento.

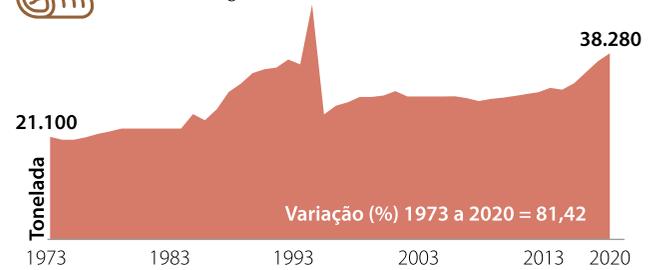
CARNE CAPRINA E OVINA



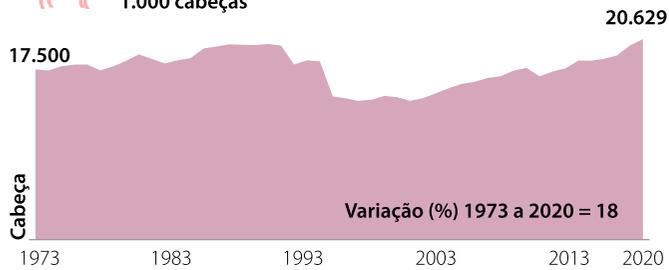
Produção de carne ovina, fresca ou refrigerada no Brasil



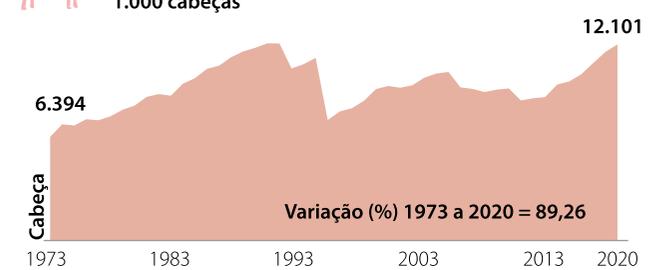
Produção de carne caprina fresca ou refrigerada no Brasil



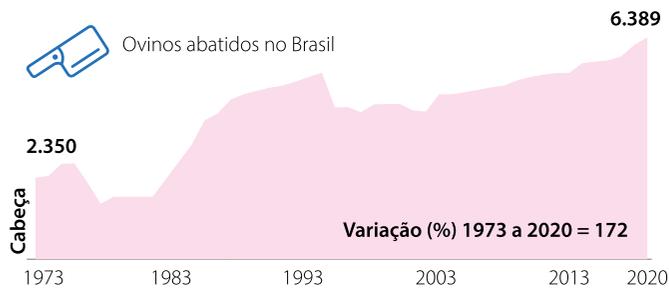
Rebanho ovino no Brasil
1.000 cabeças



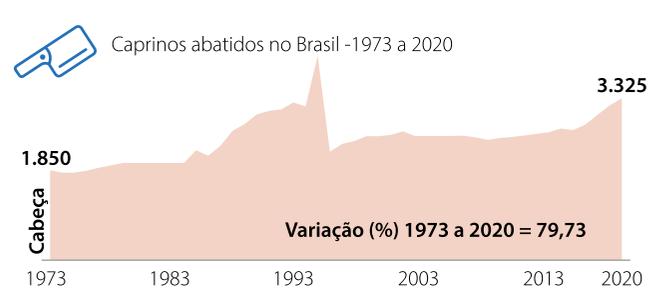
Rebanho caprino no Brasil
1.000 cabeças



Ovinos abatidos no Brasil



Caprinos abatidos no Brasil - 1973 a 2020



Fonte: Adaptado de FAO (2021).

Oferta constante e de qualidade

Há 50 anos, as carnes ovina e caprina eram opções proteicas especialmente na região Nordeste do Brasil para autoconsumo de populações em zonas rurais. A comercialização podia ser feita de duas formas: animal inteiro ou meia carcaça. Uma das primeiras intervenções tecnológicas, há 40 anos foi a proposição de cortes especiais, que resultam em peças menores e individualizadas que facilitam a comercialização.

As carnes ovina e caprina sempre tiveram uma demanda reprimida de mercado interno e externo não atendida. A produção basicamente para autoconsumo se limitava por desafios tecnológicos, como estacionalidade de oferta de forragem, elevada idade de abate e enfermidades que causavam altas perdas produtivas. Os desafios para além das tecnologias estavam na necessidade de formalização dos abates, na disponibilidade de frigoríficos em locais onde se concentravam os maiores rebanhos, bem como na melhoria da organização dos produtores a fim de que pudessem ofertar animais em quantidade, qualidade e frequência necessárias para atender ao mercado.

Mudança no perfil dos animais

A ciência de alimentos transformou a carne de animais velhos em novos e valiosos produtos, constituindo uma alternativa econômica e viável. Nos últimos 10 anos, estudos para novos produtos cárneos destinados ao mercado consumidor cresceram. A partir de estudos científicos das características organo-

lépticas e culturais, a indicação geográfica de carnes para territórios dos biomas Pampa e Caatinga pôde se tornar possível, assim como novas marcas e selos especiais para essas carnes.

A ciência contribuiu para definir estratégias de alimentação, reduzindo os efeitos da estacionalidade de produção de forragem na produção de ovinos e caprinos para garantir a oferta constante de carne, além de mitigar até 53% das emissões de metano com raças adaptadas a ambientes mais suscetíveis aos câmbios climáticos. Com a seleção de animais melhorados, a idade de abate reduziu de 1 ano e meio para menos de 6 meses, além de proporcionar melhoria na maciez e no sabor da carne. As estratégias de controle sanitário estabelecidas reduziram resíduos e permitiram carne de melhor qualidade. Além disso, novos produtos foram desenvolvidos, como salames, hambúrgueres e linguiças, o que agregou valor à carne e permitiu ampliar acesso a merca-

Com a seleção de animais melhorados, a idade de abate reduziu de 1 ano e meio para menos de 6 meses, além de proporcionar melhoria na maciez e no sabor da carne

dos. Esses estímulos contribuíram para que os rebanhos ovinos aumentassem, bem como o número de estabelecimentos com ambas as espécies, abrindo novas oportunidades de produção no meio rural, especialmente nos estados do Nordeste brasileiro, caracterizados pelo clima semiárido e por poucas opções de emprego e renda.

Status de carnes nobres

Ao longo dos últimos 20 anos, com o advento de programas de culinária e com os influenciadores que atuam nesse segmento por meio das redes sociais, as carnes ovina e caprina ganharam status de carnes nobres, e novos consumidores se juntaram aos tradicionais, aumentando a demanda. Os novos consumidores estabeleceram padrão de consumo e qualidade diferentes, o que determinou a criação e a adaptação de frigoríficos para abater esse tipo de animal. A ciência, à frente da demanda de mercado, já dispunha de formas mais eficientes de produzir carne ovina e caprina, bem como de técnicas de processamento e preparo do alimento de grande utilidade para atender aos nichos de mercado emergentes. Os produtores foram estimulados a se organizar no intuito de gerar um excedente do autoconsumo para comercialização da carne com valor agregado, servindo de fonte de renda e desenvolvimento. Nesse período, houve estímulo por meio de políticas governamentais para a abertura de frigoríficos, a fim de que fosse possível atender às demandas do mercado formal de consumo de carne ovina e caprina.

Foto: Marcelino Ribeiro



Desafio da padronização

O Brasil importa por ano em torno de 6 mil toneladas de carne ovina. Por sua vez, surgem oportunidades nos mercados externos para o produto nacional, demonstrando o alto potencial para gerar renda e riquezas. A organização dos produtores para o fornecimento de um produto padronizado para frigoríficos é um dos grandes desafios, sendo a for-

malização do abate um aspecto-chave para a superação.

Sistemas de produção mais eficientes no uso dos recursos naturais têm evoluído a ponto de permitirem a produção de carne ovina e caprina com baixa emissão de carbono. Do ponto de vista tecnológico, sistemas sustentáveis de produção têm evoluído a partir do trabalho de equipes multidisciplinares

que empenham esforços para disponibilizar material genético animal e vegetal, adaptados e produtivos, com estratégias de manejo mitigadoras de gases do efeito estufa, em condições que priorizem o bem-estar animal e a disponibilização para o mercado consumidor de um alimento seguro, nutritivo e sustentável, com o uso eficiente dos recursos naturais.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Luiz Gonzaga Pinto de Queiroz



Foto: Gisele Rosso

Foto: StockImageFactory (AdobeStock)



Foto: Fernando Brito

Foto: Gentil Barreira



Foto: M.studio (AdobeStock)



Carne de frango

A domesticação da galinha iniciou-se há cerca de 8 mil anos e as atuais raças são originárias da espécie asiática selvagem *Gallus gallus*. No Brasil, a produção de aves começou com as raças trazidas pelos colonizadores portugueses. Porém, a partir de 1975, a avicultura de corte se consolidou no mundo como uma importante fonte de proteína animal. Em média, o frango de corte é abatido aos 42 dias de idade, pesando cerca de 3,0 kg e com até 75% de rendimento de carcaça. O corte de maior rendimento é o peito, representando cerca de 35% da carcaça. Cada 100 g de peito têm composição média de 31 g de proteína, 165 calorias e 3,6 g de gorduras totais, sendo um ótimo alimento para a nutrição humana.

Os produtos avícolas estão entre as principais fontes proteicas consumidas no mundo. É um alimento barato e versátil, que torna possível diferentes formas de preparo para consumo, e não está condicionado a aspectos religiosos ou tradições. Na culinária brasileira, o frango é muito apreciado e está presente em diversas receitas nacionais, como a galinhada, o frango assado de padaria, a coxinha, entre outros. No final do ano, as aves natalinas do tipo rooster, que são frangos geneticamente selecionados para aumentar o rendimento de carnes nobres, são consumidas também, sendo o chéster o tipo mais conhecido.

A produção de carne de frangos do Brasil obteve grande sucesso devido

a um conjunto de fatores que se iniciam na vocação agrícola do País para a produção de grãos – milho, sorgo, trigo, cevada, aveia e soja –, ingredientes utilizados na produção de rações de monogástricos, como aves e suínos. Some-se a isso a vocação brasileira para a produção de aves de forma associativa ou integrada, aliada aos programas de desenvolvimento rural sustentável do governo brasileiro, em especial do Ministério da Agricultura e Pecuária, que garante aos clientes internacionais o cumprimento das normativas do comércio internacional de proteínas animais, tanto em inocuidade como em qualidade, com sistemas rastreáveis e transparentes.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CARNE DE FRANGO



A AVICULTURA DE CORTE NAS GRANJAS...

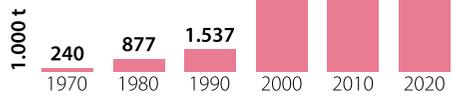
- 55** milhões de matrizes
- 22** mil granjas com produção industrial
- 52** mil pequenos produtores
- 51** mil empregos diretos formais
- 78** bilhões de reais de valor bruto da produção

...E NA INDÚSTRIA DO PAÍS EM 2020

- 6** bilhões de cabeças abatidas
- 136** abatedouros com inspeção federal
- 142** abatedouros com inspeção estadual e municipal
- 244** mil empregos diretos formais
- 83** bilhões de reais de valor bruto da produção
- 6** bilhões de dólares em exportações

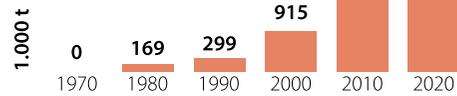
Produção

57x maior em 50 anos, crescimento médio de **8%** ao ano

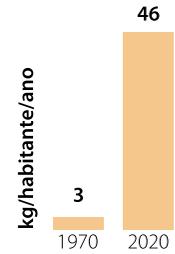


Exportação

458x maior em 45 anos, crescimento médio de **13%** ao ano

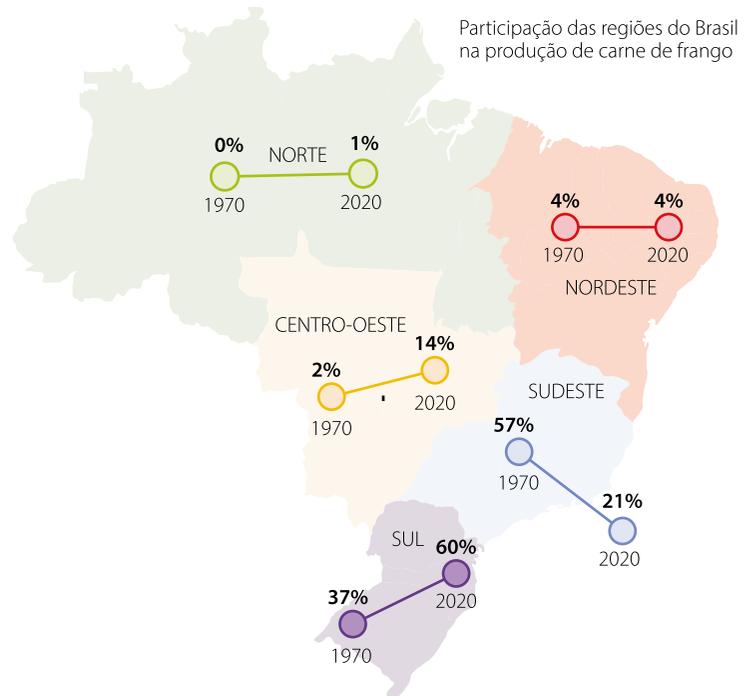


Consumo per capita



1970	2020
0% do mercado exportações	1ª colocação mundial exportações
2,3 kg de ração/kg vivo conversão alimentar	30% do mercado exportações
6,47 reais/kg no varejo* preços ao consumidor	1,8 kg de ração/kg vivo conversão alimentar
48 kg no varejo poder de compra do salário mínimo	7,72 reais/kg no varejo preços ao consumidor
	141 kg no varejo poder de compra do salário mínimo

* Corrigido pelo ICP para 2020



Fonte: Adaptado de Brasil (2017, 2023b), IBGE (2017, 2020, 2022a, 2022b, 2023), A importância (2022), Agrostat (2023), Associação Brasileira de Proteína Animal (2023), FAO (2023), Estados Unidos (2023).

Evolução gradual e consistente

A carne de frango como alimento evoluiu ao longo dos séculos tanto na forma como na escala da produção. Nos tempos antigos, as galinhas eram criadas para consumo das famílias rurais e venda de algum excedente nas feiras das comunidades. Os pratos típicos incluíam canjas para os convalescentes e frango assado para as festividades. Normalmente, utilizava-se o mesmo plantel de galinhas com essa dupla finalidade. Os machos eram engordados e abatidos para a produção de carne, enquanto as fêmeas destinavam-se à produção de ovos, permanecendo no plantel.

Com o crescimento populacional e o aumento da demanda por proteínas, os negócios das áreas rurais cresceram e a produção de frangos se especializou cada vez mais. As criações extensivas, com aves soltas e reduzido número, transformaram-se nos atuais sistemas produtivos, complexos e com grande número de aves por aviário. Os hábitos de consumo também mudaram e a carne de frango passou a ser a proteína de origem animal de consumo diário nas cidades, exigindo volume de produção, qualidade e variedade de produtos, cortes, processados e praticidade de preparo. Essa evolução passou por diferentes arranjos e modelos com intensa adoção de novas tecnologias. Essas inovações foram obtidas em vários países por instituições de pesquisa, empresas públicas e privadas. A estrutura básica do modelo de organização da produção de frangos foi desenvolvida nos Estados Unidos tendo o ano de 1920 como referência. Porém, só em 1940 as vendas de frangos ultrapassaram os volumes das criações tradicionais naquele país.

Seleção de linhagens

Expressivos investimentos em pesquisa e desenvolvimento foram realizados após a *Segunda Guerra Mundial*, em especial nos Estados Unidos, com a execução de programas para obter linhagens de frangos aperfeiçoadas para a produção de carne, com ênfase no rendimento de peito, coxas e sobrecoxas. Significativos ganhos técnicos ocorreram entre os anos de 1945 e 1955, quando foram obtidas linhagens genéticas especializadas na produção de ovos e carne. Entre 1947 e 1951, houve redução de 18% no tempo necessário para um pinto de 1 dia alcançar 1,35 kg. Os próximos 18% de ganho nessa variável demandaria mais 7 anos. Os 10 anos após o final da guerra foram de grandes avanços nas técnicas de alimentação, com rações de alta energia, novos aviá-

A avicultura do Brasil [...] apresentou rápido crescimento na produção e exportação, estando entre as melhores do mundo, e constitui uma das atividades mais avançadas da agropecuária brasileira

rios, modernização no abate, preparo e distribuição dos produtos ao mercado. Essas tecnologias possibilitaram que, entre 1920 e 1955, ocorresse redução de 30% a 40% nos preços de varejo da carne de frango, enquanto o preço das carnes vermelhas aumentava em torno de 75% a 90%.

Gestão competente

O arranjo dessa cadeia produtiva motivou também a prática da integração produtor-agroindústria, visando à melhor coordenação de um processo longo, complexo e com etapas interdependentes. Esse modelo é fundamentado em uma gestão competente de todos os elos da cadeia, da produção dos animais, passando pelo abate, processamento e comercialização dos produtos. O governo, exercendo seu papel de apoio em pesquisa e desenvolvimento, fiscalização e controle, também atua em sinergia, potencializando a sustentabilidade da cadeia produtiva e o acesso aos mercados interno e externo.

A avicultura do Brasil seguiu caminho similar ao americano, apresentou rápido crescimento na produção e exportação, estando entre as melhores do mundo, e constitui uma das atividades mais avançadas da agropecuária brasileira. A posição de destaque do Brasil como um dos maiores exportadores e produtores mundiais de proteína animal se caracteriza pela sustentabilidade. Esse é o reflexo das técnicas do melhoramento genético das linhagens, dos avanços nas áreas de nutrição, manejo, instalações, biossegurança e bem-estar das aves, entre outras que levam ao melhor de-

Foto: korhan oztunc (AdobeStock)



sempenho dos frangos e à obtenção de uma carne de qualidade. Ainda, os elos de abate, processamento e transporte dos frangos vivos, bem como os produtos para o consumo, se modernizaram, assim como a gestão e a coordenação de toda a cadeia produtiva, contribuindo para a eficiência e sustentabilidade da avicultura de corte.

Grande parte das aves são comercializadas em cortes, porém chegam ao mercado como frango inteiro ou compon-

do produtos processados. Conforme a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), do volume total produzido no País, 31% são exportados e 69% permanecem no mercado interno.

Segurança e baixo custo

O tamanho e a importância socioeconômica da avicultura no Brasil exigem permanente atenção quanto à geração e aplicação das inovações em todas as

áreas da cadeia produtiva. Avanços nas questões relacionadas à qualidade das linhagens comerciais, da nutrição animal, da biossegurança das granjas, do manejo e controle ambiental das instalações e dos equipamentos com maior capacidade de alojamento, bem como da automação de atividades antes atendidas pelo trabalho humano, contribuem para a disponibilização de um produto de qualidade, de preço acessível e saudável que ajuda a promover a segurança alimentar.

Foto: zhang yongxin (AdobeStock)



Foto: Jairo Backes

Foto: Lucas Cardoso



Foto: Grzegorz Lenkiewicz (AdobeStock)

Foto: A Certain Aesthetic (AdobeStock)



Foto: Jairo Backes



Carne suína

A carne suína é um alimento proteico e energético de altíssima qualidade nutricional com sabor diferenciado e marcante. É rica tanto em vitaminas do complexo B, sendo a principal fonte animal de tiamina (vitamina B1), quanto em minerais como zinco, potássio, sódio, magnésio e fósforo. Fácil de conservar, é a carne mais consumida no mundo, com destaque para os países europeus e os asiáticos não muçulmanos.

De origem milenar, a carne suína tem sido utilizada na alimentação dos povos desde a Idade da Pedra Polida (18000 a 5000 a.C), porém, no Brasil, ela foi introduzida quando os suínos foram trazidos por Martim Afonso de Souza em 1532, onde se popularizou por ser saborosa e de fácil produção nas fazendas.

Com a evolução, houve progresso na produção e no processamento dessa carne. Atualmente a carne suína é o produto do abate de suínos criados em granjas de produção, com técnicas de manejo para garantir a segurança do alimento e o bem-estar dos animais.

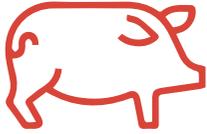
É uma carne de consumo diário, que reúne sabor, praticidade, qualidade e custo-benefício em uma única opção. Do porco se aproveitam a carne, o toucinho, a pele, o fígado, o coração, a língua, o sangue, o rabo, a orelha, o pé, a cabeça, o cérebro, os nervos, as cartilagens e as tripas, tanto para o consumo in natura quanto para alimentos preparados, como cozidos, assados/grelhados ou fritos (confit – carne na lata e torresmo), ou enchidos (morcela bran-

ca, morcela preta, queijo de porco, tripa grossa, codeguin), ou processados (presunto, mortadela, salsicha, linguiça), ou ainda na forma de curados (bacon, costeleta, salame, copa) e presunto curado tipo Jamon. Essas opções permitem a elaboração de receitas de pratos e lanches nutritivos e saborosos, entre os quais se destaca a feijoada, que é um prato da preferência nacional.

A qualidade da carne suína que chega à mesa do consumidor é resultado de esforços de diversos elos da cadeia produtiva. Essa cadeia inclui o produtor de grãos, as fábricas de rações, os produtores, os transportadores, os abatedouros e frigoríficos, o segmento de equipamentos, medicamentos, distribuição e o consumidor final.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CARNE SUÍNA



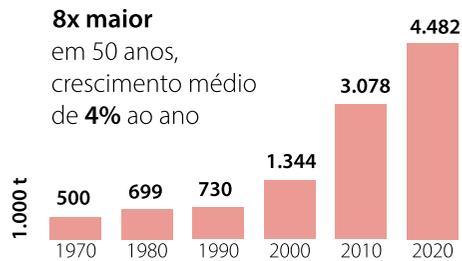
A SUINOCULTURA NAS GRANJAS...

- 2 milhões de matrizes
- 20 mil granjas com produção industrial
- 257 mil pequenos produtores
- 31 mil empregos diretos formais
- 27 bilhões de reais de valor bruto da produção

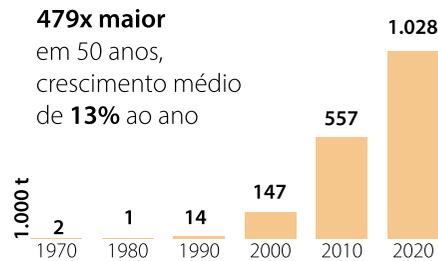
...E NA INDÚSTRIA DO PAÍS EM 2020

- 49 milhões de cabeças abatidas
- 93 abatedouros com inspeção federal
- 502 abatedouros com inspeção estadual e municipal
- 111 mil empregos diretos formais
- 52 bilhões de reais de valor bruto da produção
- 2 bilhões de dólares em exportações

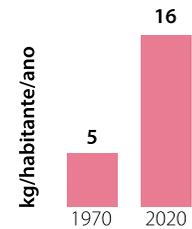
Produção



Exportação



Consumo per capita



1970

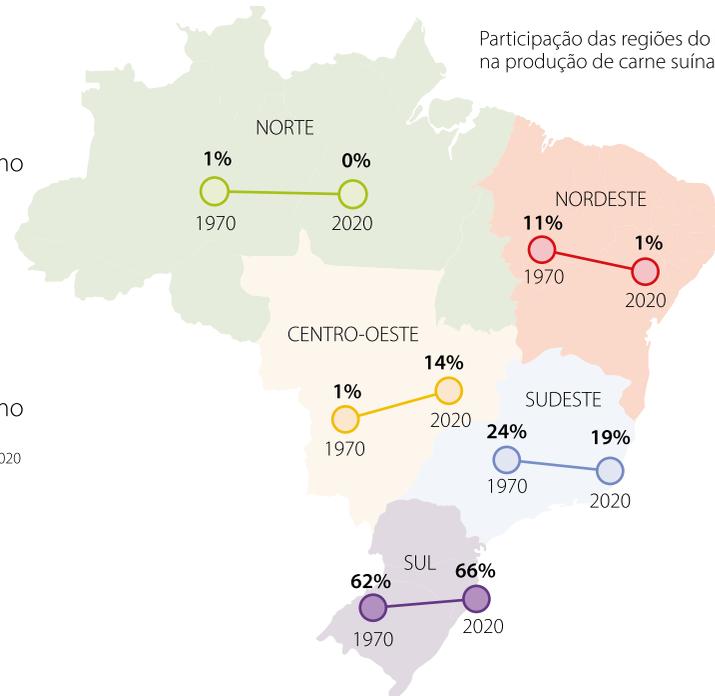
- 23ª colocação** exportações
- <1% do mercado** exportações
- 4,1 kg de ração/kg vivo** conversão alimentar
- 10,90 reais/kg no varejo*** preços ao consumidor
- 28 kg no varejo** poder de compra do salário mínimo

2020

- 4ª colocação** exportações
- 9% do mercado** exportações
- 2,5 kg de ração/kg vivo** conversão alimentar
- 19,97 reais/kg no varejo** preços ao consumidor
- 55 kg no varejo** poder de compra do salário mínimo

* Corrigido pelo ICP para 2020

Participação das regiões do Brasil na produção de carne suína



Fonte: Adaptado de Gomes et al. (1992), Brasil (2017, 2023b), IBGE (2017, 2020, 2022b), FAO (2021), Associação Brasileira de Proteína Animal (2022), Miele e Sandi (2022), Agrostat (2023), Instituto de Economia Agrícola (2023) e Estados Unidos (2023).

Mais qualidade, menor custo, menos tempo

Até a década de 1970, a carne suína era conhecida pelo excelente sabor e valor nutricional, mas as técnicas de produção eram limitadas. Isso não permitia o aumento da produção e da produtividade, a redução do custo e o controle da qualidade sanitária no mesmo nível em que era praticado em países mais desenvolvidos. As exportações eram basicamente de banha e produtos cozidos.

Existiam poucas indústrias. Elas produziam carne localmente nas regiões Sul e Sudeste e tentavam abastecer as regiões industrializadas como São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. A carne suína é rica em aminoácidos essenciais e é possível produzi-la a custo mais baixo e em menos tempo do que a carne bovina. Tais fatores, aliados às vastas áreas para cultura de milho e soja no Brasil, tornaram a produção da carne suína um negócio amplamente lucrativo que levou ao estabelecimento de várias indústrias para o suprimento do mercado interno e para exportação.

A ciência brasileira passou a investir no alimento quando as primeiras grandes indústrias de carne suína se estabeleceram por volta de 1960. Até então predominava o porco tipo banha. Com a importação de raças do tipo carne, além das pesquisas de novos métodos de criação, iniciaram-se os estudos sobre qualidade da carne e da gordura.

Sanidade e qualidade

Os grandes desafios foram a mudança genética e de sistema de produção e de alimentação, bem como a adequação

das indústrias visando à melhoria dos procedimentos para garantir a sanidade e a qualidade da carne.

Na parte de produção, houve grande ganho com a formação de plantéis de raças puras e com o melhoramento genético, além do estudo de práticas de produção e do manejo para aumento do rendimento.

Com a criação da Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS), em 1958, teve início o controle genético dos suínos. Piau e Moura foram as primeiras raças nacionais registradas no Pig Book Brasileiro (PBB) em 1959. Iniciou-se a importação de raças exóticas (Duroc, Wessex, Hampshire, Berkshire, Poland China, Large Black, Montana, Tamworth, Landrace, Large White e Pietrain) para melhorar a produtividade da criação e aumentar a produção de carne, uma vez que a banha, principal produto das raças nacionais, começava a perder espaço para os óleos vegetais. Na década de 1970, iniciaram-se as primeiras inseminações artificiais, visando à disseminação do material genético.

Estão surgindo
tecnologias
voltadas à
otimização do
uso da água
e dos dejetos
e demais
resíduos

Com a criação da Embrapa em 1973, teve início uma nova fase na suinocultura brasileira. Surgiram ferramentas para avaliação bromatológica dos alimentos, estimativas das exigências nutricionais por fases da vida dos suínos, com o objetivo de melhorar a qualidade da carne e da gordura, reduzir o impacto poluente dos dejetos, aprimorar os cruzamentos e os sistemas de produção (suínos ao ar livre, suínos confinados), buscando produtividade e rentabilidade dos produtores e das agroindústrias.

Biossegurança

A pesquisa desenvolveu sistemas de biossegurança para o controle das doenças da produção, como a diarreia pós-desmame, a claudicação, as infecções do aparelho urinário das porcas, bem como para a identificação de fatores de risco para as criações, além de protocolos para controle e diagnóstico de várias doenças: colibacilose, leptospirose, rinite atrófica, endoparasitoses, ectoparasitoses, pneumonia enzoótica, pleuropneumonia suína, doença de Aujeszky, coronavírus respiratório, gastroenterite transmissível, influenza (H3N2 e H1N1), circovirose suína, doença respiratória e reprodutiva dos suínos, entre outras. Além disso, foram desenvolvidos kits de diagnóstico para o vírus da doença de Aujeszky e sua erradicação em Santa Catarina e estabelecida parceria para a criação do Centro de Diagnósticos de Sanidade Animal (Cedisa) para os produtores e empresas.

Outras novidades foram as metodologias e os processos para identificação e controle da infecção por *Salmonella* em

Foto: Nelson Morés



rebanhos e para nova regulamentação para inspeção sanitária em frigoríficos de suínos, visando à segurança da carne produzida.

Novas tecnologias

Mais recentemente, passaram a ser desenvolvidos projetos de instalações e equipamentos, além de tecnologias

para melhorar o controle da ambiência e o bem-estar dos suínos e dos trabalhadores das granjas. Estão surgindo tecnologias voltadas à otimização do uso da água e dos dejetos e demais resíduos, para permitir a operação de forma mecanizada/automatizada com geração de energia (via biogás) e a biofertilização de lavouras e pastagens, bem como ao apoio a políticas públicas de

licenciamento ambiental e mitigação dos gases de efeito estufa.

Assim, a pesquisa vem atuando em todos os elos dessa cadeia, apoiando o produtor e as agroindústrias na busca de soluções e tecnologias para garantir oferta de carne de qualidade, seguindo as normas de produção, sanidade, sustentabilidade e inspeção definidas pelo governo e exigidas pelo consumidor.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Jairo Backes



Foto: Jairo Backes

Foto: V&P Photo Studio (AdobeStock)

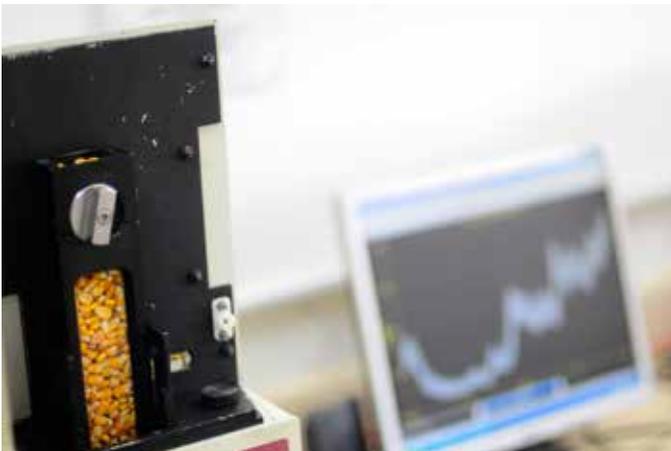


Foto: dashu83 (AdobeStock)

Foto: bit24 (AdobeStock)



Foto: Jairo Backes



Castanha-do-brasil

A castanha-do-brasil é um alimento rico em proteína e minerais, consumido in natura ou desidratada. Elemento forte da sociobiodiversidade amazônica, essa amêndoa é conhecida como castanha-do-pará e, mais recentemente, como castanha-da-amazônia. Internacionalmente é chamada de *Brazil nut*.

Consumida pelos habitantes da Amazônia desde tempos remotos, fragmentos de castanha foram encontrados no abrigo da Pedra Pintada em Monte Alegre, Pará, cujas pinturas rupestres datam de pelo menos 10 mil anos. Quando os primeiros colonizadores portugueses chegaram às terras amazônicas e conheceram a anhaúba, como era chamada pelos povos indíge-

nas, a castanha passou a integrar a dieta dos colonizadores, que a batizaram de castanha-do-brasil.

Além do uso na alimentação e na culinária, dela se extraem o leite e o óleo, ambos utilizados como alimento e também em fitocosméticos. A castanha apresenta em sua composição oito aminoácidos essenciais à dieta humana, o que é raro em alimentos de origem vegetal. Além disso, é fonte de selênio, o que permite enquadrá-la no grupo de alimentos funcionais.

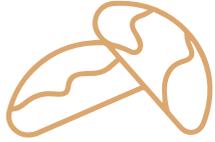
A castanha é fruto da castanheira (*Bertholletia excelsa*), árvore frondosa, nativa da Amazônia, que chega a alcançar mais de 50 m de altura e tem um longo ciclo de vida. É uma gigante da

floresta, símbolo da região, tendo seu corte proibido por lei em florestas naturais desde 1994. A espécie ocorre em uma grande faixa na margem sul do bioma, do estado do Maranhão até a Bolívia e o Peru. Ocorre também em menor proporção na calha norte do Amazonas e no Escudo das Guianas, abrangendo Suriname, Guiana e Brasil.

A castanheira tem madeira de excelente qualidade para a construção civil e naval e para a fabricação de celulose; sua casca é utilizada tradicionalmente para o preparo de chá medicinal e para produção de estopa para barcos; o óleo é utilizado nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética; e é dentro do fruto de casca dura, chamado ouriço, que está a amêndoa ou castanha.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CASTANHA-DO-BRASIL



ALIMENTO DE ALTO VALOR NUTRICIONAL

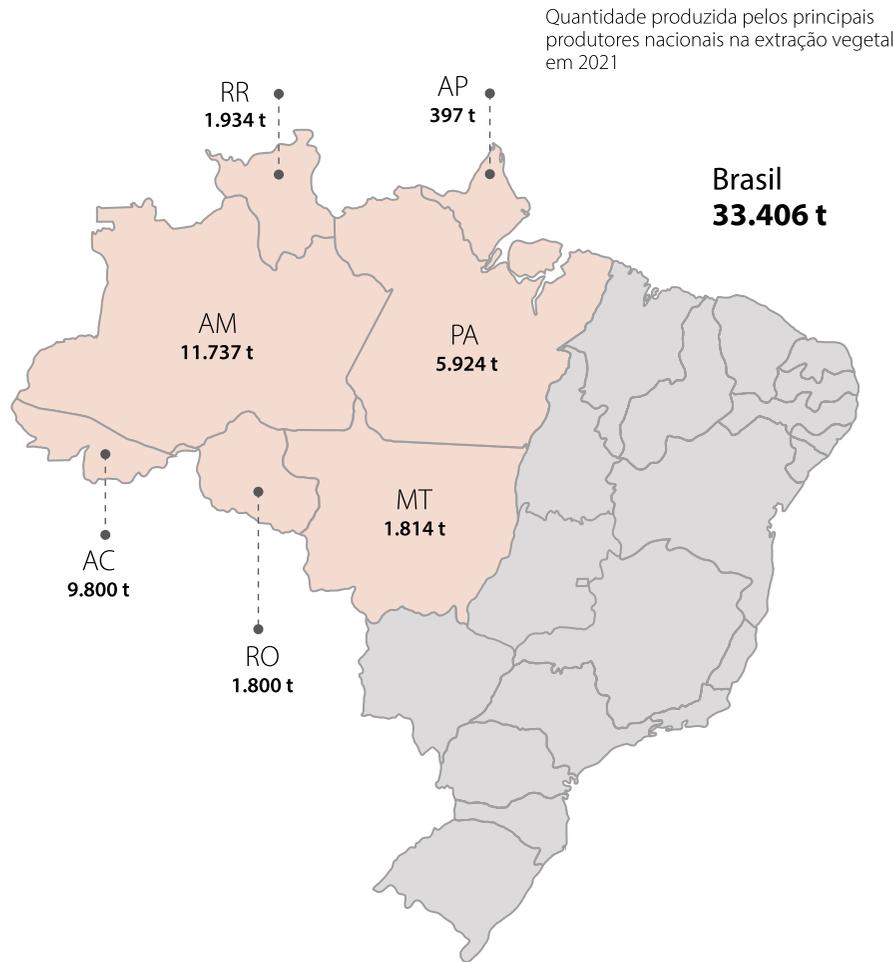


A castanha-do-brasil apresenta em sua composição os oito aminoácidos essenciais à dieta humana

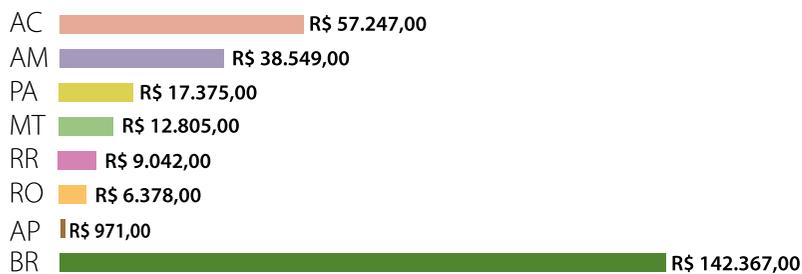
ÓLEO DA AMAZÔNIA



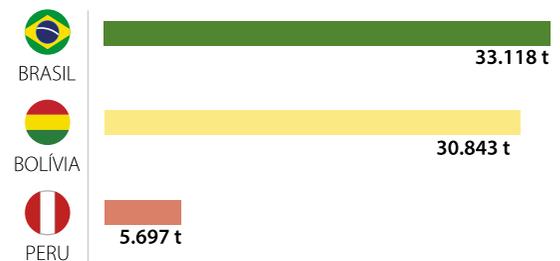
Consumido como alimento, o óleo de castanha também é muito utilizado na indústria farmacêutica e cosmética



Valor da produção na extração vegetal em 2021 (R\$1.000,00)



Quantidade produzida pelos principais produtores mundiais em 2020



Fonte: Adaptado de FAO (2022), IBGE (2022e) e Comex Stat (2023).

A domesticação da castanheira

O Brasil é o país que mais produz informação científica sobre a castanheira-do-brasil. Embora a Bolívia seja o principal exportador do produto e apresente todos os “elos” da cadeia de produção, cabe salientar que o Brasil é o maior produtor mundial e o país onde a cadeia produtiva da castanha é mais expressiva, sendo também um importante consumidor do produto.

Nos últimos 50 anos, o interesse pela pesquisa com a castanheira aumentou significativamente. Após 1990, com destacado pico de publicações em 2019, foi demonstrado crescente interesse pelo tema. Os principais temas dos estudos são os seguintes: Nutrição e Saúde; Segurança e Tecnologia dos Alimentos; Sustentabilidade e Conservação; Manejo e Produção; Genética e Biotecnologia; e Botânica e Biologia Vegetal.

Especialistas reconhecem que, para aumentar a produção nacional de castanha, hoje estimada em 33 mil toneladas anuais de acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), é preciso aumentar a produção via cultivo, uma vez que o extrativismo nos castanhais nativos é limitado. As contribuições da pesquisa mais relevantes para o aumento da produção de amêndoas no País passam por práticas e métodos que só foram possíveis pelo profundo conhecimento do ciclo de vida da espécie.

Plantas seculares

A castanheira-do-brasil é uma espécie de ciclo longo, cujas características par-

ticulares limitam sua regeneração natural. A árvore dessa espécie é uma das maiores da floresta de terra firme e já foram encontrados exemplares com altura de 62 m e diâmetro de 4,2 m. Nesse caso, são plantas seculares, com idade estimada em torno de mil anos. A copa é exuberante e possui a forma de um rim, daí ser classificada como reniforme. O caule é vigoroso, retilíneo e produz madeira de boa qualidade. O fruto da castanheira, popularmente conhecido como ouriço, contém de 8 a 24 sementes, cujas amêndoas constituem a parte comestível do fruto.

Em áreas de floresta, a castanheira demora para frutificar. Estudos em castanhais nativos apontam cerca de 80 anos para uma castanheira iniciar sua produção de frutos. A regeneração natural é facilitada em áreas de clareiras, quando há entrada de luz. Além disso, as sementes são muito saborosas e mesmo depois de germinadas atraem roedores e outros animais por continuarem aderidas à planta por um longo período.

Os primeiros clones, selecionados tanto em áreas de cultivo como em castanhais nativos, já estão sendo avaliados em campo

Mais produção

As Unidades da Embrapa na Amazônia têm desenvolvido, ao longo dos tempos, atividades de pesquisa e desenvolvimento, com o objetivo de domesticar a *Bertholletia excelsa*, ou seja, adaptar a espécie às necessidades humanas. Ao mesmo tempo, têm procurado tornar o extrativismo mais eficiente, indicando procedimentos adequados de coleta dos frutos e secagem das castanhas para proporcionar aos consumidores um alimento seguro, sem contaminantes de origem biológica. O que se busca com a domesticação da espécie é a complementação do extrativismo, pois tanto as atividades de extrativismo como as de cultivo têm o seu espaço garantido no mercado.

As pesquisas que visam à completa domesticação da castanheira-do-brasil abrangem tanto aspectos relacionados com a biologia da planta, como o desenvolvimento de métodos eficientes de produção de mudas. A germinação lenta e desuniforme foi superada com um método simples e acessível a qualquer produtor de mudas: a remoção da casca das sementes. O método faz com que as sementes germinem 30 dias após a semeadura, obtendo-se, de 5 a 6 meses após a semeadura, porcentagem de germinação próxima a 80%. No sistema tradicional de semeadura das sementes com casca, a germinação só se inicia entre 150 e 180 dias após a semeadura e se prolonga por mais de 1 ano. Outra técnica de alto impacto na domesticação da castanheira é a enxertia, que possibilita a obtenção de plantas com porte mais baixo e re-



duz pela metade o tempo para iniciar a frutificação.

No campo do Manejo e Produção, a ênfase tem sido dada às pesquisas, em que é feita a seleção de plantas com boa produtividade de frutos e com amêndoas de qualidade. Os primeiros clones, selecionados tanto em áreas de cultivo como em castanhais nativos, já estão sendo avaliados em campo, o

que possibilitará, no futuro, o lançamento de variedades clonais competitivas.

Superalimento

Na área da Saúde e Nutrição, a ciência já apontou que a castanha apresenta em sua composição aminoácidos e é fonte de vitaminas e de elementos bioativos e antioxidantes, sendo um alimento

de excepcional qualidade nutricional. A amêndoa desidratada possui em torno de 17% de proteína, cerca de cinco vezes o conteúdo proteico do leite bovino in natura. Além disso, possui alto teor (67%) de gordura boa para a saúde. Duas castanhas-do-brasil equivalem ao consumo de 100 µg de selênio na forma de selenometionina, que é a forma como o elemento é fornecido nos suplementos alimentares.

Foto: Sigilia Souza



Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Priscila Viudes



Foto: Ronaldo Rosa

Foto: Tomas May





Cebola

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças cultivadas mais importantes e de mais ampla difusão no mundo. Os bulbos podem ser amarelos, brancos ou vermelhos; mais pungentes ou menos pungentes; mais adocicados ou menos adocicados; e podem variar quanto ao teor de compostos bioativos.

É extremamente versátil em termos alimentares e culinários, sendo utilizada para consumo in natura na forma de saladas, de temperos ou processada.

Apesar de o teor proteico da cebola ser semelhante ao de várias outras hortaliças, seu valor alimentar é baixo e seu uso é mais condimentar. Por sua vez, o valor terapêutico da cebola e de outras

aliáceas hortaliças é conhecido de longa data.

Não é mais possível encontrar cebolas silvestres, o que impossibilita estabelecer o centro de origem da espécie. Contudo, botânicos sugerem como provável centro de origem as áreas desérticas que englobam regiões do atual Paquistão, Afeganistão e Irã.

Os primeiros registros do cultivo da cebola datam de cerca de 4 mil anos e foram encontrados no Egito, indicando que a domesticação da cebola pode ter ocorrido há cerca de 5 mil anos.

A cebola figura entre as primeiras plantas cultivadas introduzidas na América a partir da Europa, trazida inicialmente

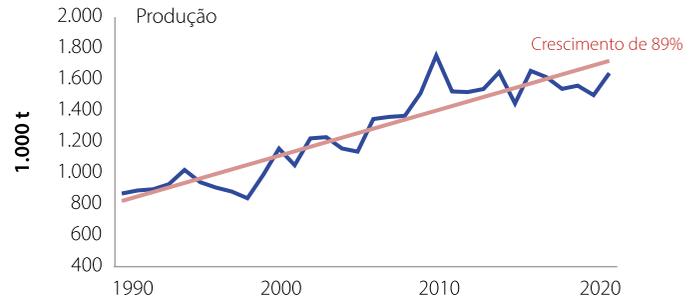
por Cristóvão Colombo para o Caribe no século XV.

O início do cultivo da cebola no Brasil ocorreu com a colonização portuguesa, e seu cultivo na costa brasileira é conhecido desde o século XVI. Durante o século XVIII e início do século XIX, expandiu-se após a chegada de imigrantes açorianos que colonizaram a região de Rio Grande e Pelotas, no Rio Grande do Sul, e de Itajaí, em Santa Catarina.

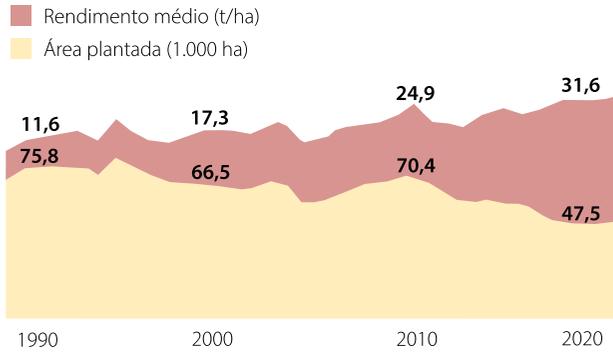
Hoje, devido à sua grande extensão territorial e diversidade de clima, o Brasil é capaz de proporcionar diversas safras de cebola ao longo do ano, que atendem grande parte do consumo interno. A importação ocorre apenas ocasionalmente.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

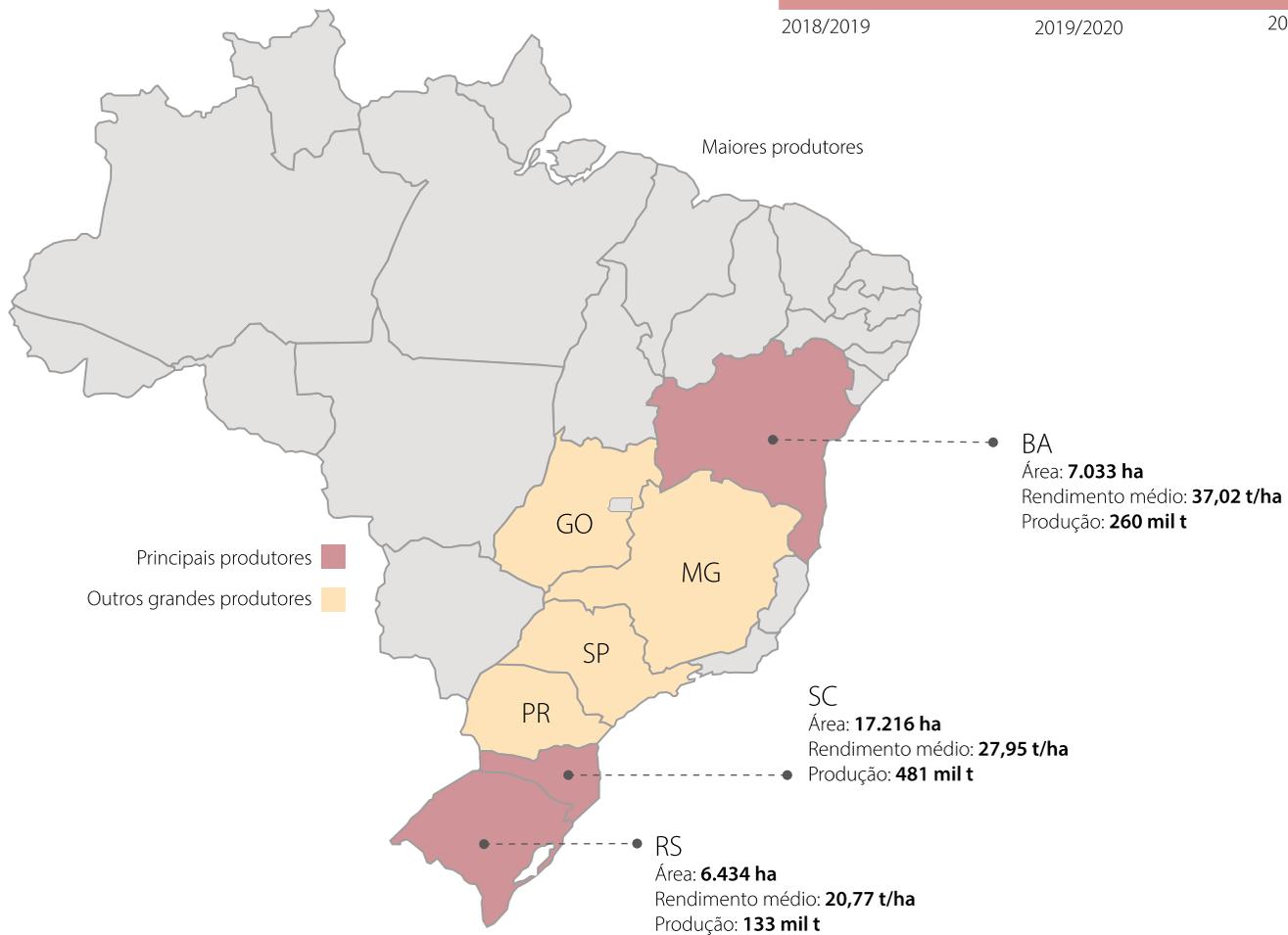
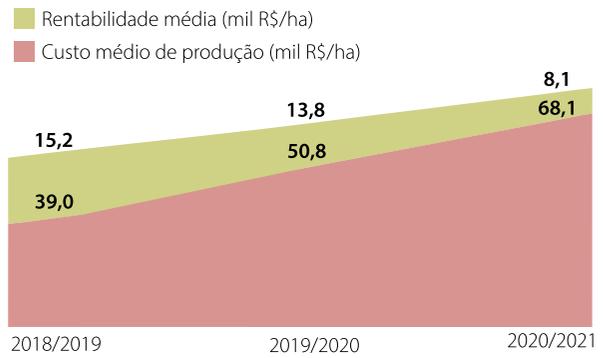
CEBOLA



Área semeada e rendimento médio



Custo de produção e rentabilidade



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b), Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2023b), Comex Stat (2023).

Em todo o País, mais produção, mais produtividade

A exploração comercial da cebola no Brasil se iniciou provavelmente na década de 1930 e, até o fim da década de 1940, a quase totalidade da produção esteve concentrada no Sul e no Sudeste. A cebola só começou a ser produzida no Nordeste em meados da década de 1940.

Ainda nessa década, a adaptação das cebolas introduzidas por imigrantes portugueses e açorianos no Sul do País acelerou. Foram criados os três primeiros programas de melhoramento genético de cebola no Brasil, um sediado no Rio Grande do Sul e dois em São Paulo, visando à adaptação da cultura às regiões de menores latitudes.

Consolidação de novas áreas

Nas décadas de 1970 e 1980, outros sete programas, incluindo os da Embrapa, foram criados. Com eles, áreas de produção fora do eixo Sul-Sudeste se consolidaram, com destaque para a região Nordeste, onde os trabalhos de melhoramento genético liderados pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) viabilizaram o cultivo da cebola na região do Vale do Rio São Francisco.

Cultivares mais produtivas, mais precoces, adaptadas a altas densidades, mais resistentes a doenças e ao tripses, adaptadas aos dias curtos e quentes, adaptadas ao verão tropical, de bulbos padronizados e com maior conservação pós-colheita foram disponibilizadas ao longo dos últimos 50 anos pela ciência brasileira.

Controle de plantas daninhas

Também foram importantes os trabalhos de pesquisa com produção e qualidade de sementes, produção de mudas e bulbinhos, semeadura direta, sistema de plantio direto, plantio direto em hortaliças (SPDH), solos e nutrição, manejo de plantas daninhas, manejo de irrigação, manejo de doenças e do tripses e manejo pós-colheita. Merecem destaque ainda as pesquisas com manejo de plantas daninhas, as quais viabilizaram a adoção do método de semeadura direta da cebola, impulsionando a produção de cebola no Cerrado; e as pesquisas com manejo da irrigação e fertirrigação, fundamentais para a manutenção e até expansão da produção da cebola em áreas com restrição hídrica.

O substancial aumento na produção de cebola obtido pelo Brasil nos últimos 49 anos ocorreu quase exclusivamente em decorrência do aumento da eficiência produtiva

Todo esse avanço promovido pela ciência brasileira elevou consideravelmente a produção de cebola no País. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre produção, produtividade e área colhida de cebola ao longo dos últimos 49 anos (1973 a 2021), em cinco décadas a produção decenal média brasileira quase triplicou, saltando de 5,47 mil toneladas no período 1973–1981 para 1,57 milhão de toneladas na década 2012–2021. A produção anual mais que quintuplicou no período, passando de 3,06 mil toneladas em 1973 para 1,64 milhão de toneladas em 2021.

A área colhida média, que foi de 61.459 ha no período de 1973–1981 e chegou a 70.728 ha na década 1982–1991, foi de 52.743 ha na última década, uma redução de 25,4%. Por sua vez, a produtividade média saltou de 8,7 t/ha no período 1973–1981 para 30,0 t/ha na década 2012–2021, um aumento de 244,8% em 49 anos. Ou seja, o substancial aumento na produção de cebola obtido pelo Brasil nos últimos 49 anos ocorreu quase exclusivamente em decorrência do aumento da eficiência produtiva.

Produção em todas as regiões

Hoje, a cebola é produzida em todas as regiões brasileiras. Desde o início da exploração comercial de cebola no Brasil, a região Sul tem-se mantido como líder na produção nacional. Essa posição de destaque se consolidou nas últimas

Foto: oticki (AdobeStock)



4 décadas, com cerca de 50% da produção brasileira.

A eficiência produtiva foi a propulsora do aumento de produção ao longo dos últimos 49 anos nas quatro principais regiões brasileiras. Mas, apesar da relativa rusticidade da cultura, a combinação de alta umidade e alta temperatura ainda dificulta a produção da cebola no período de primavera-verão no Centro-Sul e nos estados da região Norte.

Como consequência, continuamos importando cebola para atender a demanda nos primeiros meses do ano, apesar do potencial do Brasil para a pro-

dução de alimentos. Superar esse desafio requer programas de melhoramento genético voltados à adaptação a essas condições adversas, possibilitando melhor distribuição espacial e temporal da produção.

Cultivares adaptadas precisarão agregar resistência à bulbificação precoce e, principalmente, resistência às doenças típicas de clima quente e úmido, que são as principais causas de perdas de produtividade e qualidade da cebola.

O SPDH, pelos seus inúmeros benefícios ao sistema agrícola, precisa ser

considerado como alternativa ao sistema de plantio convencional adotado para a cebola de verão, em que a excessiva pulverização do solo leva ao aumento de perdas por erosão, à redução nas taxas de germinação e emergência sob chuvas intensas e a perdas de nutrientes por lixiviação e escorrimo superficial provocado pela água das chuvas.

Combinados, cultivares adaptadas ao “plantio fora de época” e SPDH podem contribuir para melhor distribuição da produção e até eliminação da importação da cebola.

Foto: Ana Luiza Viegas



Foto: Wenderson Araújo



Foto: Ana Luiza Viegas



Foto: beerfan (AdobeStock)

Foto: Narsil (AdobeStock)





Cenoura

A cenoura (*Daucus carota* L.) é originária da região da antiga Pérsia (Oriente Médio-Ásia Central), que atualmente compreende o Irã e o Afeganistão, que atualmente ainda é o centro de diversidade genética dessa espécie.

No Brasil, há relatos de que a cenoura chegou pelo Rio Grande do Sul, trazida pelos portugueses com outras “plantas de horta”, no século XVII, onde foi cultivada e selecionada empiricamente.

A cenoura é a principal espécie da família Apiaceae. Outras espécies importantes dessa família são a mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), o funcho (*Foeniculum vulgare*), a erva-doce (*Pimpinella anisum*), o coentro (*Coriandrum sativum*) e a salsa (*Petroselinum crispum*).

Na natureza, comporta-se como planta bianual: a germinação e o desenvolvimento da planta ocorrem no primeiro ano e o florescimento e a produção de sementes no segundo ano. É uma espécie que depende do cruzamento entre plantas, e também de insetos, para polinização e produção de sementes.

A cenoura é apreciada por sua versatilidade culinária, mas o principal apelo para o consumo dessa hortaliça se deve ao alto teor de carotenoides em suas raízes (α e β caroteno), que no organismo é convertido em vitamina A. Pode ser consumida crua ou cozida, ou ainda ser adicionada como ingrediente de bolos, tortas, sucos, sopas, cremes, etc.

Comercializada principalmente a granel, em bancas de supermercados e feiras, essa hortaliça também pode ser

encontrada na forma raízes inteiras em bandejas, ou processadas nas formas de cubos, rodelas ou ralada. No caso da cenoura processada, a principal forma encontrada são as cenouras tipo *baby carrots*.

Hoje, a cenoura, que inicialmente era considerada uma cultura de inverno/outono no País, pode ser plantada também na primavera e no verão em quase todas as regiões do Brasil, garantindo ao consumidor preços estáveis e uma oferta constante desse alimento ao longo do ano.

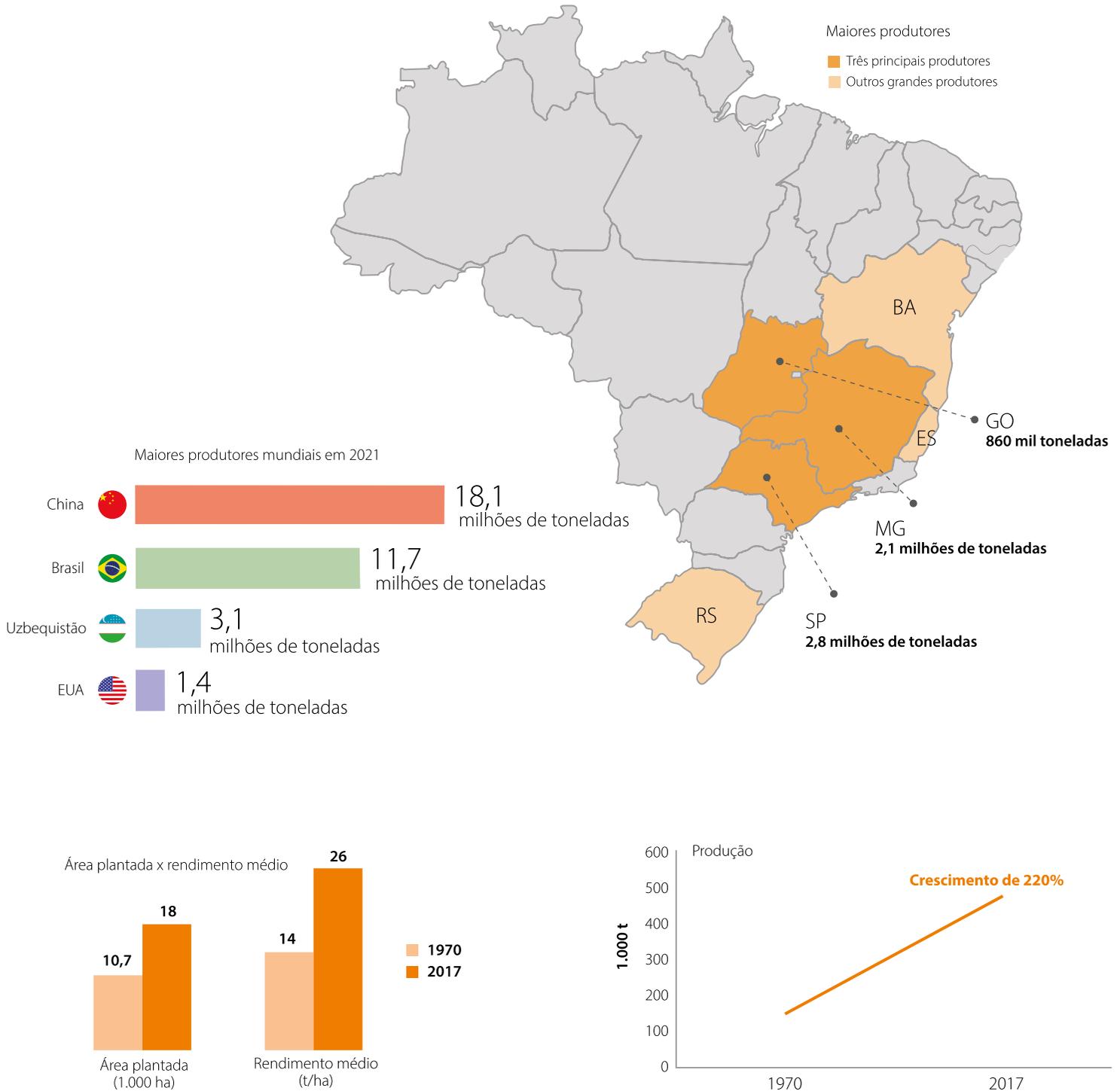
Esse fator, aliado ao preço baixo, à versatilidade culinária e à riqueza de nutrientes, torna-a muito atraente para o consumidor brasileiro, com preços acessíveis à maioria da população.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CENOURA



O Brasil tropicalizou a produção de cenoura na década de 1980. Hoje o país é autossuficiente.



Fonte: Adaptado de Camargo Filho e Alves (2005), IBGE (2017), FAO (2021) e Conab (2023a).

Mais cenoura na mesa

No fim dos anos 1970, a área estimada de cultivo de cenoura no Brasil era de 10,7 mil hectares, com produção de 150 mil toneladas anuais e produtividade média de 14 toneladas por hectare. Até então a cenoura era considerada uma cultura de inverno no País, limitada aos cultivos nas regiões frias e montanhosas do Sul e do Sudeste, nos períodos de outono e inverno. Essa limitação fazia com que a oferta e a demanda flutuassem ao longo do ano, com reflexos para os preços aos consumidores.

De forma empírica, o melhoramento de cenoura teve início nas recém-introduzidas populações trazidas pelos portugueses no século XVII. Um exemplo de melhoramento empírico em cenoura foi a introdução no estado do Paraná, na década de 1960, da população que o produtor Mitsuhiro Iwasa denominou de Londrina.

As plantas que deram origem a essa população foram trazidas do Rio Grande do Sul. Ao longo dos anos, os produtores paranaenses realizaram um trabalho de coleta de sementes das melhores plantas e conseguiram selecionar uma população com características que atendiam melhor as necessidades de mercado. Obtiveram tanto sucesso que até hoje a cultivar Londrina é mantida e cultivada por alguns produtores da região.

A “tropicalização” da cenoura

No início dos anos 1980, o grande desafio era desenvolver cultivares para semeadura nas estações da primavera e

do verão, que pudessem ser plantadas em regiões mais quentes do País.

O Programa de Melhoramento de Cenoura da Embrapa foi criado com essa finalidade, e os primeiros resultados vieram em 1981, com o lançamento da cultivar Brasília. Essa cultivar foi tão impactante para o mercado que se tornou sinônimo de cenoura de verão. Ou seja, toda cultivar de cenoura indicada para semeadura na primavera/verão é denominada cultivar do grupo Brasília.

Além de permitir a semeadura nos períodos mais quentes do ano, a cenoura Brasília também possibilitou o deslocamento da produção, antes restrita ao Sul e ao Sudeste do Brasil, para outras regiões. Com o melhoramento genético de cenoura promovido pela ciência brasileira, a produtividade da cultura, que era de aproximadamente 14 t/ha no fim dos anos 1970, praticamente dobrou nos dias atuais.

Salto de produtividade

Hoje, a cenoura é cultivada comercialmente nas regiões Sul, Sudeste, Centro-

O melhoramento genético de cenoura foi responsável pelo aumento de 90% no rendimento da cultura nos últimos 50 anos

Oeste e Nordeste do Brasil. A área comercial semeada anualmente é de aproximadamente 18 mil hectares, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). A produção é de aproximadamente 480 mil toneladas por ano, gerando um valor de produção de mais de R\$ 300 milhões.

Verifica-se, portanto, que o melhoramento genético de cenoura foi responsável pelo aumento de 90% no rendimento da cultura nos últimos 50 anos. A disponibilidade de cenoura também cresceu com o aumento das épocas de semeadura e aberturas de novas áreas de produção. Além disso, a possibilidade de semeadura em qualquer época do ano possibilita um mercado permanente, ou seja, sem grandes flutuações na oferta e demanda e, conseqüentemente, preços mais estáveis para os consumidores.

O desenvolvimento de uma cultivar de cenoura para um período em que antes não havia semeadura fez surgir uma demanda enorme de sementes pelas empresas. Naquela época, a Embrapa não fornecia sementes básicas de cenouras, e sim raízes, as quais as empresas vermalizavam e produziam as sementes comerciais.

Na véspera da colheita dessas raízes, as empresas enviavam seus caminhões, que faziam fila e aguardavam dias até conseguirem carregar para poder voltar aos seus destinos.

Depois do lançamento da cenoura Brasília, as empresas usaram essa população original e desenvolveram suas cultivares derivadas diretamente des-



se genótipo. Assim, cultivares como Brasília RL, Brasília Irecê, Suprema, Brazlândia e Carandaí são exemplos de cultivares derivadas diretamente de Brasília.

A Embrapa continuou os trabalhos de melhoramento visando aprimorar e padronizar as qualidades da cenoura Brasília, o que culminou no lançamento de diversas outras cultivares destinadas ao mercado nacional.

Novos desafios

O atual desafio no melhoramento de cenoura é o desenvolvimento de cultivares híbridas para atender a mercados de alta tecnologia. O desenvolvimento de cultivares híbridas de cenoura é complexo e demorado e exige estrutura, recurso humano e financeiro.

A complexidade de trabalhar com macho-esterilidade, obtenção de linha-

gens estéreis, mantenedora e polinizadora do híbrido constitui grande desafio para obtenção dessas cultivares.

Outros desafios enfrentados no melhoramento de cenoura são o desenvolvimento de cultivares para condições da região Norte, pois ali se convive com elevadas precipitações e temperaturas, e cultivares mais resilientes às mudanças climáticas.

Foto: João Bosco Carvalho



Foto: Agnaldo Carvalho

Foto: Henrique Carvalho



Foto: João Bosco Carvalho



Foto: Wenderson Araújo



Foto: Cavan for Adobe (AdobeStock)



Cevada

A cevada é um dos alimentos mais antigos cultivados pelo homem. Evidências arqueológicas indicam que os primeiros sinais de cultivo de cevada datam do Período Neolítico, há cerca de 10 mil anos, e apontam como a região de origem a chamada Crescente Fértil (oeste da Ásia, que abarca, atualmente, países como Síria, Líbano, Turquia, Iraque e Irã). Naquela época, a cevada e o trigo eram os principais cereais utilizados na alimentação humana, tendo, esses cereais, permanecidos como os grãos mais consumidos durante um longo período de tempo.

A partir do aperfeiçoamento das técnicas de produção de pão, a cevada foi perdendo popularidade, até ser com-

pletamente substituída pelo trigo nesse processo. Por conter menor quantidade de glúten, a cevada dá origem a um pão mais denso, de textura áspera e cor escura, enquanto o maior teor de glúten do trigo confere ao pão produzido a partir desse cereal uma textura firme e elástica, com capacidade de “crescer”, características que são mais apreciadas pela população. Após ser substituída pelo trigo, a cevada continuou sendo cultivada para uso, primordialmente, na alimentação animal e na produção de cerveja.

A cevada pode ser usada para produzir malte, que, por sua vez, é utilizado na fabricação de bebidas (cerveja e destilados), de alimentos e medicamentos; na

forma de farinhas ou flocos destinados à composição de produtos de alimentação infantil, de panificação, dietéticos e de sucedâneos de café. No contexto mundial, entretanto, o maior uso da cevada é na alimentação animal, seja como forragem verde, feno, silagem ou grãos na fabricação de rações.

No Brasil, o cultivo da cevada está concentrado na região Sul, onde, além da finalidade de malteação (90%), começaram a ser estabelecidos novos mercados para uso forrageiro, grãos e palha, na alimentação animal e na produção de bioetanol. Também, destacam-se o potencial e a expansão desse cultivo, seguindo o caminho do trigo, para a região tropical do Centro e Norte do País.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CEVADA



VERSATILIDADE



Alimento



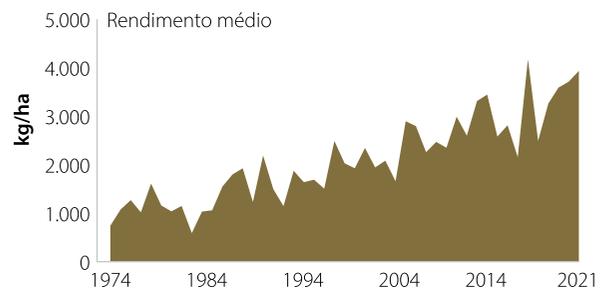
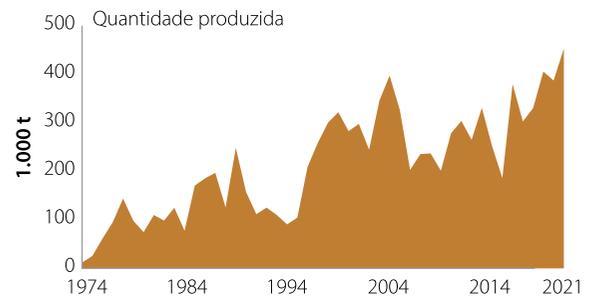
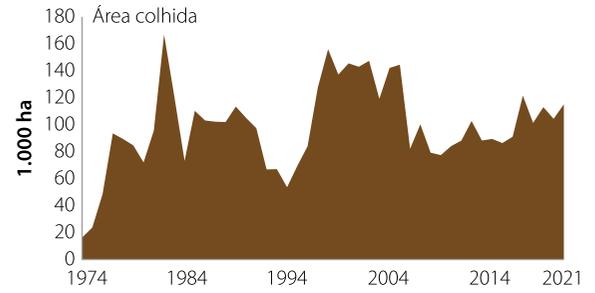
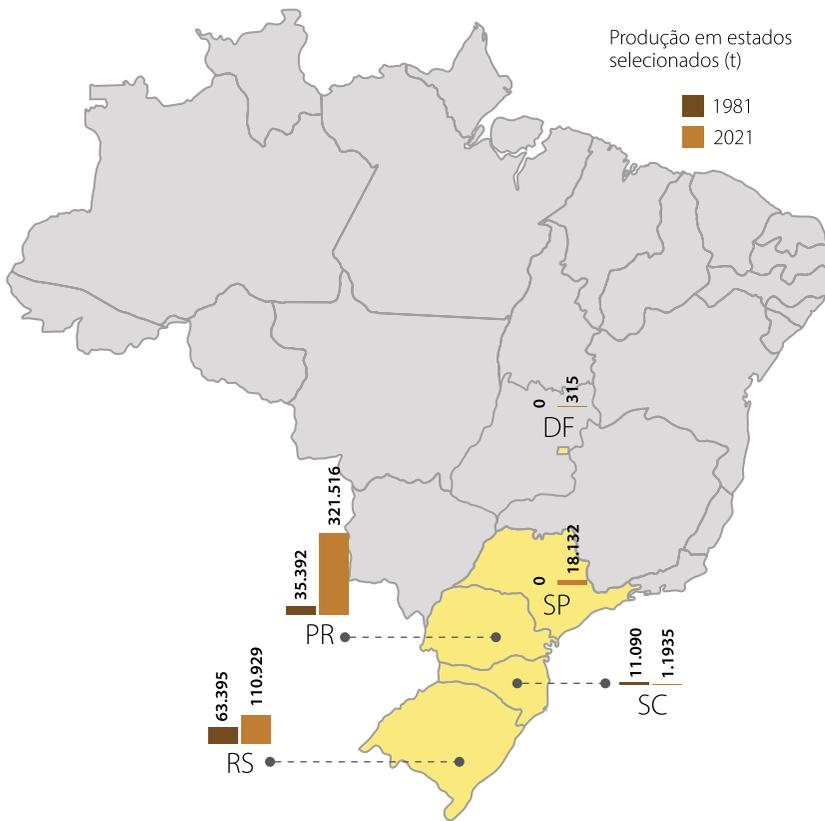
Alimentação animal



Bebidas alcoólicas



Silagem



Cevada no mundo (2020)

Produção (1.000 t)

1º	Rússia		20.939
2º	Espanha		11.465
3º	Alemanha		10.769
4º	Canadá		10.741
5º	França		10.274
46º	Brasil		387

Consumo (1.000 t)

1º	Rússia		15.934
2º	Espanha		11.153
3º	Alemanha		9.837
4º	Turquia		9.370
5º	Canadá		7.699
18º	Brasil		2.205

Fonte: Adaptado de FAO (2021) e IBGE (2021b).

A caminho da autossuficiência

Embora a cevada tenha sido trazida para o Brasil nos primeiros anos da colonização portuguesa, a cultura somente adquiriu importância econômica a partir dos anos 1930, quando passou a ser cultivada no País para a fabricação de cerveja, especialmente nas áreas das colônias do Sul.

A pesquisa em melhoramento genético com cevada no Brasil começou no Rio Grande do Sul, quando da criação, em 1919, pelo Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, da Estação Experimental de Alfredo Chaves (atual Veranópolis, RS), juntamente com o trigo, a espécie-alvo principal daquele estabelecimento. A iniciativa privada começou a trabalhar com pesquisa em cevada no Brasil em 1941, quando da instalação de uma estação experimental em Gramado, RS, de propriedade da Cervejaria Continental, de Porto Alegre. Em 1947, a Companhia Cervejaria Brahma adquiriu a Cervejaria Continental, dando um novo impulso às atividades de pesquisa em cevada. Nos anos 1950 e 1960, também houve o início dos trabalhos de pesquisa com cevada pela Companhia Antarctica Paulista (IBBC) e pela Weibull do Brasil, na iniciativa privada, e pelos Institutos Agrônomo de Campinas (IAC) e de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Sul (Ipeas), além da Secretaria da Agricultura do Paraná, na esfera pública.

Seleção

Graças a esses trabalhos pioneiros, por meio da seleção de cultivares adaptadas aos solos ácidos e clima com umi-

dade elevada do Sul do País, a produção de cevada conseguiu ser mantida, paralelamente ao desenvolvimento da agricultura mecanizada em áreas de campo, no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e no Paraná, até o começo dos anos 1970, quando houve drástica redução da área cultivada, que resultou em descontinuidade das pesquisas nas instituições públicas e no arrefecimento das atividades no setor privado.

Assim, em meados dos anos 1970, seguindo o modelo econômico de busca pela autossuficiência de tudo que pudesse representar poupança de divisas com importações, foi criado o Programa Nacional de Auto-Suficiência de Cevada e Malte, a partir do relatório de um grupo de trabalho (GT) instituído pela Portaria nº 019, datada de 9 de abril de 1976, de competência do Ministério da Agricultura. Ao GT foi dado o pra-

O Programa Nacional de Pesquisa de Cevada [...] serviu para integrar as pesquisas públicas e privadas, racionalizando gastos e formando uma rede de experimentação

zo limite de 31 de maio de 1976 para a apresentação do relatório, que foi embasado em informações coletadas nos setores público e privado. Em apertada síntese, ficou evidenciado que, na época, o Brasil era o terceiro país comprador de malte no mercado mundial, com dispêndio, em 1975, ao redor de US\$ 68 milhões. A esse gasto deveria ser somado mais US\$ 6 milhões com a importação de cevada para abastecimento de parte da capacidade instalada das maltarias. Acrescente-se, ainda, o diagnóstico de baixa produção de matéria-prima (23,4 mil toneladas de cevada, em 1975), concentrada no Sul do Brasil, e um parque industrial de maltarias com instalações antigas e superadas tecnologicamente. Todavia, uma vez feitos os investimentos necessários, vislumbrou-se a possibilidade de alcance de autossuficiência em cevada e malte no Brasil em um prazo de 8 anos.

Integração

Dando sustentação ao plano do governo federal, à Embrapa foi dada a competência para a execução e coordenação de pesquisas com cevada no território nacional. Foi quando houve a formatação de um amplo Programa Nacional de Pesquisa de Cevada (PNP Cevada), que serviu para integrar as pesquisas públicas e privadas, racionalizando gastos e formando uma rede de experimentação que serviria de base para a indicação de cultivares e a validação de novas tecnologias de produção.

A integração formal dos programas de melhoramento genético da Embrapa com os da Antártica e da Brahma ocor-



ria em meados da década de 1990, com o objetivo de racionalizar o uso de recursos humanos, materiais e financeiros. Atualmente o programa de melhoramento da Embrapa trabalha em parceria formal técnica e financeira com todas as maltarias instaladas no País (Ambev, Agromalte e Soufflet) e também com o Grupo Petrópolis. Projeto de intercooperação avança para implantação de uma nova maltaria no Paraná.

Esforço

Todavia, apesar do esforço despendido, dos avanços alcançados e da carta de boas intenções representada pelo Programa Nacional de Auto-Suficiência de Cevada e Malte, de 1976, a cultura da cevada chega a 2022 sem o atingimento dessa meta.

A produção de toda a cevada e malte que o País necessita só seria possível

com o cultivo, em números aproximados, de 660 mil hectares (foram 123 mil hectares em 2022), admitindo-se rendimento médio de 3.000 kg/ha (foram 3.800 kg/ha em 2022), e a duplicação da capacidade da indústria de malteação.

Esses números indicam o quanto ainda falta para o Brasil atingir a meta da autossuficiência, planejada no ano de 1976.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Euclydes Minella



Foto: Luiz Henrique Magnante



Foto: Luiz Henrique Magnante

Foto: Valeria Carpentieri-Pipolo



Foto: Valeria Carpentieri-Pipolo



Cupuaçu

A partir da década de 1990, muitas frutas amazônicas que tinham consumo local e regional chamaram a atenção de consumidores em todo o País e no exterior. Essas frutas influenciam por suas características ímpares que despertam o olfato, o paladar, a visão e o tato. Até mesmo o ruído da fruta caindo é capaz de despertar os cinco sentidos da percepção humana.

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é um fruto de casca lenhosa e pilosa, de coloração amarronzada. Possui uma polpa esbranquiçada que recobre as sementes. Suas características são um prazer à visão. A pilosidade de sua casca produz sensações ao tato. Sua queda da planta-mãe ao amadurecer provoca a audição. O aroma e o sabor de

sua polpa são inconfundíveis ao olfato e paladar.

O cupuaçuzeiro está intimamente relacionado à tradição e à cultura amazônica. Prova disso é a dispersão da planta nas margens dos rios amazônicos, claramente uma ação antrópica dos primeiros habitantes da região, atraídos pelo aroma e sabor da polpa de seu fruto. A polpa é utilizada para fabricação de sucos, geleias, doces, sorvetes e o que mais a criatividade gastronômica permitir. Sua produção está concentrada nos diversos estados da Amazônia e, assim como o “primo” cacau, também chegou ao estado da Bahia.

Usado como ingrediente ao lado da castanha-do-brasil, outro produto 100% amazônico, o cupuaçu chegou ao ran-

king dos melhores sorvetes do Brasil, e depois do mundo, em competições nacionais e internacionais.

Além da polpa, o cupuaçu possui amêndoas com propriedades antioxidantes, que, transformadas em manteiga, podem ser utilizadas para fabricação de fármacos e cosméticos e despontam como um novo ativo da bioeconomia para produtos de alto valor agregado.

Da amêndoa nasce o chocolate de cupuaçu, o chamado “cupulate”, que possui grande potencial de mercado e agregação de valor. O “cupulate” possui menor teor de teobromina, a qual é abundante no chocolate de cacau, sendo, portanto, uma alternativa para pessoas alérgicas a essa substância.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CUPUAÇU



VERSATILIDADE



Alimento



Geleias e doces



Bebidas



Cosméticos



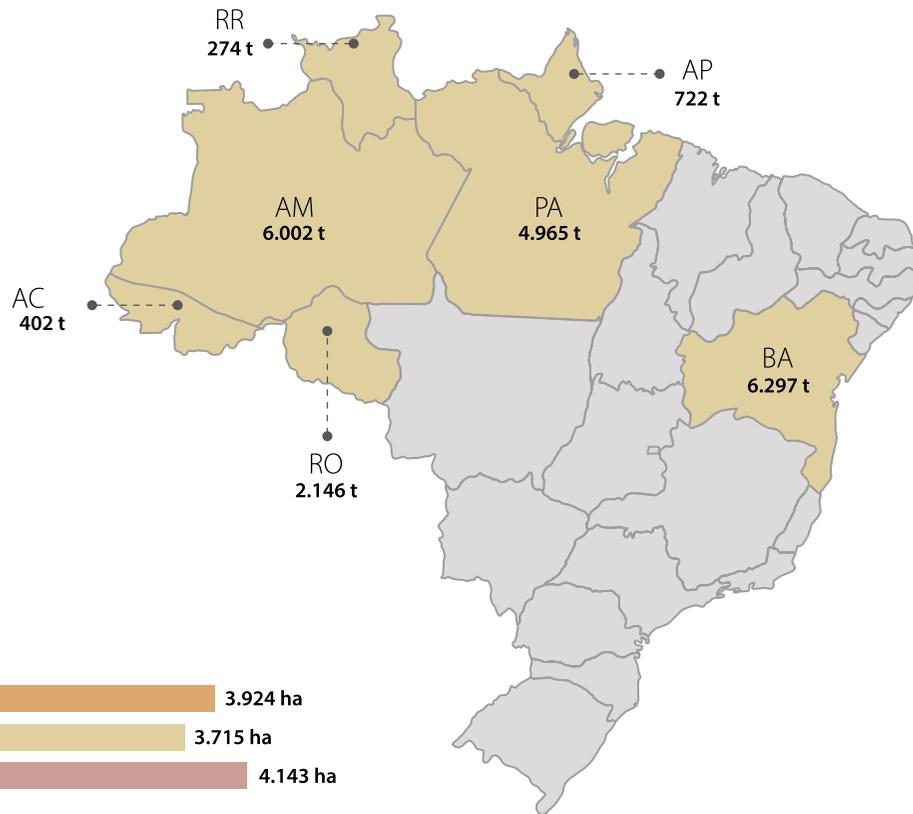
Destilados e licores



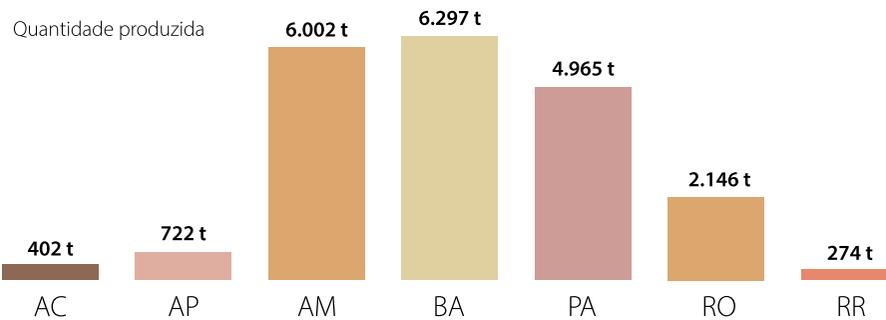
Artesanato

Produção brasileira em 2017
R\$ **54** MILHÕES

Principais produtores nacionais - quantidade produzida em 2017



Área colhida



Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

Das margens dos rios para a gastronomia mundial

Até a década de 1970, a oferta de cupuaçu estava restrita à época da safra, limitada à disponibilidade do estoque de plantas extrativas e de plantio de fundos de quintal. Com o aumento do consumo de sucos e polpas de frutas regionais, teve início, então, o cultivo do cupuaçuzeiro, porém com utilização de sementes não selecionadas.

Esse fato proporcionou a formação de pomares desuniformes, susceptíveis à doença fúngica vassoura de bruxa (*Monilophthora pernicioso* Stahel & Philips-Mora), que se tornou o principal gargalo do cultivo.

Houve, portanto, necessidade do estabelecimento de um programa de pesquisa para fazer frente às inúmeras demandas oriundas desses produtores pioneiros de cupuaçu.

Genética e cultivos

A busca por materiais genéticos superiores, assim como o estabelecimento de técnicas básicas de cultivos, foram as prioridades estabelecidas inicialmente. Como o cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.), espécie do mesmo gênero do cupuaçuzeiro, já possuía sistema de produção aprovado, houve uma tentativa de adaptação das técnicas de cultivo do cacaueteiro para o cupuaçuzeiro. Nesse aspecto, a comunicação entre os pesquisadores de cupuaçuzeiro e cacaueteiro foi fundamental para o avanço das pesquisas. Esse fato prova que a multidisciplinariedade e a parceria entre instituições são de grande importância para um programa de pesquisa.

Para obter os materiais de plantação, institutos responsáveis por programas de pesquisa em melhoramento genético – o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – deram início, na década de 1980, às primeiras prospecções realizadas ao longo da Bacia Amazônica nos estados do Pará, Amazonas e Amapá.

Após uma série de prospecções nos anos que se seguiram, foram montadas coleções para conservação do material genético coletado e manutenção dos recursos genéticos da espécie, visto que os centros de origem e diversidade estão sofrendo intensa alteração da paisagem, promovida pela ação antrópica, especialmente o desmatamento e as queimadas para instalação de grandes projetos agropecuários, além da exploração madeireira.

Os processos de plantio, beneficiamento e refrigeração também foram melhorados, fazendo com que o consumo fosse estendido para o ano inteiro

Tratos culturais e propagação

Os programas de pesquisa aperfeiçoaram os tratos culturais e os métodos de propagação, propiciando o desenvolvimento de tecnologias adotadas pelos produtores. Além disso, os processos de plantio, beneficiamento e refrigeração também foram melhorados, fazendo com que o consumo fosse estendido para o ano inteiro.

Cabe destacar o papel dos pesquisadores (melhoristas, fitotecnistas, fitopatologistas, entomologistas, entre outros) no processo de domesticação das plantas amazônicas. No caso do cupuaçuzeiro, os pesquisadores transformaram uma árvore de porte ereto com quase 20 m de altura que competia com outras árvores na floresta e com pequena produção de frutos, em uma frutífera de porte reduzido com alta produção. Para isso, lançaram mão de técnicas como enxertia, seleção de clones produtivos resistentes a pragas e doenças, técnicas de beneficiamento, entre outras.

Tecnologias e domesticação

A partir da década de 1990, a pesquisa com o cupuaçuzeiro conseguiu grandes avanços. Destacam-se os lançamentos pela Embrapa das primeiras cultivares em 2002 (BRS Belém, BRS Coari, BRS Codajás, BRS Manacapuru), 2008 (BRS 227, BRS 228, BRS 229, BRS 311, BRS 312), 2012 (BRS Carimbó) e 2022 (kit clonal com as cultivares BRS Careca, BRS Fatura, BRS Duquesa, BRS Curinga e BRS Golias).



Nas demais áreas, houve, no ano de 2016, o aperfeiçoamento da técnica de substituição de copas. Essa técnica permitiu a renovação de pomares envelhecidos e improdutivos; o desenvolvimento do “cupulate”, o chocolate oriundo das amêndoas do cupuaçu; bem como a viabilização e popularização do cultivo do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais, proporcionando maior sustentabilidade e segurança ao produtor.

Com tecnologias desenvolvidas pela pesquisa, atualmente há no País mais de 13 mil hectares de cupuaçuzeiro, e os seguintes estados se destacam como os maiores produtores nacionais: Pará, Amazonas, Bahia, Rondônia e Roraima.

Cerca de 12,5 mil estabelecimentos comerciais estão envolvidos direta e indiretamente com o cupuaçuzeiro. São esses estabelecimentos que geram emprego e renda nessa cadeia produtiva.

Futuramente, os programas priorizarão o incremento da produção quantitativa e qualitativa das amêndoas, produto com grande potencialidade para as indústrias farmacêutica e cosmética devido às suas propriedades antioxidantes. Outro nicho a ser explorado é o melhoramento da qualidade da polpa, por meio do desenvolvimento de materiais mais apropriados para a agroindústria e para o consumo in natura, com menor acidez e maior quantidade de sólidos solúveis.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: lovelyday12 (AdobeStock)



Foto: Ronaldo Rosa

Foto: Vinícius Braga

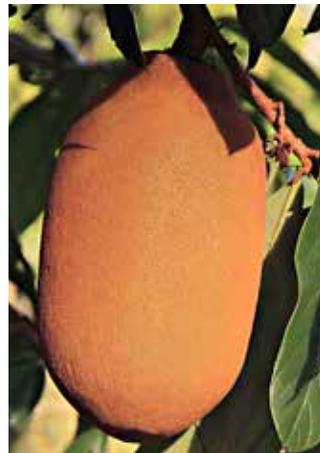


Foto: Ronaldo Rosa

Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Ronaldo Rosa



Erva-mate

Tradicionalmente conhecida pelo chimarrão no Sul do Brasil, tereré no Centro-Oeste e chá-mate nas praias do Rio de Janeiro, a erva-mate tem conquistado novos espaços: farinhas, energéticos, refrigerantes e cervejas, extratos para produtos alimentícios, de higiene e cosméticos, entre outros. Seu potencial, com mais de 200 compostos de interesse, tais como cafeína, teobromina, antioxidantes e saponinas, está abrindo caminho para a participação na produção de alimentos e cosméticos ricos em compostos bioativos, cada vez mais procurados pela sociedade.

A erva-mate é nativa do Brasil e ocorre naturalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e extremo sul do Mato Grosso do Sul. É na-

tiva também em parte da Argentina e do Paraguai.

Segundo registros históricos, o primeiro povo a utilizá-la foi o guarani, nas bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai. O uso foi difundido aos colonizadores espanhóis e, em meados do século XVI, a extração de erva-mate tornou-se a atividade econômica mais importante da Província Del Guairá. Sua exploração econômica no Brasil teve início em 1610 pelos jesuítas, que passaram a comercializá-la internamente e exportá-la para a Europa.

O ciclo econômico iniciou-se em 1820 e foi a base dos estados do Sul até a crise econômica mundial de 1930. No Paraná, chegou a representar 85% da

economia do estado, sendo chamada de “ouro verde”.

Atualmente, seu cultivo é importante fonte de renda em pequenas propriedades do Sul do País. Estima-se que a cadeia produtiva envolva 40 mil propriedades rurais e gere mais de 600 mil postos de trabalho. É um sistema que tem ajudado na conservação da Mata Atlântica, já que está presente sob o dossel da Floresta com Araucária.

É o principal produto não madeireiro do agronegócio florestal na região Sul e o segundo do Brasil. Embora sem retomar as dimensões áureas, o mercado tem mostrado reação positiva e a descoberta do potencial para novos produtos e pelo mercado internacional mostram oportunidades de desenvolvimento.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

ERVA-MATE



VERSATILIDADE

Produtos estabelecidos



Chá



Chimarrão
Tererê

Produtos potenciais



Higiene
Cosmético



Licor
Refrigerante
Cerveja
Energéticos



Sorvete



Farinha
Extrato para
produto
alimentício

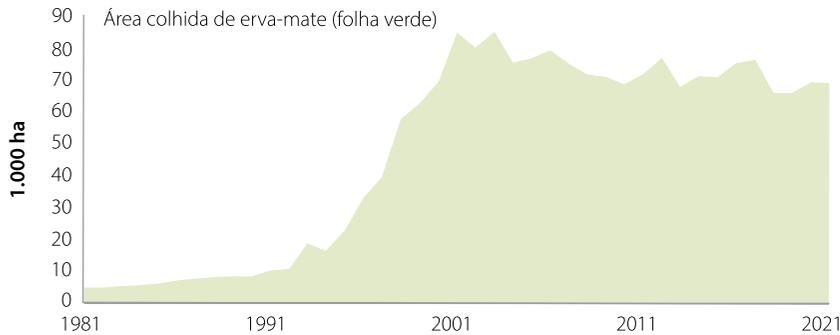
Rendimento médio (kg/ha)
de erva-mate (folha verde)



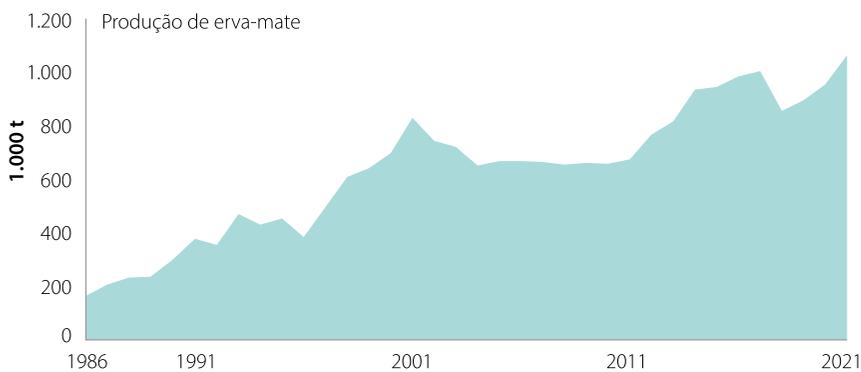
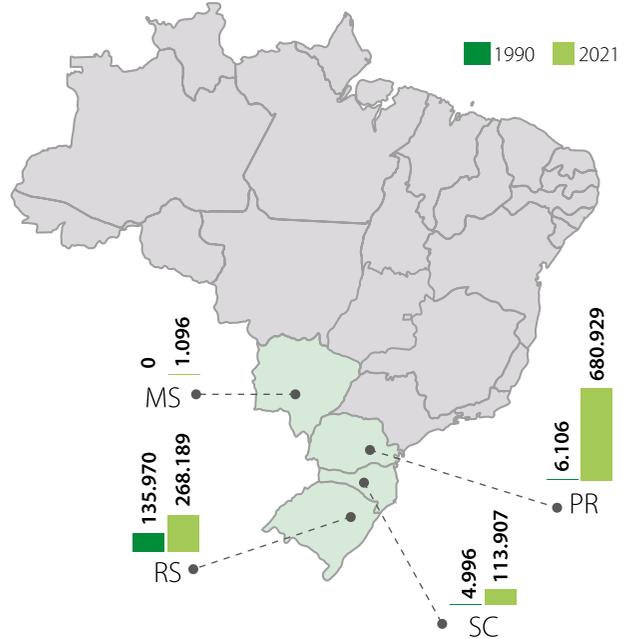
1981



2021



Produção (t) dos principais estados produtores



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b, 2021e).

Tradição renovada pela pesquisa

As pesquisas científicas com erva-mate começaram de forma mais ampla e organizada a partir da década de 1980. Pela importância econômica, especialmente para a região Sul, diversas instituições de pesquisa, universidades e empresas de extensão rural têm realizado estudos relacionados tanto aos aspectos produtivos quanto ao potencial químico e ao desenvolvimento de novos produtos. Sua forma de cultivo abrange desde produtores que a extraem ou cultivam em áreas de florestas nativas da Floresta com Araucária (e muitas vezes adensam estas áreas plantando mais mudas), até produtores que plantam em sistema de monocultivo.

Por meio de um amplo trabalho unindo pesquisa e extensão rural, tecnologias e melhores práticas têm chegado aos produtores rurais para elevar sua produtividade e qualidade.

Em 1983, uma publicação abordou o sistema de produção, com informações sobre clima, solos, produção de sementes e mudas, implantação de ervais, recuperação de ervais degradados, condução e poda, principais doenças e pragas, sistema agroflorestal e processamento.

Potencial produtivo

A pesquisa também tem trabalhado com melhoramento genético, avaliando o comportamento de diferentes matrizes e cruzamentos, além de cultivares de valor econômico e ecológico para diversas regiões potenciais. Técnicas de propagação e materiais de erva-mate com alto potencial produtivo têm sido

constantemente pesquisados, além da geração de conhecimentos em genética quantitativa e molecular de diversas características da erva-mate. Um valioso banco de germoplasma, que representa a variabilidade genética encontrada nas diferentes populações de erva-mate, foi reunido. A ciência possibilitou também a definição dos descritores mínimos para fins de proteção de cultivares de erva-mate, o que permite reconhecer os esforços de inovação em pesquisa de materiais. A pesquisa agora também está desenvolvendo materiais genéticos com altos teores de cafeína, antioxidantes, saponinas e descafeinados.

Avanços no estudo e controle de pragas e doenças aconteceram mais fortemente no início da década de 1990, quando

foram realizadas pesquisas sobre a identificação de agentes causais e de estratégias de controle, bem como a elaboração de publicações para técnicos e produtores. Um grande marco aconteceu em 2012: a solução para combater a broca-da-erva-mate, principal praga da espécie, por meio do controle biológico a partir de um bioinseticida. Além disso, foi elaborada estratégia de manejo integrado da praga.

Práticas inovadoras

Em 2015, outra inovação ocorreu: a recomendação de procedimentos para cálculo de adubação e calcário específicos para erva-mate, com base na análise de solo e na expectativa de produção de massa foliar. A prática é inovadora, pois é a única que leva em conta a exportação de nutrientes pelas colheitas, o que não era considerado anteriormente.

Os resultados comprovados durante 35 anos de pesquisas científicas foram reunidos, em 2019, como um sistema de produção para erva-mate cultivada, possibilitando a adoção de tecnologias eficientes e inovadoras em um modelo moderno e sustentável, capaz de elevar o patamar de produtividade e a qualidade dos ervais.

As pesquisas com erva-mate em sistemas agroflorestais e cultivo sombreado também recebem atenção especial, com indicação das melhores práticas de manejo. Esses sistemas têm sido fundamentais para auxiliar na conservação dos recursos florestais nativos da Mata Atlântica, em especial da Floresta com Araucária.

Os resultados comprovados durante 35 anos de pesquisas científicas foram reunidos, em 2019, como um sistema de produção para erva-mate cultivada

Foto: Katia Pichelli



A partir de 2017, uma série de softwares e aplicativos passaram a levar tecnologia aos técnicos e produtores: análise econômica de plantios; diagnóstico e manejo de ervais cultivados; cálculo de adubação e recomendações de macronutrientes; entre outros desenvolvidos para auxiliar produtores no manejo de seus ervais.

Interesse nacional e internacional

A pesquisa científica se faz cada vez mais necessária, considerando o aumento do interesse dos mercados na-

cional e internacional pelas suas propriedades: a ciência já encontrou mais de 200 componentes e, por apresentar uma composição química repleta de benefícios, é possível vislumbrar novos mercados e o aumento do valor agregado do produto.

Diversos grupos de pesquisa no País e no exterior têm investigado esse potencial para desenvolvimento da caféina (bebidas e alimentos energéticos ou descafeinados); da teobromina (relaxantes musculares, diuréticos e vasodilatadores); das saponinas (produtos de limpeza e aumento de digestibili-

dade de rações animais); e com compostos fenólicos, os flavonoides, que são antioxidantes e podem trazer benefícios para a saúde, além de aprimorar a composição nutricional e sensorial dos alimentos e ajudarem em sua conservação.

Os compostos bioativos presentes na erva-mate são responsáveis por inúmeros benefícios à saúde humana por apresentarem propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias e anticarcinogênicas. Além disso, auxiliam no controle da obesidade, são diuréticos e energéticos.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Katia Pichelli



Foto: André Kaskzeszen

Foto: Katia Pichelli

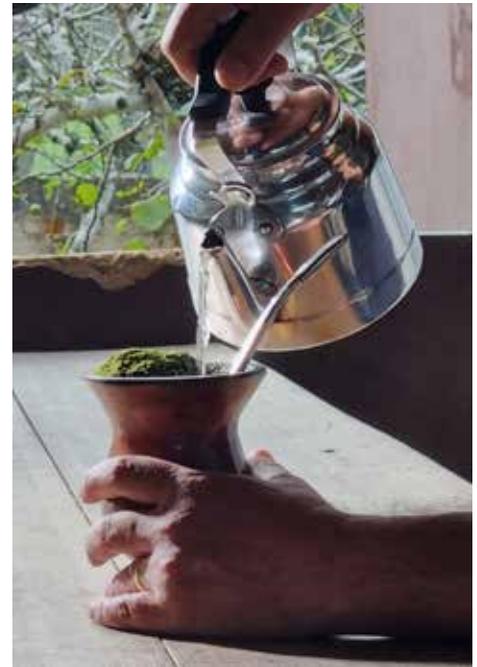


Foto: Katia Pichelli

Foto: Cristiane Helm



Foto: André Kaskzeszen



Foto: Katia Pichelli



Feijão

O feijão é um alimento básico para o brasileiro. A média atual de consumo de feijão é de 12,7 kg per capita por ano. A preferência do consumidor é regionalizada e diferenciada, principalmente quanto à cor e ao tipo de grão. Nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, a preferência do consumidor é pelo feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Já nas regiões Norte e Nordeste, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) é o preferido. O feijão-comum é cultivado tanto como cultura de subsistência quanto em cultivos altamente tecnificados e são três as épocas de plantio: plantio das águas (outubro a novembro), plantio da seca (janeiro a março) e plantio de inverno (abril a junho), pro-

porcionando assim oferta contínua do produto no mercado.

Estudos comprovaram que o continente americano é o centro da diversidade genética do feijão-comum. Duas áreas de domesticação foram encontradas, uma na América Central, origem das cultivares com sementes pequenas, e outra na América do Sul, a qual possui dois pontos de domesticação bem característicos, o sul dos Andes, origem das sementes maiores, que compreende os países do Peru e da Argentina, e o norte dos Andes, região equivalente hoje à Colômbia. Em outros países, o feijão apresenta denominações como: freijol, frijol, habila, judia, poroto e dry bean.

Ainda não foi totalmente esclarecido como ocorreu a introdução do feijão no

Brasil. Duas versões são apresentadas: a primeira coloca que os feijões chegaram ao Brasil por meio de migrações de povos oriundos da América Central ou da América do Sul; a outra é a de que o feijão só foi introduzido no Brasil após o que foi denominado de descobrimento pelos portugueses.

No Brasil, no século 18, o feijão começou a ter assiduidade no prato das pessoas e, à mesa, além do paladar saboroso, oferecia agradável sensação de saciedade. Assim, a vitória sobre a fome era acompanhada de um sabor característico, rico e aprazível, que foi se aperfeiçoando, assumindo características locais e regionalizadas, incrementado pela adição de diferentes ingredientes.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

FEIJÃO



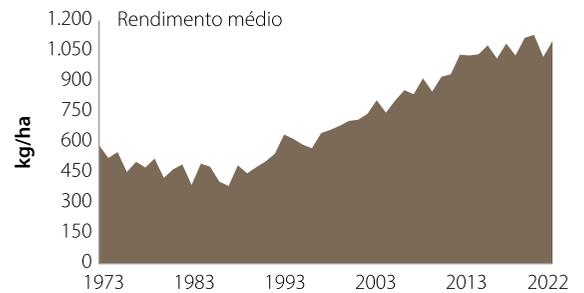
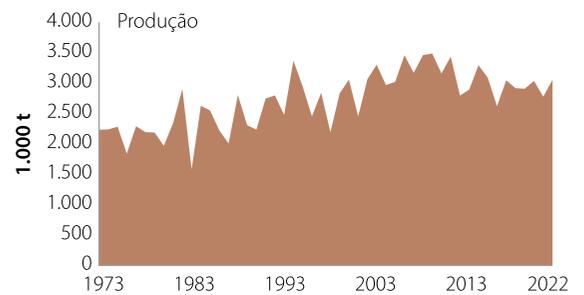
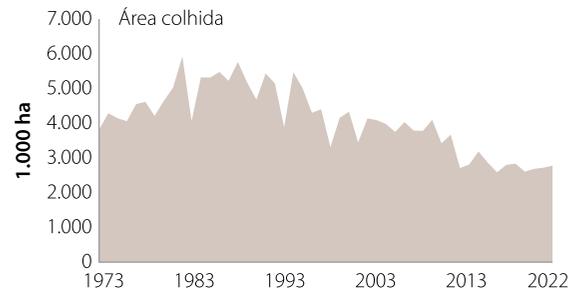
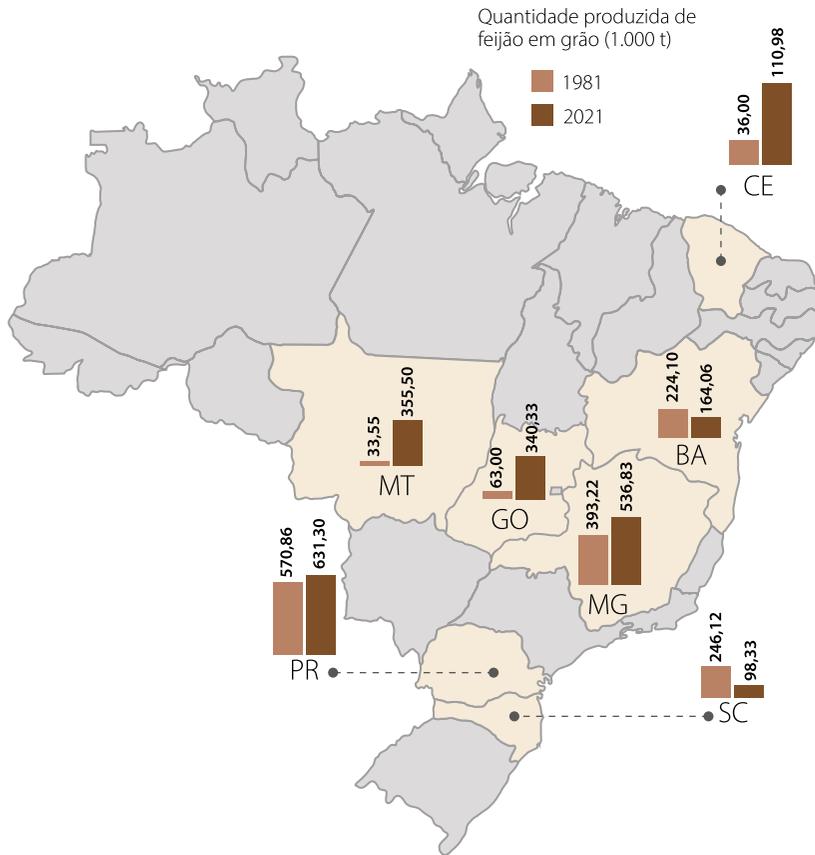
VERSATILIDADE



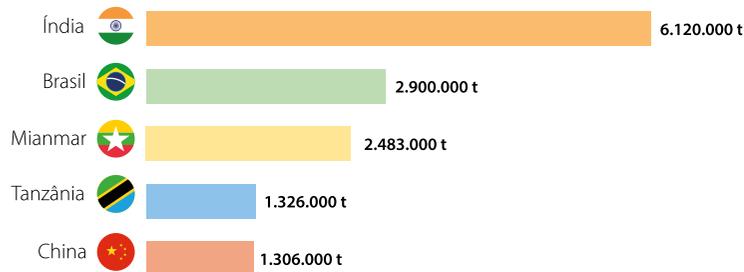
Majoritariamente na alimentação humana



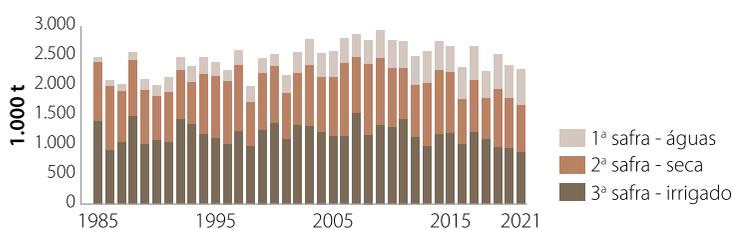
Alguns tipos de feijões também podem ser aproveitados na alimentação animal



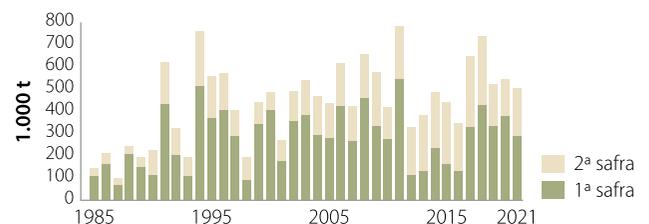
Cinco maiores produtores mundiais (2021)



Participação das 3 safras na produção brasileira de feijão-comum



Participação das 2 safras na produção brasileira de feijão-caupi



Fonte: Adaptado de FAO (2021), IBGE (2021b) e Conab (2023a).

Feijão maravilha

Até o ano de 1980, só existiam duas épocas de plantio do feijão-comum, a época das águas e a época da seca, em que a cultura era conduzida com baixo nível de tecnologia e, muitas vezes, em forma de subsistência. A terceira época de plantio de feijão, sob irrigação, mais tecnificada, foi lançada naquele ano, pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, por meio do Programa de Feijão Irrigado (Profeijão). Os objetivos do programa, entre outros, eram: expandir a área irrigada com a implantação de equipamentos de irrigação, por meio de crédito vinculado à assistência técnica; elevar a produtividade de feijão de 0,6 t/ha para até 3,0 t/ha, por meio de tecnologia moderna apoiada pela irrigação e assistência técnica; e promover a produção de sementes de alta qualidade visando ao abastecimento de outras regiões produtoras.

O tripé de sustentação do lançamento e adoção do feijão de terceira época no Brasil foi:

1. Dados de pesquisa mostrando que o feijão poderia ser cultivado nessa época de inverno alcançando maiores produtividades em certas regiões do país, de temperaturas não muito baixas e ser a planta de feijão neutra quanto ao fotoperíodo.
2. Lançamento do equipamento de irrigação pivô-central pela indústria no Brasil em 1978.
3. Ampliação do crédito agrícola, com o lançamento em 1982 do Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (Profir) e de programas posteriores, como o Programa Nacional de Irrigação (Proni).

Terceira época

O plantio de feijão de terceira época atraiu grandes produtores que deram o aspecto empresarial à cultura, até então considerada predominantemente de subsistência, de pequenas áreas de plantio, e hoje é responsável por 26,2% da produção nacional, com área plantada de 213.884 ha e produtividade média de 2.782 kg/ha.

Desde o lançamento até hoje, as inovações são constantes, desde o equipamento de irrigação pivô-central, manejo da irrigação, manejo do solo, dos fertilizantes e corretivos, do controle fitossanitário e das máquinas de colheita, e a cultura passou a integrar os diferentes sistemas agrícolas dos produtores.

O programa de melhoramento genético da Embrapa possui um banco ativo de germoplasma de feijão-comum – uma coleção de sementes com 17.669 acessos, provenientes de mais de 120 países

Hoje muitas lavouras atingem produtividades além de 3.000 kg/ha e o objetivo é alcançar, de forma sustentável, 6.000 kg/ha com grãos de alta qualidade tecnológica e nutricional.

Qualidade tecnológica

O desenvolvimento do modelo de agricultura empresarial na cultura do feijão-comum manteve as demandas anteriores e acrescentou outras características para o desenvolvimento de novas cultivares. Os agricultores continuam demandando cultivares mais produtivas e estáveis, com resistência às principais doenças, que possuam arquitetura de planta ereta e propiciem, também, a colheita mecânica com baixo índice de perdas, menor incidência de doenças devido à melhor aeração na lavoura e à melhor qualidade tecnológica do grão. A precocidade tornou-se uma característica cada vez mais valorizada, pois permite rápido retorno do capital investido e maior flexibilidade no manejo dos sistemas de produção, economia de água e energia elétrica nos sistemas irrigados da safra de inverno, aliados à vantagem de escape de pragas e doenças e de períodos de déficit hídrico, cada vez mais frequentes.

Banco Ativo de Germoplasma

O programa de melhoramento genético da Embrapa possui um banco ativo de germoplasma de feijão-comum – uma coleção de sementes com 17.669 acessos, provenientes de mais de 120

Foto: Sebastião José de Araújo



países, que está disponível para parceiros públicos e privados, para uso em programas de melhoramento genético. Estão nesse banco, além de variedades crioulas, cultivares de feijão-comum de grãos Carioca e Preto, além de Dark Red Kidney, Mulatinho, Rajado, Roxo/Vermelho, Jalo, Branco, Calima, Sugar Beans, Light Red Kidney, voltadas para o mercado externo. A demanda constante por cultivares mais produtivas, com melhor qualidade de grãos, plantas eretas com alta inserção de vagens e com

resistência aos principais fatores restritivos da produção, tem orientado o programa de melhoramento do feijão-comum da Embrapa e parceiros.

Nos últimos 21 anos, esse programa entregou ao mercado 35 novas cultivares de diversos tipos comerciais de grão, com média de 1,7 cultivar por ano. Nesse período, foi possível evoluir no melhoramento de algumas características, entre as quais se destacam o porte da planta, a resistência a algumas das

principais doenças, grãos com maiores conteúdos de ferro e zinco (biofortificação), além do tipo de grão comercial direcionado para o mercado interno e externo. Outras entregas da Embrapa estão relacionadas ao manejo do solo e da planta, manejo integrado de pragas (MIP), zoneamento agroclimático e bioinsumos como o fungo *Cordyceps javanica*, lançado recentemente para controle da mosca-branca, transmissora do vírus do mosaico-dourado, principal doença do feijão-comum.

Foto: RHJ (AdobeStock)



Foto: Sebastião José de Araújo

Foto: Dusan Kostic (AdobeStock)



Foto: Ghima (AdobeStock)



Foto: Sebastião José de Araújo



Girassol

O girassol é nome comum da espécie *Helianthus annuus* L. Seu gênero deriva do grego *helios* (sol) e *anthus* (flor), dado pela característica de a planta girar sua inflorescência seguindo o movimento do sol. É originário da América do Norte, mas foi domesticado no México. No século XVI, foi levado por conquistadores para a Espanha e difundido para o Continente Europeu. Presume-se que o cultivo do girassol no Brasil teve início no Sul do Brasil, no final do século XIX, trazido pelos primeiros colonos europeus.

No mundo, é cultivado como fonte de óleo comestível, de sabor suave, coloração dourada e alto valor nutricional, muito apreciado na culinária. No merca-

do brasileiro, existem dois tipos de óleo de girassol: o tradicional, com teor normal de ácido oleico e rico em ácido linoleico, e o tipo alto oleico, com teor de ácido oleico acima de 80%. Teores elevados de ácido oleico conferem maior estabilidade oxidativa durante os processos de refino, estocagem e no uso em frituras.

O girassol é fonte de proteínas para alimentação animal na forma de farelo e silagem, com grande aceitação em sistemas de produção integrados. Na alimentação humana, os grãos podem ser utilizados para confeitaria ou consumidos torrados, sendo uma boa fonte de proteínas, fibras, vitamina E, zinco e ferro. Outros mercados são o de grãos ra-

gados para alimentação de pássaros e a produção de mel de excelente qualidade, uma vez que a flor de girassol é bastante atrativa para abelhas.

É uma opção de diversificação nos sistemas de sucessão e rotação de grãos no Cerrado brasileiro, como cultura de segunda safra. Na região, é possível aproveitar o final das chuvas para semear o girassol, em função do profundo sistema radicular e outros mecanismos de tolerância ao estresse hídrico. O girassol é reconhecido por beneficiar a cultura em sucessão, pela baixa capacidade de exportação de nutrientes pelos grãos e por explorar grande volume de solo, absorvendo nutrientes fora do alcance de outras culturas.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

GIRASSOL



VERSATILIDADE


Indústria de alimentos


Óleo comestível

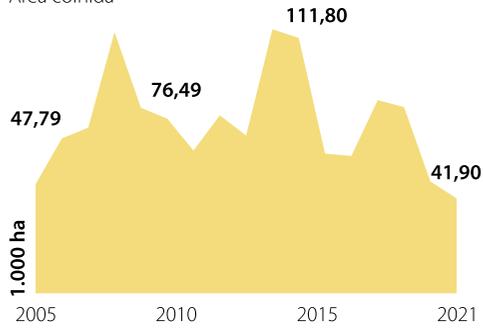

Alimentação animal


Silagem

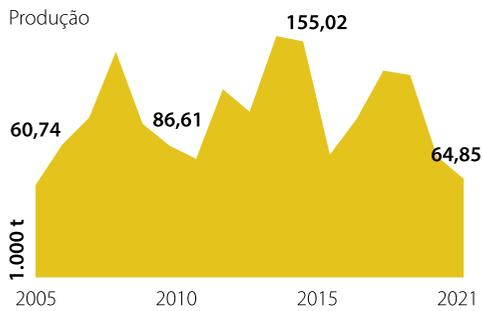

Mel


Floricultura

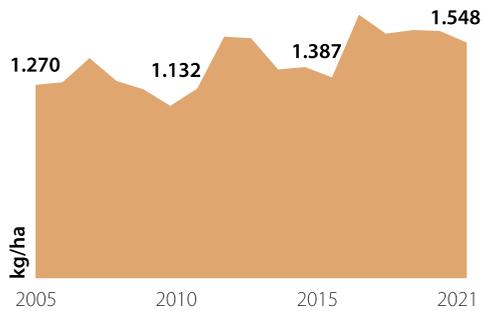
Área colhida



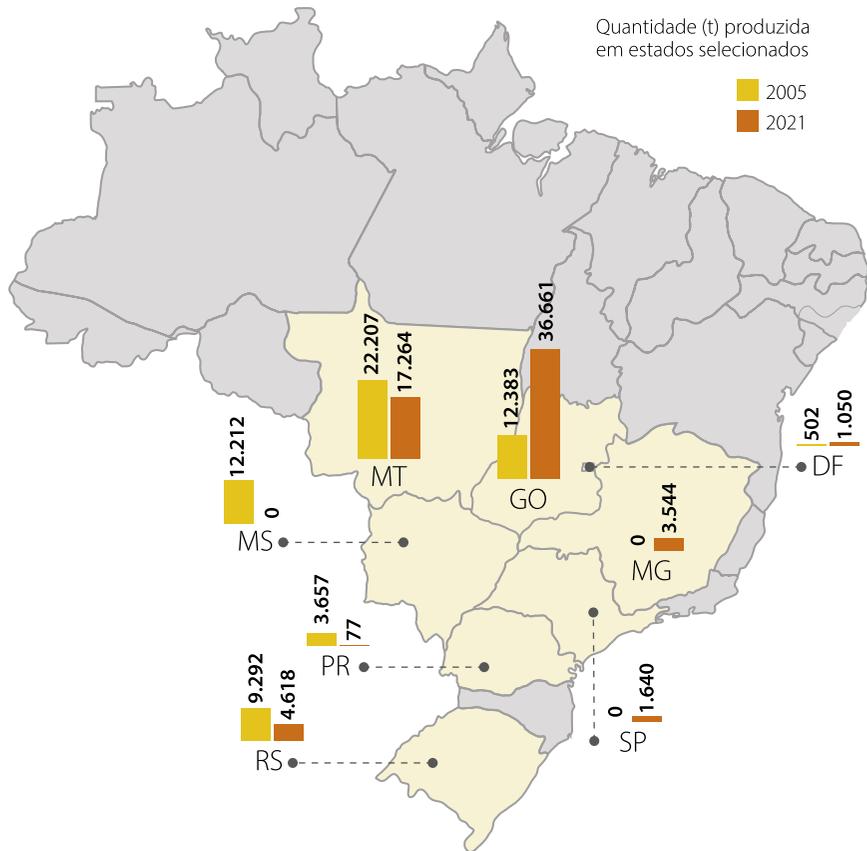
Produção



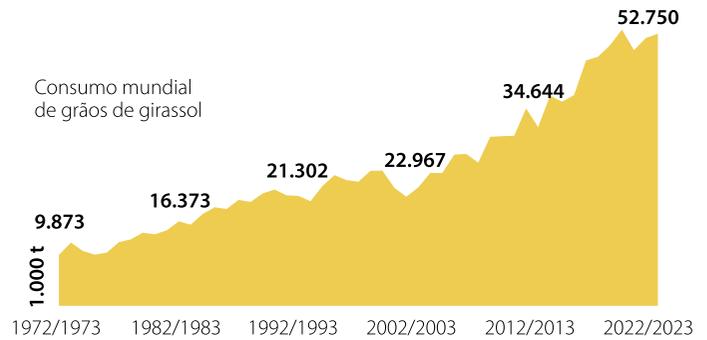
Rendimento médio



Quantidade (t) produzida em estados selecionados



Consumo mundial de grãos de girassol



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b) e Estados Unidos (2022).

Alternativa para produção de grãos

Antigamente, os produtores interessados na cultura do girassol no País sofriam com a falta de conhecimentos, especialmente sobre cultivares adaptadas às condições brasileiras, adubação, época de semeadura, densidade de plantas, controle de pragas e doenças e equipamentos para semeadura e colheita. Assim, a partir de 1980, a Embrapa elaborou as orientações básicas para o Programa Nacional de Pesquisa de Girassol, definindo prioridades e linhas de pesquisa a serem abrangidas, visando atingir os seguintes objetivos: gerar genótipos mais adaptados às condições edafoclimáticas do Brasil; estabelecer práticas de manejo que permitam o aumento da produtividade, com estabilidade e sustentabilidade; e transferir conhecimentos e tecnologias para o desenvolvimento do agronegócio do girassol.

Genética com adaptabilidade

Desde a década de 1980, o programa de melhoramento genético de girassol da Embrapa vem desenvolvendo híbridos e variedades (população de polinização aberta) com maior produtividade de grãos, ampla adaptabilidade, maior resistência às principais doenças e tolerância a herbicidas que controlam plantas daninhas de folhas largas, maior precocidade e maior teor e qualidade de óleo (tipo alto oleico). Como fonte de variabilidade genética, a Embrapa mantém o Banco Ativo de Girassol (BAG), com mais de 1.000 acessos introduzidos e/ou multiplicados, procedentes de vários países. O programa já desenvolveu 9 híbridos, 3

variedades e 20 linhagens parentais de girassol adaptados para as condições de solo e clima brasileiros.

Na etapa final do programa de melhoramento, a Embrapa coordena uma Rede de Ensaio de Avaliação de Genótipos de Girassol, em 10 estados e no Distrito Federal. Avalia-se o potencial produtivo e de adaptação de todas as cultivares para registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), para as diversas regiões do país. Esse trabalho também abrange genótipos de outras empresas brasileiras ou estrangeiras que comercializam sementes no país, para verificar a adaptação de materiais desenvolvidos em outros países (principalmente Argentina), que possam atender à demanda dos produtores brasileiros.

A pesquisa pública tem contribuído significativamente para esse setor, com o desenvolvimento de tecnologias que dão suporte à produção de girassol no país, ao longo de mais de 40 anos.

Avanços tecnológicos

Com base em novas metodologias, os parâmetros para o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) nas diferentes regiões foram estabelecidos como uma ferramenta de análise do risco associando questões hídricas, térmicas e fitossanitárias (doenças como mancha de alternária e mofo-branco) e considerando características da cultura e do solo. Foram definidas as áreas e os períodos de semeadura para o cultivo do girassol no Brasil com probabilidades de perdas de rendimento (risco climático) inferiores a 20%, 30% e 40%, pela ocorrência de eventos meteorológicos adversos. Além das probabilidades de riscos climáticos, os agricultores que seguem as recomendações do Zarc poderão ser beneficiados por crédito rural e seguro agrícola por parte do governo federal ou de outros agentes financeiros.

Vários estudos têm sido conduzidos para o manejo de plantas daninhas, analisando herbicidas mais seletivos ao girassol e eficazes no controle de espécies daninhas gramíneas (folhas estreitas) e eudicotiledôneas (folhas largas), bem como os residuais de herbicidas aplicados nos cultivos anteriores no desenvolvimento do girassol. Esses estudos são importantes para o manejo das plantas daninhas na propriedade e a inserção do girassol no sistema de produção.

Na nutrição do girassol, foram definidas as melhores doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Entre os micronutrientes, o boro é aquele que merece maior atenção. A Embrapa desenvolveu uma



tecnologia para suprir a necessidade de boro, que consiste na sua aplicação juntamente com herbicidas dessecantes, na forma de ácido bórico.

Com relação à colheita do girassol, por ser uma operação delicada, em que pode ocorrer grandes perdas, a Embrapa, nos anos 1990, desenvolveu uma adaptação na plataforma de colheita de milho, para atender aos pequenos produtores. A tecnologia de modificação da plataforma de milho é simples e de fácil execução na própria

fazenda. Além do baixo custo, proporciona que o agricultor utilize um equipamento já disponível na propriedade. Atualmente, existem plataformas especiais para colher o girassol com grande eficiência e rendimento operacional.

Desafios para o futuro

Os desafios que a pesquisa do girassol enfrenta no Brasil são basicamente três: oferecer aos produtores uma cultura rentável que possibilite uma segunda co-

lheita, sobre a mesma área e no mesmo ano agrícola, com estabilidade e sustentabilidade; oferecer mais uma matéria-prima oleaginosa às indústrias de processamento de outros grãos, reduzindo sua ociosidade; e, finalmente, oferecer ao mercado um óleo comestível de alto valor nutricional e uma excelente matéria-prima para produção de ração animal. A pesquisa pública tem contribuído significativamente para esse setor, com o desenvolvimento de tecnologias que dão suporte à produção de girassol no país, ao longo de mais de 40 anos.

Foto: Daniel Medeiros



Foto: Norman Neumaier

Foto: Emoji Smiley People (AdobeStock)



Foto: Paulo Lanzetta

Foto: structuresx (AdobeStock)



Foto: Xander21 (AdobeStock)



Goiaba

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é originária das regiões tropicais da América, ocorrendo desde o México até o Sul do Brasil. Mas, antes da chegada dos europeus ao continente americano, a distribuição natural da goiabeira já ocorria em cultivos indígenas. Contudo, a domesticação da goiabeira, possivelmente, tenha acontecido no Peru.

A cor da casca dos frutos maduros varia do verde-claro ao amarelo, e as tonalidades da polpa variam entre branco, creme, amarelo, rosa e vermelho, a depender da cultivar (variedade). A goiaba apresenta baixo valor calórico e é apreciada pelo seu aroma e alto valor nutricional, pois é rica em ácido ascórbico (vitamina C), cálcio, tiamina, fósforo, selênio, cobre, magnésio, ácido fóli-

co, ferro, fibras, licopenos e vitaminas A, B1, B2, B6 e E. Além disso, as folhas e a fruta são notáveis por suas propriedades medicinais.

Essa fruta só contém menos vitamina C que a acerola, o camu-camu e o caju, mas pode ter de 3 a 4 vezes mais que na laranja e até 10 vezes mais que os valores encontrados no tomate. O licopeno, um carotenoide da mesma família do betacaroteno, é um excelente antioxidante e é responsável pela coloração avermelhada da polpa da fruta.

A goiaba pode ser consumida in natura, processada ou industrializada em forma de suco, purê, polpa, néctar, sorvete, molho, geleia e doces pastosos ou em compota.

O cultivo da goiabeira começou a ganhar espaço comercial, no Brasil, a partir da década de 1970, quando plantios foram instalados, com tecnificação, em sequeiro. Em Pernambuco, os municípios de Flores, Triunfo, Buíque, Pedra e Custódia foram pioneiros na produção da fruta. Custódia se destaca no processamento industrial e foi um dos primeiros municípios brasileiros onde construíram-se indústrias para esse fim.

Nessa década, a Embrapa Semiárido começou os estudos com a cultura. Cultivares mais produtivas e com maior padronização da qualidade comercial, plantadas sob irrigação no Semiárido brasileiro, deram destaque nacional à goiaba.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

GOIABA



VERSATILIDADE



Fresca (in natura)



Desidratada



Geleias e doces

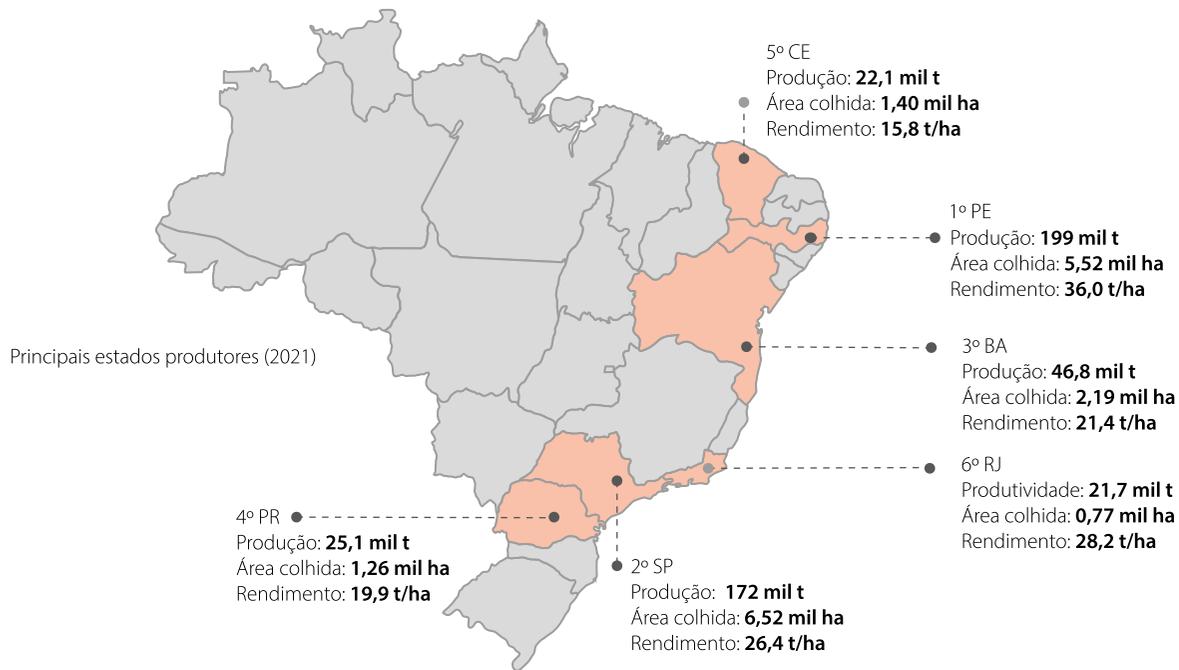
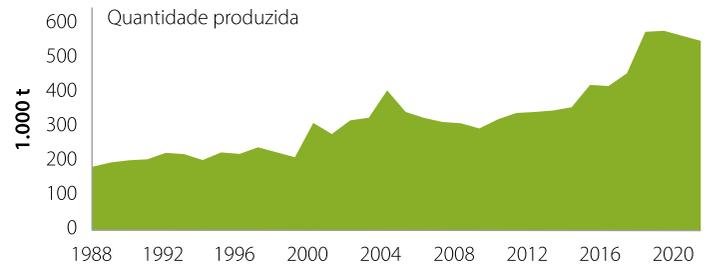
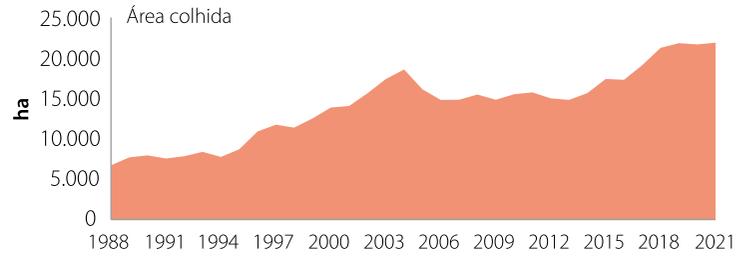


Sucos e bebidas não alcoólicas



Indústria farmacêutica

Exportações



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b) e Agrostat (2023).

Ciência vencendo desafios

No final dos anos 1980, iniciaram-se os registros oficiais de dados econômicos sobre a goiaba. O Brasil sempre figurou entre os quatro maiores produtores mundiais, com destaque para os estados de Pernambuco e São Paulo. Atualmente, todas as regiões brasileiras produzem essa fruta.

De 1988 a 2004, a área plantada com goiabeira aumentou em quase três vezes. Mesmo com esse crescimento, a partir de 2002, registrou-se queda na produção, chegando a um número 84% menor que o de 2000.

Esse marco evidencia os danos causados pelo nematoide-das-galhas (*Meloidogyne enterolobii*) em goiabeiras nos estados de Pernambuco e Bahia. Relatado em 2001, nos anos seguintes, o nematoide reduziu os valores de área plantada e de produção.

Ainda com quantidade produzida inferior àquela observada em 2000, a área plantada retomou o crescimento a partir de 2012, passando de 15,2 mil hectares para 17,5 mil hectares em 2016 e, depois, para 22 mil hectares em 2020. Isso reflete a adaptação dos produtores que acumularam conhecimento para conviver com o nematoide e erradicar menos plantas, ainda que menos produtivas.

Atualmente, os goiabicultores brasileiros vêm adotando o porta-enxerto 'BRS Guaraçá', lançado pela Embrapa em 2020. Primeira tecnologia eficiente para o controle do nematoide, a cultivar BRS Guaraçá é uma planta híbrida que mistura características de goiabeira e de araçazeiro (*P. guineense*). Esse porta-enxerto minimizou a incompati-

bilidade com cultivares-copa e viabilizou o cultivo em áreas infestadas pelo nematoide.

Produção e consumo

Em 2020, o Brasil produziu 566.985 t de goiaba. Pernambuco, São Paulo, Paraná, Bahia, Minas Gerais e Ceará foram os maiores produtores. Pernambuco se destaca em produtividade, com quase 14 t/ha acima da média nacional, onde a goiabeira 'Paluma' produz frutos para processamento industrial e consumo in natura.

No Paraná, por exemplo, a goiabeira 'Suprema' confere ao Município de Carlópolis o título de "Capital Nacional" da goiaba de mesa.

No Nordeste brasileiro, observa-se o maior consumo per capita anual de goiaba. Verifica-se que, em 2008 e em 2018, os valores consumidos foram próximos ao dobro daqueles observados

em escala nacional. Em relação à região Sul, os valores consumidos pelos nordestinos foram de, aproximadamente, oito e três vezes maiores, respectivamente. Além disso, o Sudeste, que é o segundo maior produtor nacional, teve redução do consumo per capita anual na comparação de 2008 e 2018, enquanto o Nordeste apresentou aumento no consumo, possivelmente pelo preço mais acessível para a aquisição das frutas por pessoas das mais diversas camadas econômicas da sociedade.

A evolução das cultivares

Os trabalhos com a goiabeira envolveram a avaliação de genótipos gerados pelo Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e de outros trazidos dos Estados Unidos, Austrália e Índia. Com o andamento das pesquisas, desenvolveram-se cultivares mais adaptadas às condições do Brasil, sendo a 'Paluma' uma das primeiras e das mais plantadas atualmente. Resultou do Programa de Melhoramento Genético de Frutíferas, conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, em São Paulo, e marcou o início das contribuições do prof. Fernando Mendes Pereira para a goiabicultura brasileira. 'Rica' e 'Século XXI' também resultaram desse Programa de Melhoramento.

Outras cultivares de produção em menor escala foram desenvolvidas e plantadas em alguns estados brasileiros. A 'Sassaoka' teve expressão no município de Valinhos, em São Paulo. No Rio de Janeiro, os trabalhos de melhora-

Primeira tecnologia eficiente para o controle do nematoide, a cultivar BRS Guaraçá é uma planta híbrida que mistura características de goiabeira e de araçazeiro



mento genético da cultura foram iniciados em Seropédica, com o lançamento de quatro genótipos que constituíram a cultivar Ogawa com polpas de coloração branca, rosada e avermelhada. A 'Pedro Sato', também selecionada neste estado, possivelmente, foi originária de plantas propagadas por sementes a partir da 'Ogawa nº 1'.

No Espírito Santo, criou-se a 'Cortibel', provavelmente originária de sementes vindas da Austrália. As plantas obtidas produziam frutos desuniformes em tamanho, formato, cor de polpa e matu-

ração. Os trabalhos de seleção de genótipos superiores e propagação por enraizamento de estacas levaram à seleção de 'Cortibel 1' e 'Cortibel 2', com polpa vermelho-rosada, da 'Cortibel 3', com polpa vermelha, e da 'Cortibel 4', de coloração branca. Em Petrolina, frutas dessas cultivares são produzidas para consumo in natura.

Principais mercados

A goiaba participa do consumo nacional e das exportações brasileiras. O co-

mércio de frutas frescas ou secas, atualmente, é maior que o de produtos processados. Essa situação era invertida, mas as tecnologias de produção, embalagem, armazenamento e transporte permitiram à goiaba nacional chegar a mercados distantes.

São Paulo, Espírito Santo e Bahia são os principais exportadores e Reino Unido, França, Canadá, Holanda, Alemanha, Portugal e Espanha são os maiores importadores, com benefícios econômicos e sociais aos envolvidos com a sua produção.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Paulo Lazetta



Foto: Murilo (AdobeStock)

Foto: Paulo Lazetta



Foto: José Mauro da Cunha e Castro

Foto: AGPhotography (AdobeStock)



Foto: José Mauro da Cunha e Castro



Guaraná

O guaraná é o fruto do guaranazeiro, planta nativa da Amazônia brasileira. Antes do contato com os colonizadores europeus, povos indígenas amazônicos já conheciam e consumiam esse fruto. O conhecimento tradicional indígena deu início às primeiras formas de processamento das sementes em bastão e pó, para uso em bebidas com finalidades energéticas e medicinais.

O primeiro relato sobre o guaraná é de 1669, feito pelo padre jesuíta João Felipe Bettendorf. Em viagem pelo Rio Amazonas, o jesuíta encontrou a planta sendo utilizada pelos Sateré Mawé, uma etnia do tronco linguístico Tupi, o mais importante grupo de línguas indígenas do Brasil.

Originalmente na natureza, o guaraná é um cipó trepador da floresta úmida. Nos plantios comerciais, tomou forma arbustiva com ramos horizontais. Dependendo da variedade, o fruto tem a cor da casca em tons alaranjados e vermelhos. A polpa branca e a semente preta faz parecer pequenos olhos abertos, quando o fruto amadurece e fica pronto para a colheita. A semelhança do fruto com olhos é lembrada em lendas e mitos indígenas sobre a origem do guaraná.

Rico em cafeína, o guaraná é associado a efeitos energéticos e afrodisíacos. A princípio, a parte consumida da planta são as sementes processadas, que passam por etapas de fermentação, torrefação e moagem, para produção do pó que é utilizado na preparação

da bebida misturada a água ou sucos. O sabor original é um pouco amargo e adstringente.

No início do século 20, em 1905, a elaboração de método de processamento do fruto para produção de extrato de guaraná, por um médico do Rio de Janeiro, possibilitou o uso como ingrediente na indústria de refrigerantes. A primeira fábrica de refrigerante de guaraná no Brasil foi estabelecida em Manaus, a partir de 1907, com o Guaraná Andrade que existiu até a década de 1970.

Atualmente o pó e xarope de guaraná são utilizados em sucos naturais e os extratos concentrados utilizados como ingredientes da indústria de refrigerantes e bebidas energéticas.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

GUARANÁ



VERSATILIDADE

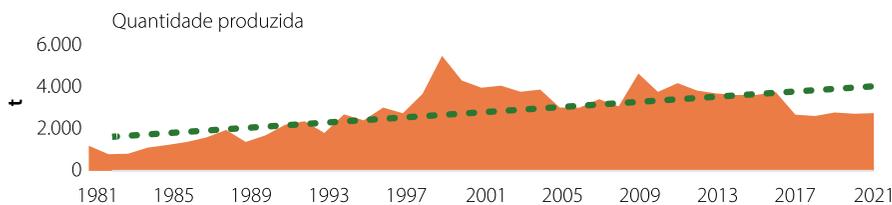
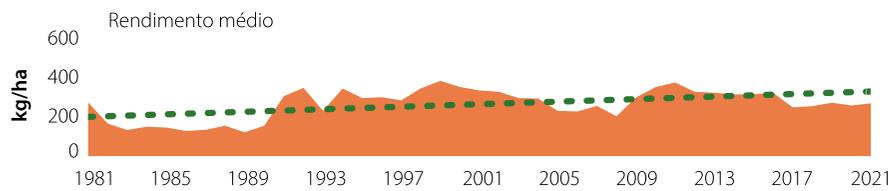
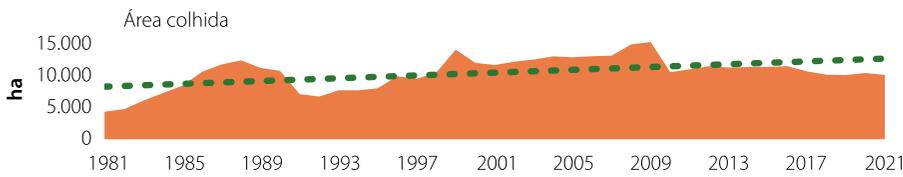
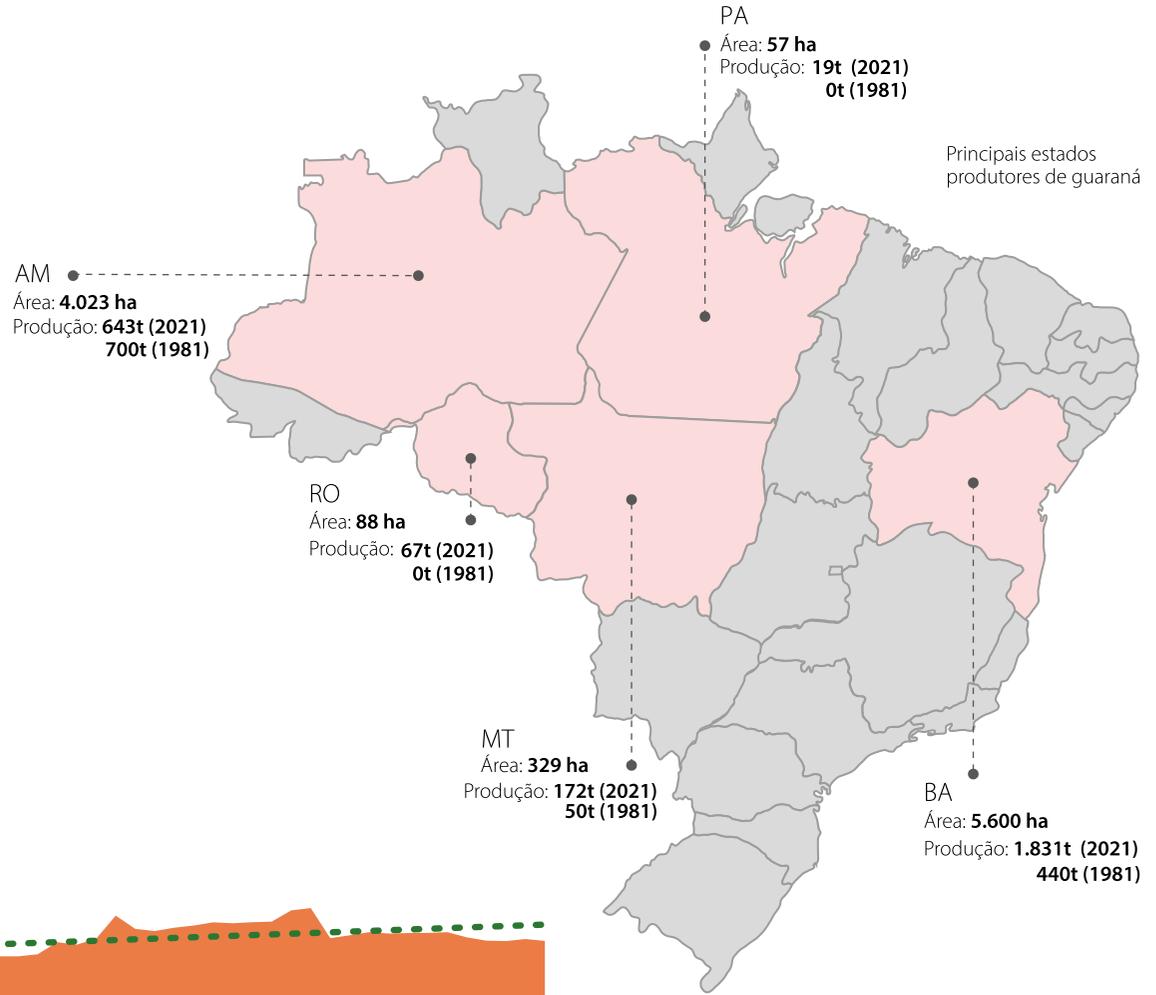


Indústria de refrigerantes

Extratos, xaropes, pó e bastão

Laboratórios em geral

Exportação



Destinação da produção do guaraná

- 45%** Indústria de refrigerantes
- 27%** Extratos, xaropes, pó e bastão
- 18%** Laboratórios
- 10%** Exportação

Fonte: Adaptado de IBGE (2021b).

Fruta bem brasileira

O guaraná se tornou um produto de importância sociocultural e econômica, indo além das fronteiras da Amazônia. O consumo em forma de bebida se tornou conhecido pelo Brasil, sendo apresentado à Europa no século 17. Sua descrição científica é de 1897, com o nome *Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. O avanço no conhecimento científico do guaraná permitiu novos usos que incluem bebidas, cosméticos e medicamentos.

Na década de 1960 iniciaram os plantios de guaranazeiro com fins comerciais, no Amazonas e na Bahia. A partir da década de 1980, com a Lei dos Sucos (Decreto-Lei nº 5.823, de 1972), aumenta a demanda e o interesse em ampliar as plantações, principalmente para atender a indústria de refrigerantes. A legislação estabeleceu que todo refrigerante com o nome do produto natural deveria conter limites máximo e mínimo para proteger o consumidor contra produtos artificiais. No refrigerante deveria conter de 0,2 g a 2 g de guaraná em cada litro, e no xarope de 1 g a 10 g do produto em cada litro.

No início faltavam conhecimentos tecnológicos para a cultura comercial do guaraná e foram sendo testadas técnicas utilizadas nos cultivos de cacau e de café associadas às experiências de produtores. A pesquisa agrônômica sobre o guaranazeiro iniciou na década de 1970, a partir de instituições públicas brasileiras. A Embrapa iniciou o Programa de Melhoramento Genético do Guaranazeiro em 1976 voltado para a seleção de plantas de alta produtividade e resistência a doenças.

Primeiros desafios

Um dos desafios iniciais foi a antracnose, doença causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola*, que pode levar à morte da planta. Na década de 1970, essa doença atingiu guaranazais do município de Maués, maior produtor do estado do Amazonas, prejudicando a produção. Entre 1999 e 2021, a Embrapa lançou 19 cultivares de guaranazeiro que permitem alta produtividade e trazem resistência genética à antracnose e às principais doenças que atacam essa cultura no estado do Amazonas. Das cultivares lançadas, 18 são clonais, ou seja, são reproduzidas pelo método de estaquia. Entre elas estão a 'BRS Luzéia', 'BRS Maués', 'BRS Amazonas', 'BRS Andirá', e outras. Recentemente, foi lançada a primeira cultivar de guaraná de reprodução por sementes, chamada de BRS Noçoquém, cujo método de propagação é uma alternativa de custo mais acessível aos produtores.

A pesquisa agropecuária voltada para o guaranazeiro desenvolveu diversas outras tecnologias que permitem melho-

Algumas cultivares se destacam pelo alto teor de cafeína natural, outras por suas propriedades funcionais energéticas e antioxidantes

rar o desempenho dos cultivos, como as práticas agropecuárias para a propagação, produção de mudas, orientações de manejo e tratamentos culturais, além de boas práticas de colheita e pós-colheita.

Único produtor mundial

O Brasil é o único produtor comercial de guaraná. O país atende ao mercado nacional e internacional. Os principais estados produtores são a Bahia, Amazonas, Acre, Rondônia, Pará e Mato Grosso. Aos poucos as cultivares e demais tecnologias estão sendo adotadas permitindo que haja maior competitividade e sustentabilidade da cadeia produtiva. As tecnologias resultantes da pesquisa agropecuária, principalmente a partir do melhoramento genético, permitem aos produtores obter maior produtividade ocupando menores áreas. A produção pode chegar a mais de 2,5 kg de semente seca por planta, dez vezes a média estadual. Algumas cultivares se destacam pelo alto teor de cafeína natural, outras por suas propriedades funcionais energéticas e antioxidantes.

Esses resultados influenciam na geração e aumento do emprego e renda no campo e na cidade, e também na redução dos impactos ambientais na floresta. Os recursos genéticos do guaranazeiro estão conservados no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa, único no mundo, composto por 305 variedades, o que garante a variabilidade genética suficiente para uso futuro no programa de melhoramento genético. Os desafios da pesquisa continuam, principalmente, em selecionar cultivares que tenham sementes com maiores



teores de cafeína e antioxidantes, entre outras propriedades funcionais, com maior potencial para serem direcionadas ao mercado farmacêutico.

Potencial para saúde

Estudos científicos identificaram que o guaraná é rico em metilxantinas – cafeína, teofilina e teobromina –, substâncias utilizadas na composição de diversos

medicamentos. Possui em torno de 3,5% a 4% de cafeína, mais que o dobro da quantidade presente no café (1% a 2%). Também é fonte de polifenóis, que são grupos de moléculas que atuam como antioxidantes, prevenindo doenças decorrentes da oxidação das células por radicais livres.

Em razão de todos esses componentes, cientistas de diversas universidades têm se interessado nas propriedades tera-

pêuticas do guaraná e este é um campo promissor para a ciência. Diversos estudos citam a ação do guaraná no antienvelhecimento, prevenção de trombose, controle de doenças cardiovasculares, anticâncer, redutor de colesterol, entre outras aplicações no campo da medicina. Contudo mais estudos precisam ser feitos para elucidar melhor as dosagens, formas de uso e aplicações na saúde humana.

Foto: Felipe Rosa



Foto: Sigilia Souza



Foto: Felipe Rosa



Foto: Sigilia Souza



Foto: Sigilia Souza





Laranja

Presume-se que a laranja surgiu no sul da China. Seu nome científico, *Citrus sinensis*, faz alusão a esse país asiático. É um híbrido natural de duas espécies principais: *Citrus maxima* (toranja) e *Citrus reticulata* (tangerina). É cultivada em todas as áreas tropicais e subtropicais do planeta, entre as latitudes 40° dos hemisférios Norte e Sul. Navegadores portugueses introduziram variedades chinesas no Brasil por volta de 1530, na Bahia e em São Paulo.

Mutação natural da laranja Seleta, a laranja Bahia foi identificada na capital baiana, Salvador, no século 19, daí dispersando-se até se tornar a variedade mais produzida e consumida mundialmente, como fruta fresca.

A laranja é um alimento funcional com diversas propriedades nutraceuticas, que retardam o envelhecimento e impedem ou dificultam o aparecimento de doenças crônicas, como as cardiovasculares e o câncer. A vitamina C presente na polpa mantém o sistema imune saudável, prevenindo infecções e neutralizando radicais livres, que danificam células, DNA e proteínas. Também beneficia a estrutura dos ossos, cartilagens, músculos e vasos sanguíneos.

A laranja está entre as frutas preferidas no planeta. Nacionalmente, é a mais consumida depois da banana. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de suco simples (pasteurizado) e concentrado congelado, o que dá à

laranja o maior valor de produção no agronegócio da fruticultura do País. De cada dez copos de suco de laranja consumidos no mundo, oito são brasileiros.

Nas últimas seis décadas, a produção brasileira aumentou 9,2 vezes – de 1,8 milhão de toneladas em 1961 para 16,2 milhões em 2021. São Paulo é o maior produtor, com 77,1% da produção, seguido por Minas Gerais (6,0%), Paraná (3,9%), Bahia (3,7%), Sergipe (2,4%) e Rio Grande do Sul (2,1%). A alta demanda por mão de obra no manejo dos pomares e na produção de mudas faz da citricultura importante fonte de geração de empregos e de renda, com impactos positivos nos índices de desenvolvimento humano (IDH).

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

LARANJA



VERSATILIDADE



Alimento



Bebidas



Óleos essenciais



Fibras têxteis

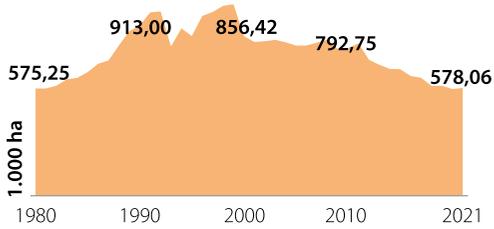


Cosméticos

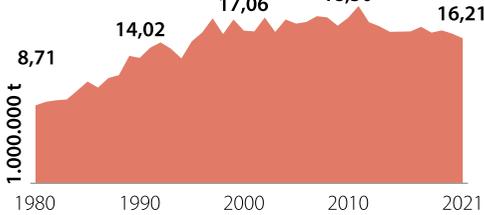


Fitoterápicos

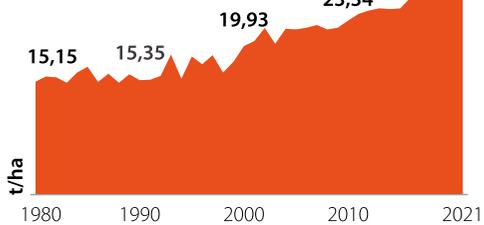
Área colhida



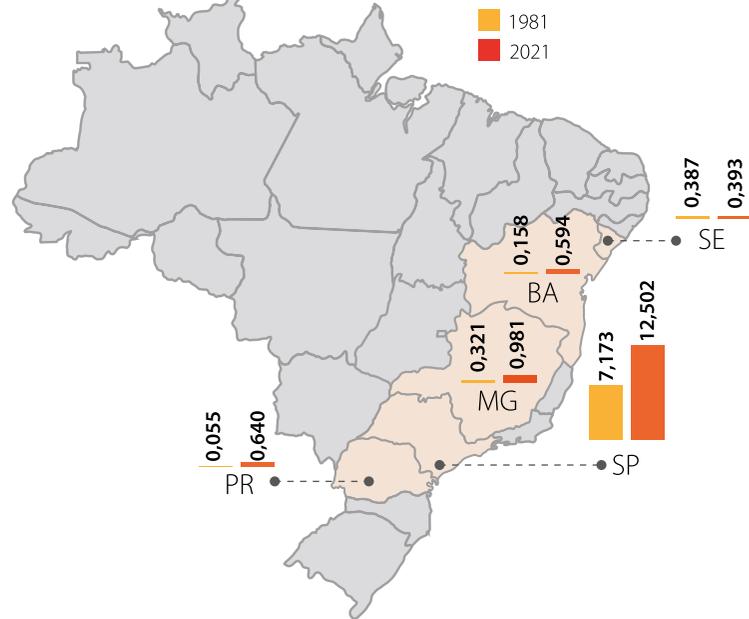
Produção



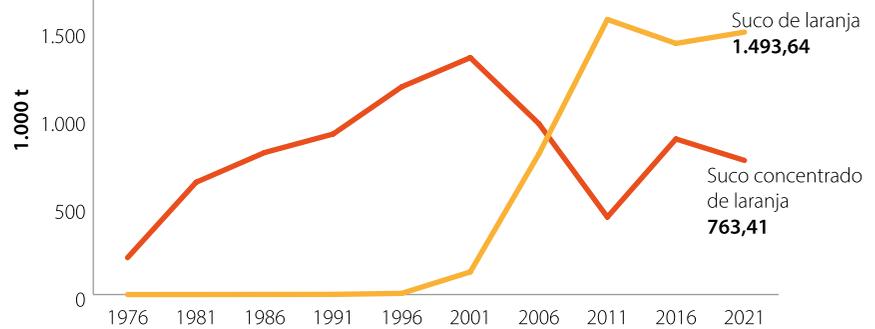
Rendimento médio



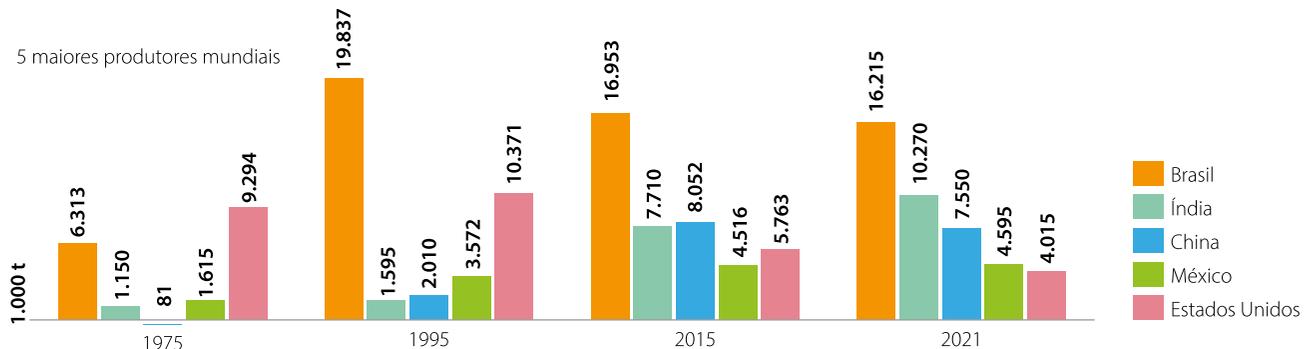
Quantidade produzida em estados selecionados (milhões de toneladas)



Exportações brasileiras de suco de laranja



5 maiores produtores mundiais



Fonte: Adaptado de FAO (2021) e IBGE (2021b).

O desafio da sustentabilidade

A planta comercial de citros é formada por dois indivíduos distintos: a copa, parte aérea, que produz os frutos, e o porta-enxerto, que corresponde às raízes e à porção inferior do tronco. O porta-enxerto é responsável pela sustentação e adaptação da planta ao ambiente de cultivo.

No Brasil, em passado pouco distante, havia o predomínio de uma variedade copa, a laranjeira Pera, e de uma variedade porta-enxerto, o limoeiro Cravo, à exceção do Rio Grande do Sul, onde o trifoliata (*Poncirus trifoliata*) ainda é o porta-enxerto dominante.

Com foco na sustentabilidade da citricultura nacional, em trabalho interativo entre técnicos e citricultores, instituições de pesquisa brasileiras desenvolveram variedades, copas e porta-enxertos, adaptadas aos diferentes ambientes que compõem o País.

Cenários distintos

Hoje há um novo cenário nos principais polos de produção de laranja do País, graças a progressos na diversificação de uso de variedades, alcançados após décadas de pesquisas. Importante conjunto de variedades porta-enxerto foi disponibilizado ao citricultor, a maioria tolerante à seca, condição fundamental ao convívio com a escassez hídrica decorrente das atuais mudanças climáticas.

Essas variedades também se distinguem por outras características de inequívoco valor agrônomo, como a alta eficiência produtiva e a boa qualidade de frutos que conferem às varia-

des copa. Somando-se a esses avanços tecnológicos, variedades porta-enxerto híbridas, que dão à laranja excelente qualidade de suco, serão liberadas em futuro próximo para uso comercial. Parte delas permitirá importantes reduções no tamanho da copa, possibilitando a formação de pomares com um maior número de plantas por unidade de área, com efeitos positivos na lucratividade do citricultor e na preservação do meio ambiente, pela diminuição no uso da terra (efeito poupa-terra) e de defensivos agrícolas e pela facilitação da colheita de frutos e de tratamentos culturais.

Doença preocupa

Maiores densidades de plantio favorecerão o convívio com o *huanglongbing* ou HLB – a mais destrutiva doença da

citricultura – devido à possibilidade de manutenção, por maior tempo, de um adequado número de plantas produtivas por hectare, mesmo com a erradicação de indivíduos doentes. Em razão do menor tamanho que determinam às copas, porta-enxertos ananizantes e semiananizantes elevarão em muito os números atuais de plantas por unidade de área, além de facilitar a colheita mecanizada, prática cuja tendência é crescente na citricultura mundial.

O HLB tem imposto sérios prejuízos aos principais polos de citricultura de São Paulo, Minas Gerais e Paraná, maiores estados produtores, mas o Semiárido brasileiro, que abrange aproximadamente 12% do território nacional, é avaliado por especialistas como região estratégica para a expansão da citricultura, pois a baixa umidade relativa do ar e as altas temperaturas do Semiárido comprometem a sobrevivência do psílido-dos-citros, inseto que dissemina a bactéria causadora do HLB. Essa bactéria, além disso, apresenta nesse ambiente dificuldades de multiplicação. Outro aspecto importante é que as altas temperaturas do Semiárido reduzem o período de maturação e colheita da laranja, implicando menores custos de produção e na possibilidade de explorar “janelas” de oferta da fruta, nas quais os preços são mais elevados devido à escassez do produto em polos citrícolas tradicionais.

Sob essa perspectiva, a Embrapa vem desenvolvendo variedades porta-enxerto que demandam menor quantidade de água na irrigação, bem como

Há um novo cenário nos principais polos de produção de laranja do País, graças a progressos na diversificação de uso de variedades, alcançados após décadas de pesquisas

Foto: Walter Soares Filho



são tolerantes à salinidade, presente em muitas áreas do Semiárido.

A produção de laranjas de mesa de alta qualidade deve ser incentivada, especialmente em regiões de maior altitude, como a Chapada Diamantina, localizada no Semiárido baiano. Essa iniciativa trará importante retorno financeiro ao produtor que investir nesse nicho de mercado, o das frutas frescas para consumo in natura. Com a exportação de laranjas de alta qualidade, como a Bahia,

a Espanha, país mediterrâneo com cerca de ¼ da área plantada nacional, arrecada divisas muito superiores às brasileiras com a exportação de suco.

Aumento do rendimento

De 1961 a 1991 a área colhida de laranjas cresceu expressivamente no Brasil, indo de 119 mil pouco mais de um milhão de hectares em 1998 e 1999, declinando a partir daí, atingindo 578 mil hectares em

2021. Após a entrada do HLB, detectado em 2004, ocorreram reduções significativas na área colhida, especialmente a partir de 2011, que foram compensadas por aumentos em rendimento, devido à adoção de maiores densidades de plantio associadas a técnicas adequadas de manejo da cultura. De 1961 a 2021 o rendimento da laranja evoluiu de 15 t de frutos/ha para 28 t/ha. Espera-se, com a liberação de novas variedades ao citricultor, que esse rendimento aumente muito mais.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Orlando Sampaio Passos



Foto: Lucas Brandão



Foto: Rebeca da Silva Mota dos Santos



Foto: Walter Soares Filho



Foto: Orlando Sampaio Passos



Leite de cabra

O leite de cabra é um alimento milenar produzido através da domesticação por volta do século 12 a.C. Com a evolução do conhecimento do alimento, povos como os egípcios, gregos e romanos, o incorporaram na dieta em forma líquida ou produtos como o queijo. No Brasil, os primeiros caprinos chegaram em 1534 de Portugal para São Paulo. No Nordeste chegaram em 1549, vindos de Cabo Verde para a Bahia.

O leite de cabra tem propriedades nutricionais, metabólicas e terapêuticas reconhecidas. A proteína é de alto valor biológico, importante no combate

à desnutrição e à nutrição de adultos. É considerado um alimento funcional por apresentar glóbulos de gorduras menores, o que facilita a digestão, por ser hipoalergênico e de elevado teor de minerais. Outros atributos do leite de cabra são seu sabor e aroma peculiares.

Na região Nordeste do Brasil é um alimento apreciado e estratégico na alimentação da população, principalmente de crianças, tendo sido nos anos 1980 fundamental no combate à desnutrição infantil. Nos dias atuais, integra políticas públicas que o incorporaram na merenda escolar.

Os derivados lácteos como os queijos finos têm conquistado a gastronomia do país. Hoje no Brasil, o mercado de lácteos caprinos tem à disposição leite fluido, leite em pó, leite longa vida, leite fermentado e uma rica variedade de queijos, cuja demanda tem crescido exponencialmente com o advento do aumento do consumo nacional de vinhos e uso desse ingrediente em harmonizações. Famoso pela lenda de ser ingrediente nos banhos da rainha Cleópatra no Egito Antigo, tornou-se ingrediente da indústria de cosméticos.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

LEITE DE CABRA



VERSATILIDADE



Queijo
Manteiga



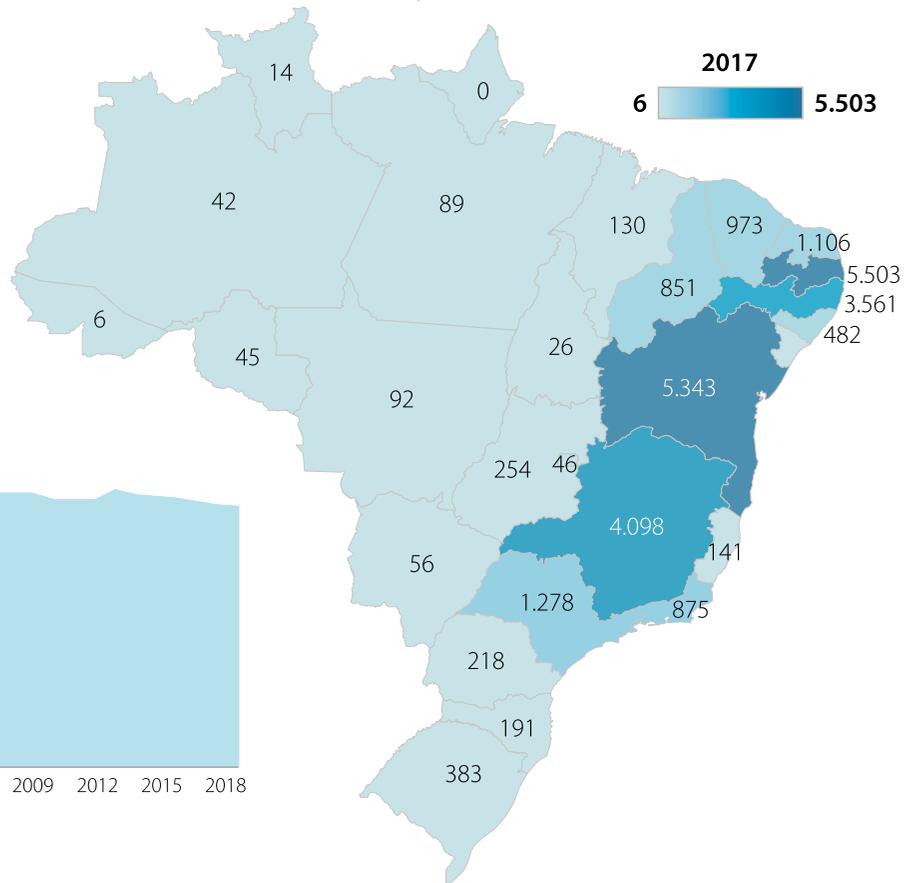
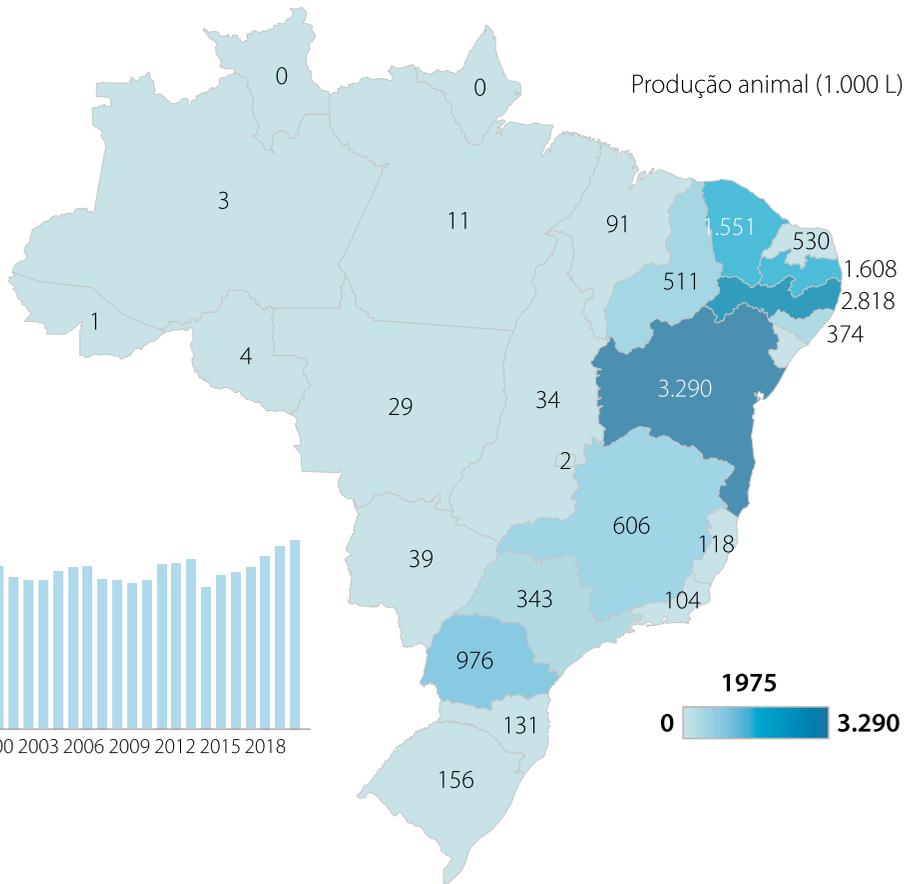
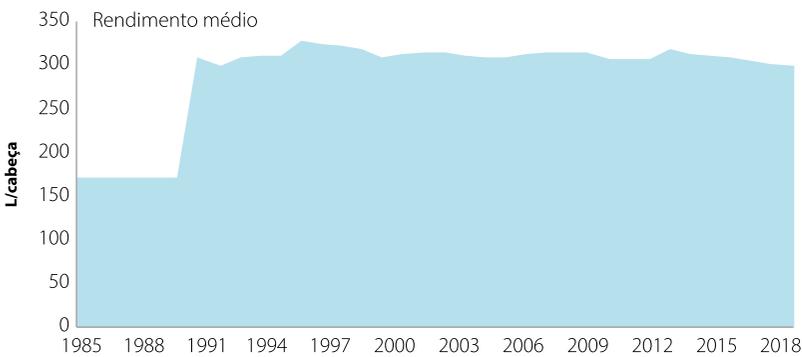
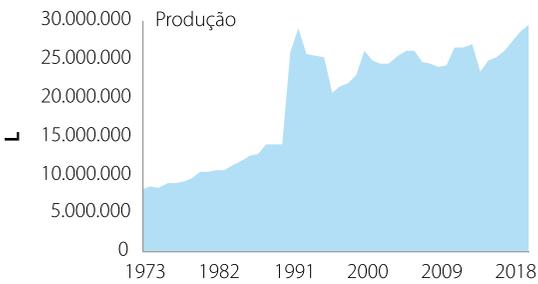
Bebidas
lácteas



Cosméticos



Sorvete



Fonte: Adaptado de IBGE (2017) e FAO (2021).

Empreendedorismo apoiado pela tecnologia

O leite de cabra do Brasil é proveniente de 15.720 estabelecimentos rurais, com destaque para as regiões Nordeste e Sudeste, que produzem 94% dos 26 milhões de litros produzidos anualmente. A produção especializada de leite de cabra teve início na década de 1970, a partir da iniciativa de criadores da região Sudeste, e, posteriormente, do Nordeste (em menor escala), que importaram animais das raças Saanen, Toggenburg e Parda Alpina de países como França, Alemanha, Inglaterra, Suíça e Estados Unidos da América, encerrando o ciclo de importações em 1990, com animais vindos do Canadá.

Na região Sudeste, as motivações principais para o início da criação de caprinos leiteiros foram o empreendedorismo e os investimentos incentivados pelos bons resultados obtidos dos cruzamentos dos animais, que fortaleceram os produtores na aposta da produção de leite de cabra para a fabricação de queijos finos, elaborados artesanalmente (visto que não havia hábito de consumo de leite fluído de cabra). Já no Nordeste, a produção de leite foi incentivada a partir de 2000. Ações socioprodutivas governamentais e federais, em especial o Programa de Aquisição de Alimento, impulsionaram a caprinocultura leiteira implantando um processo organizado de captação de leite com compra garantida de pequenos produtores, beneficiamento em pequenas agroindústrias implantadas na região para esse fim e distribuição do leite caprino para pessoas em risco alimentar.

Melhoramento e reprodução assistida

Desde então avanços significativos ocorreram em diversas áreas envolvendo os sistemas produtivos e o beneficiamento do leite de cabra das duas principais regiões produtoras do país. A produção média de leite por animal avançou exponencialmente, e novos desafios surgem como o controle e prevenção de enfermidades (verminose, artrite encefalite caprina, linfadenite caseosa e micoplasmose). Acompanhou-se também a evolução das técnicas de reprodução assistida (inseminação artificial, superovulação e transferência de embriões) no melhoramento de raças especializadas através do Programa Capragene, lançado em 2005 no Sudeste e recentemente em 2020 no Nordeste. Houve avanços nos modelos de produção

Progressos significativos foram alcançados no beneficiamento de leite de cabra, através de técnicas que melhoraram sua qualidade e segurança, permitindo avanços na elaboração de novos produtos

com vistas à produção sustentável que integram pecuária, produção agrícola e silvicultura, tal como o Sistema de Produção Agrossilvipastoril. Tomaram-se cuidados específicos com a base forrageira e a alimentação de precisão, com estudos de alimentos com potencial forrageiro adaptado a diferentes regiões, exigências nutricionais de genótipos presentes no Brasil e de ferramenta de assessoramento nutricional, como o AssesoNutri, que oferece recomendações precisas para o manejo nutricional de animais de forma simples e com baixo custo.

Ampliação do portfólio

Progressos significativos foram alcançados no beneficiamento de leite de cabra, através de técnicas que melhoraram sua qualidade e segurança, permitindo avanços na elaboração de novos produtos, especialmente na região Nordeste.

Estudos inovadores nas últimas décadas mostram o potencial da transformação do leite produzido no semiárido, apesar das adversidades climáticas, como altas temperaturas e longos períodos de secas, alimentação dos animais utilizando cactáceas, raça dos animais, etc., tornando a qualidade desse leite inigualável. O leite produzido na região semiárida tem mostrado a possibilidade da fabricação de variedades de inúmeros derivados de origem nacional e internacional, destacando-se Ricota, Tipo Boursin, Andino, com ervas aromáticas e o queijo Coalho: tradicional, defumado, com óleo de pequi e probiótico enriquecido com ácido linoleico conjugado. O portfólio



de derivados inclui ainda: doce de leite, sorvetes, iogurtes com frutas tropicais e bebidas lácteas.

Novas oportunidades

A ciência segue dando contribuições importantes nas diferentes áreas e amplian-

do a possibilidade de abertura de novos canais de comercialização, buscando agregar ao leite de cabra componentes bioativos que atuam na saúde humana como anti-hipertensivos e ativadores da imunidade. Além de derivados lácteos com potencial probiótico e prebióticos que melhoram a saúde dos consumido-

res. A identificação de microrganismos nativos no leite caprino com potencial para produção de fermento láctico poderá trazer autonomia brasileira para a produção de novos tipos de queijos, oportunizando a obtenção de sinais distintivos para os produtos desenvolvidos a partir do fermento nativo.

Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



Foto: Maira Vergne Dias



Foto: yanadjian (AdobeStock)



Foto: Maira Vergne Dias



Foto: Maira Vergne Dias





Leite de vaca

O leite é o alimento mais consumido no mundo, constituindo-se em fonte vital de nutrientes para a população. Com elevado valor nutritivo, o leite é rico em proteínas, gorduras, carboidratos, sais minerais, vitaminas e compostos de alta digestibilidade. São inúmeros os produtos lácteos consumidos mundialmente, com destaque para queijo, manteiga, creme de leite, iogurte, leite condensado, além dos leites fluido e em pó.

No Brasil, a pecuária surgiu em 1532 quando desembarcaram os primeiros 32 bovinos de origem europeia. A atividade permaneceu sem grande expressão por mais de três séculos, quando, a partir do final do século XIX, com a decadência do café nas lavouras e a abolição da escravatura, a pecuária se expan-

diu do Sul ao Nordeste nos arredores dos grandes centros consumidores.

Atualmente, a produção de leite é uma das principais atividades econômicas e sociais, sendo responsável pela geração de emprego e renda para milhões de pessoas. Com uma produção de mais de 35 bilhões de litros anuais, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia. Produzido em quase 98% dos municípios brasileiros, o leite tem como principais estados produtores Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Goiás, que juntos respondem por 70% da produção nacional. Diferente de outros produtos do agronegócio brasileiro, em que o País

se destaca dentre os maiores produtores e exportadores mundiais, o leite brasileiro destina-se em quase sua totalidade para o mercado interno.

A indústria de laticínios é o segundo segmento mais importante da indústria de alimentos no País e tem evoluído na busca de atender os anseios dos consumidores atuais. Exemplos são os produtos funcionais (que oferecem benefícios à saúde, além de suas funções nutricionais básicas); os produtos regionais, notadamente os queijos com certificados de origem; e os produtos especializados para grupos especiais (leite sem lactose, leite A2A2, produtos com alto teor de proteína do soro do leite “whey protein”).

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

LEITE DE VACA



VERSATILIDADE

Leite pasteurizado
3,70%

Leite UHT
26,90%

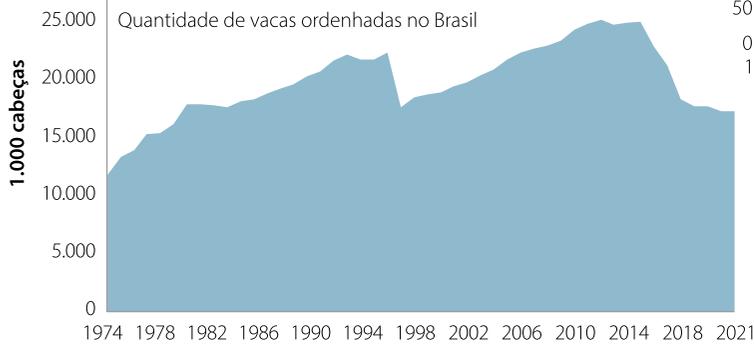
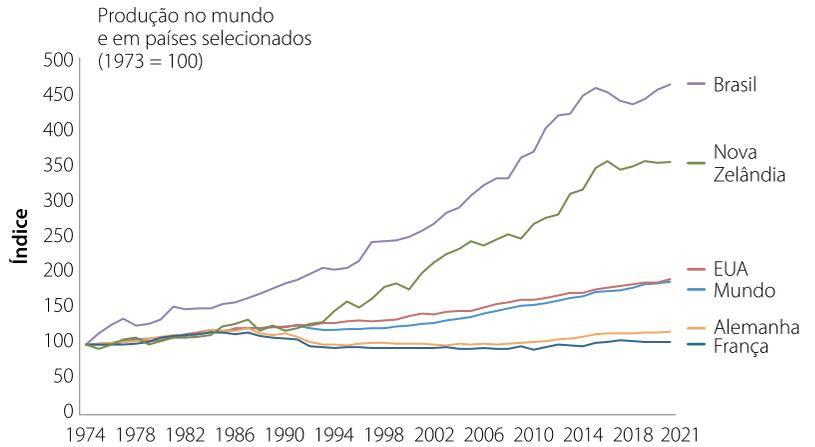
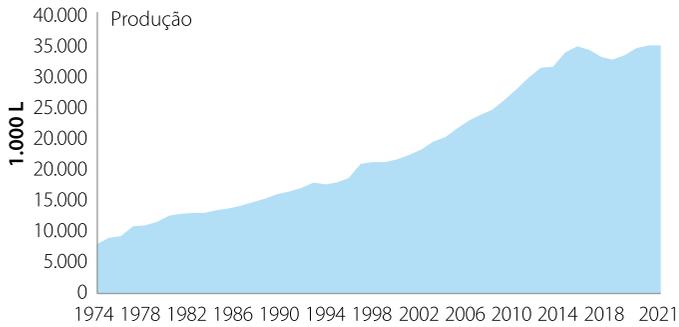
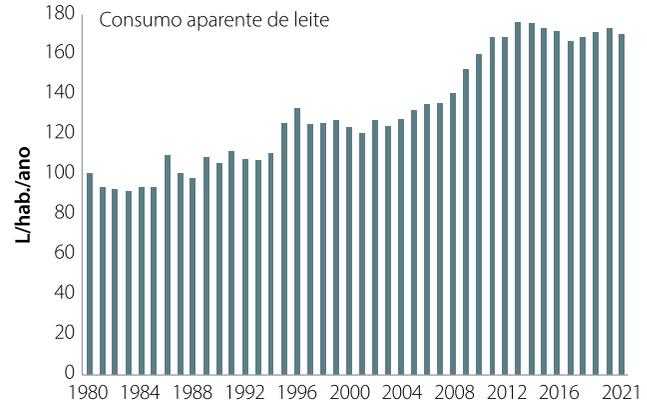
Leite em pó
25,60%



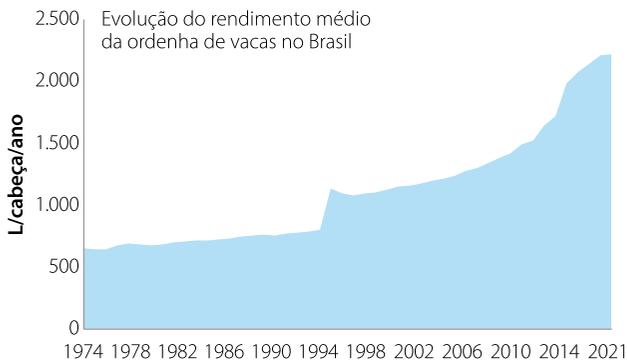
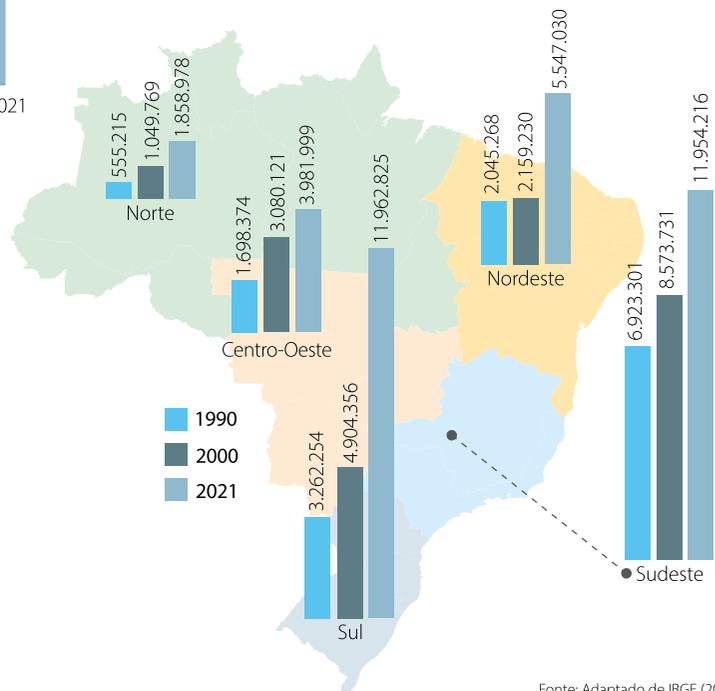
Produtos lácteos
8,50%



Queijo
35,30%



Produção por regiões (1.000 L)



Fonte: Adaptado de IBGE (2023a).

Mais leite via ganhos de produtividade

A atividade leiteira no Brasil passou por uma grande evolução nas últimas cinco décadas. De 1974 a 2021, a produção de leite cresceu 397%, passando de 7 bilhões para mais de 35 bilhões de litros anuais. Já o rebanho de vacas ordenhadas cresceu apenas 47%, sendo que, na última década, tem ocorrido uma queda consistente nesse indicador, que hoje é de 16 milhões de animais, o mesmo que no início da década de 1980. Essa relação se refletiu no aumento da produtividade animal, que cresceu 238% no período, atingindo 2.214 litros/vaca. Esse aumento expressivo da produção, bem acima do nível de crescimento da população, permitiu ao País saltar de um consumo anual de 100 L para 170 L em quatro décadas, disponibilizando mais leite a um menor custo para a população. Esses avanços foram possíveis devido aos ganhos de produtividade dos recursos empregados na atividade.

Contribuições da ciência para aumento da eficiência

O papel da ciência brasileira foi preponderante para permitir essa revolução na atividade leiteira nacional. Na década de 1970, as instituições de pesquisa já contribuíam com a introdução de tecnologias adaptadas ou testadas em condições tropicais. Uma das principais contribuições veio do melhoramento genético animal, que se iniciou pela pesquisa do mestiço leiteiro brasileiro e de estratégias de cruzamentos, seguida pelo pioneirismo na seleção da raça Gir Leiteiro. Na sequência, vieram os trabalhos de seleção para leite na

raça Guzerá e na raça tropical brasileira, o Girolando, que conferiram um grande avanço de produtividade nessas raças. A pesquisa também atuou na avaliação genética nas raças Holandesa e Jersey. Essa melhoria genética dos animais, aliada aos avanços na área de reprodução, permitiram ao Brasil avançar de forma consistente na produtividade animal com a disseminação de genética superior adaptada às diferentes regiões do País.

Outro grande avanço foi o melhoramento genético de plantas forrageiras. Até o início da década de 1980, os sistemas pecuários no Brasil eram predominantemente extensivos, tendo como base o uso de pastagens de

Uma das principais contribuições veio do melhoramento genético animal, que se iniciou pela pesquisa do mestiço leiteiro brasileiro e de estratégias de cruzamentos, seguida pelo pioneirismo na seleção da raça Gir Leiteiro

gramíneas pouco produtivas e de baixo valor nutricional, o que resultava em baixas taxas de lotação e reduzido desempenho animal. Atualmente, as cultivares melhoradas associadas ao manejo adequado das pastagens se expandiram por todos os biomas nacionais. A adoção de diferentes sistemas de produção, com destaque na última década para o *compost-barn*, associados ao desenvolvimento tecnológico na área de nutrição animal com o melhor entendimento das exigências nutricionais de bovinos em condições tropicais e a produção de alimentos em quantidade e qualidade permitiram maior intensificação da atividade com avanço na produtividade da terra, resultando na produção de uma quantidade muito maior de leite na mesma área.

Avanços também foram conquistados no campo da qualidade do leite, impulsionado pelo Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite, no qual a pesquisa brasileira teve fundamental participação. O programa permitiu alinhar os padrões nacionais de qualidade aos adotados internacionalmente, que juntamente com a adoção de boas práticas de produção e o adequado controle sanitário dos rebanhos, resultaram na disponibilização de produtos de maior qualidade e mais seguros para a população.

A ciência também teve papel importante na estruturação da cadeia de produção do leite e no aumento de sua competitividade por meio de estudos econômicos que balizaram a formulação de políticas públicas, bem como forneceram subsídios à tomada de de-



cisão dos agentes da cadeia por meio de estudos conjunturais de mercado.

Novos desafios e oportunidades

A ciência brasileira continua trabalhando para o desenvolvimento de novas soluções tecnológicas convergentes. A seleção genômica tem sido um marco que coloca o país na liderança mundial em melhoramento genético tropical. A pecuária de precisão marca a era dos

sensores, onde a tecnologia para mensurar indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais em tempo real já é uma realidade. O uso de geotecnologias avança para permitir o monitoramento das condições das pastagens em larga escala, criando as bases para a criação do zoneamento pecuário. A nanotecnologia, as biotécnicas reprodutivas e a bioenergética também são exemplos de novas áreas de pesquisa aplicada. Por fim, tem-se uma grande demanda por avanços na área da sustentabilidade, em todas as suas vertentes,

que pode ser sintetizada na bioeficiência dos sistemas de produção. Esse conceito busca aliar a eficiência produtiva e econômica, com a produtividade e bem-estar animal e da mão de obra empregada, eficiência alimentar e energética, uso racional de medicamentos e de água, redução da geração de resíduos e menor pegada de carbono. A ciência brasileira já está atuando nesses novos desafios de modo a permitir que o setor possa produzir cada vez mais leite, com maior eficiência e sustentabilidade.

Foto: Márcio Brigato



Foto: Alcides Okubo Filho

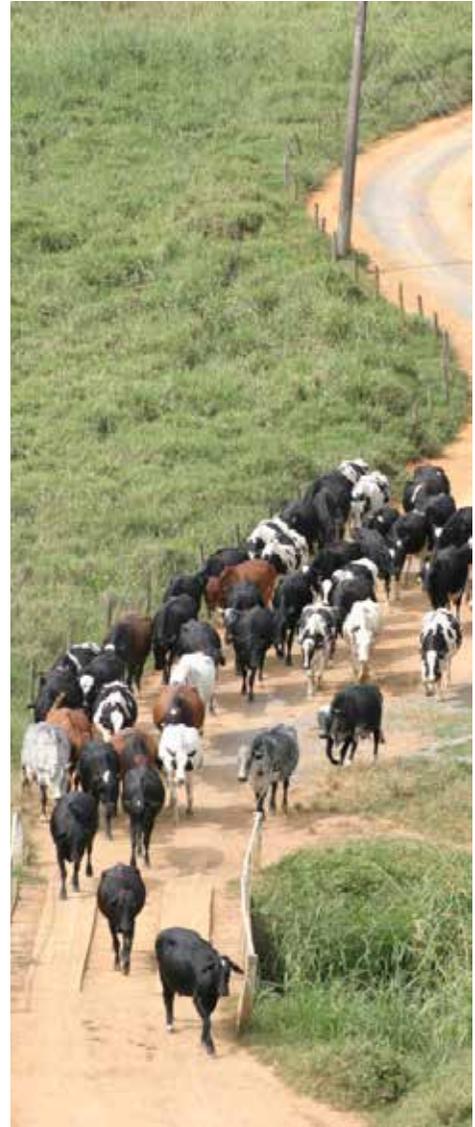


Foto: Pixel-Shot (AdobeStock)



Foto: Marcos La Falce



Foto: Márcio Brigato





Limão

A fruta de citros com polpa ácida conhecida no Brasil como limão tecnicamente se chama lima-ácida 'Tahiti', com sua típica casca verde. No resto do mundo, os limões são os frutos chamados no Brasil de limão-siciliano, com casca amarela. O limão 'Tahiti' provavelmente se originou entre o nordeste da Índia, regiões vizinhas de Mianmar e norte da Malásia. Seu cultivo remonta há mais de 4.000 anos e se acredita que foi introduzido na região mediterrânea pelo Irã, daí o nome Persian lime ou limón Persa em inglês e espanhol, respectivamente. Mais tarde, ganhou o nome de Tahiti por chegar na Califórnia a partir do Tahiti entre 1850 e 1880. No Brasil, muito provavelmente os comer-

ciantes portugueses o introduziram já no século XVI e, daqui, foi levado para a Austrália.

A cultura se adapta muito bem em climas tropicais e subtropicais, onde produz várias safras por ano, especialmente no primeiro semestre no Brasil, sendo seu cultivo preferencialmente irrigado. Os frutos do limão 'Tahiti' são ovais arredondados, com casca fina, superfície lisa e cor verde-escura a amarelo-pálida no ponto de colheita. Sua polpa é amarela-esverdeada e de textura firme. Os frutos não têm sementes e apresentam rendimento de 50% em suco, acidez de 6% e conteúdo em vitamina C de cerca de 40 mg/mL de suco, sendo que um fruto de 100 g contém 85% das neces-

sidades diárias dessa vitamina. O suco de limão acentua o sabor dos alimentos devido ao seu sabor ácido e à presença de óleos essenciais típicos na casca, daí sua grande utilização na culinária, a exemplo de temperos, doces e bebidas.

Seu consumo é crescente no Brasil e em diversos países, devido ao apreço por seus frutos exóticos e refrescantes: é a caipirinha ganhando o mundo! O limão também é muito utilizado na indústria de aromatizantes e perfumaria. Os carotenoides, limonoides, cumarinas, terpenos e outros compostos presentes no limão têm inúmeros efeitos benéficos para a saúde humana, como propriedades antioxidantes e que auxiliam na perda de peso.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

LIMÃO



VERSATILIDADE



Frutos frescos



Sucos pasteurizados e concentrados



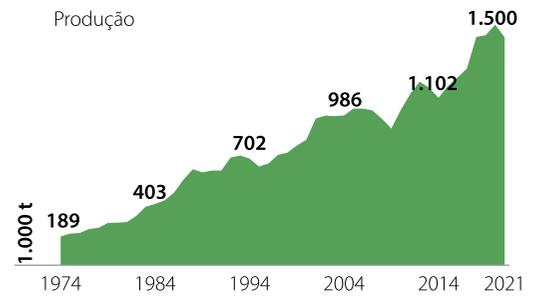
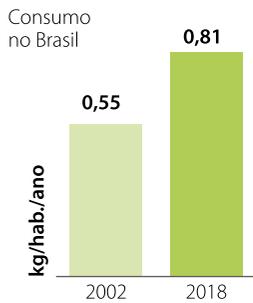
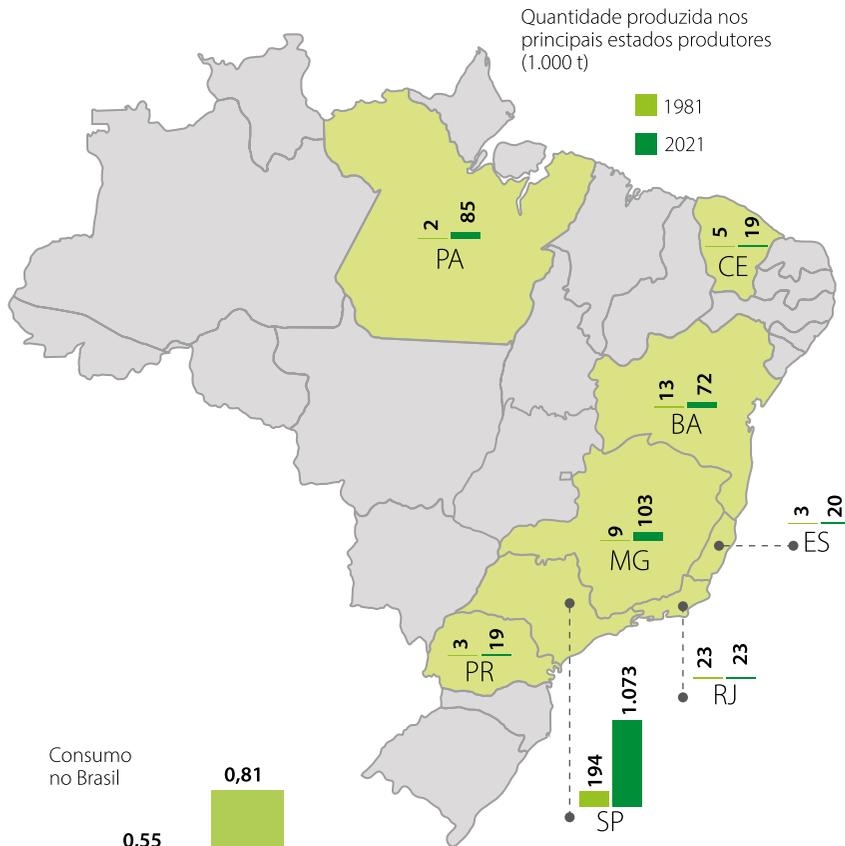
Aromas e bebidas



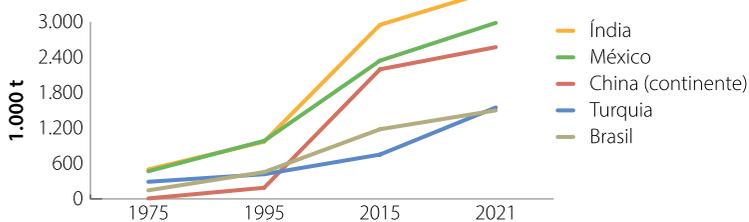
Perfumaria



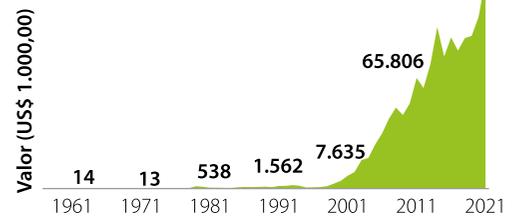
Indústria química



Maiores produtores mundiais



Exportações brasileiras de limão fresco



Fonte: FAO (2023) e IBGE (2021a, 2021b).

Tesouro verde: da agricultura familiar para o mundo

A limeira-ácida (limão) 'Tahiti' é a mais cultivada e o México é um dos maiores produtores. No Brasil, é explorada pelas mais diversas categorias de agricultores, desde os de base familiar até os do tipo empresarial. São cerca de 50 mil hectares nas mãos de mais de 5 mil citricultores que transformaram o limão 'Tahiti' na quarta fruteira em importância na exportação de frutos frescos pelo país.

Os estados que mais produzem são, em ordem decrescente, São Paulo, Minas Gerais, Pará, Bahia e Rio de Janeiro. De 1970 a 2021 a produção nacional cresceu 11 vezes, alcançando cerca de 1,5 milhão de toneladas ao ano, mas a área apenas 5 vezes, demonstrando um grande avanço tecnológico: a produtividade média triplicou entre 1971 e 2021. Já as exportações cresceram incalculáveis 145 vezes! O maior importador é a União Europeia, cujos principais compradores são a Holanda e o Reino Unido. Por outro lado, existe o impedimento à importação pelos Estados Unidos devido às restrições impostas pela legislação estadunidense de sanidade vegetal. Entretanto, em 2022 estavam em consulta pública as normas que servirão de base à liberação para a entrada nos Estados Unidos de limão 'Tahiti', desde que sejam respeitadas algumas exigências específicas do Serviço de Inspeção Sanitária Animal e Vegetal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-APHIS).

Uma dupla imbatível

O limão 'Tahiti' passou a ser pesquisado no Brasil a partir da década de 1940 com os estudos em citologia que determina-

ram a natureza triploide (três conjuntos de cromossomos) da espécie. Na década de 1960, houve pesquisas sobre a sanidade das plantas cultivadas e seleções de 'Tahiti', que resultaram na determinação de um clone livre de exocorte (viroides) mais adequado para cultivo, em meados da década de 1970. Também foram obtidos dois clones nucelares nesse mesmo período e que predominam no Norte e Nordeste do país. Esses trabalhos pioneiros permitiram o estabelecimento do cultivo em bases mais técnicas. A partir dos anos 2000, a ciência ampliou muito seus esforços para tornar mais doce a vida dos produtores de limão. Diversas equipes de pesquisa disponibilizaram resultados que fomentaram o adensamento de plantio, práticas mais eficientes no uso de irrigação, controle do cancro-cítrico, recomenda-

De 1970 a 2021 a produção nacional cresceu 11 vezes, alcançando cerca de 1,5 milhão de toneladas ao ano, mas a área apenas 5 vezes, demonstrando um grande avanço tecnológico

ções de adubação e diagnose do estado nutricional, poda e aplicação de reguladores vegetais para produção fora de época, no segundo semestre, além de tecnologias pós-colheita e coberturas verdes nas entrelinhas de pomares. Em conjunto, esses trabalhos contribuíram para o salto de produtividade que a cultura experimentou, dando condições para sua exportação e maior sustentabilidade da produção. Uma tecnologia merece destaque nessa história: a definição de porta-enxertos mais adequados para o 'Tahiti', notadamente do trifoliata Flying Dragon, que reduz o porte das plantas em 50% e, por isso, permitiu espaçamentos mais adensados.

A combinação 'Tahiti em Flying Dragon' gerou vários impactos positivos, sendo os principais o incremento de renda do produtor via aumento da produtividade, diminuição dos riscos na cultura, estabilidade da produção ao longo do ano e da qualidade do limão. Nessa mesma década, confirmou-se que o clone Quebra-Galho, muito utilizado comercialmente, é contaminado com exocorte e outros viroides, o que estimulou novas pesquisas sobre variedades sadias. A parceria entre as principais instituições que atuam na cultura e a iniciativa privada resultou na obtenção do clone BRS IAC EECB Ponta Firme, extremamente produtivo e que, associado ao Flying Dragon, deverá estabelecer a nova referência de enxertia. Mais recentemente, a partir de 2010, foram registradas novas cultivares tanto de copas como de porta-enxertos para diversificação de variedades, não somente no polo paulista, mas também em

Foto: Eduardo Stuchi



novas regiões produtoras do Semiárido, Cerrado e Amazônia, além de estudos para otimização da irrigação, uso de bioinsumos e produção orgânica, abrindo novas perspectivas para o limão brasileiro.

Desafio à vista: do limão, uma limonada

Atualmente estão em avaliação novas combinações entre os melhores porta-enxertos híbridos de citros e os melho-

res clones selecionados nos programas de melhoramento genético com foco em plantas de porte baixo. Esses trabalhos permitirão avançar nos ganhos de produtividade e eficiência de colheita e tratos culturais. Promover a diversidade da base genética dos pomares é um dos desafios da ciência para o futuro, já que ainda há basicamente uma única espécie cultivada no País. Assim, novos genótipos do tipo limão começam a ser buscados pelo melhoramento, incluindo mais resistentes a doenças.

Ampliar o consumo é outro desafio, já que o limão representa apenas 3,5% da aquisição domiciliar *per capita* de frutas tropicais pelos brasileiros. Mesmo assim, devido ao seu uso diversificado, a fruta já é a sétima com mais demanda no principal entreposto de comercialização de frutas do Brasil, a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp). Pesquisas que desenvolvam novos produtos à base da fruta ou que investiguem mais a fundo seu benefício à saúde serão necessárias.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Lightfield Studios (AdobeStock)



Foto: Léa Cunha

Foto: Thomas Siepmann (AdobeStock)



Foto: kolosyuk (AdobeStock)

Foto: alexlukin(AdobeStock)



Foto: Rebeca da Silva Mota dos Santos



Maçã

A origem da macieira selvagem (*Malus sylvestris*) é atribuída à região situada entre o oeste da China e o sul da Rússia, onde ainda existem florestas inteiras de macieiras. A espécie foi domesticada no norte da China, onde é cultivada há mais de 5 mil anos, e desde a pré-história passou a ser plantada na Europa; nos últimos séculos também foi introduzida nas Américas, na África e na Oceania.

As macieiras (*Malus domestica* Borkh), atualmente, podem ser cultivadas em condições climáticas diversas, desde o frio do Canadá até o Semiárido do Nordeste brasileiro. Apesar disso, o plantio em regiões de clima quente é bastante restrito e depende de cultivares com baixa exigência em frio. Por esse motivo, o cultivo da maçã é mais

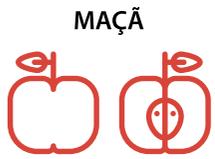
comum em regiões de clima temperado, com inverno rigoroso.

A maçã foi introduzida no Brasil por imigrantes europeus, inicialmente em São Paulo, mas foi na região Sul que o cultivo prosperou. Os plantios comerciais pioneiros começaram a partir da década de 1960, com o apoio do governo federal. A macieira é a mais importante fruta de clima temperado cultivada no mundo, respondendo por 12,4% da produção mundial de frutas. Hoje, o Brasil ocupa o 11º lugar no ranking da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) dos maiores produtores mundiais de maçã. A liderança é da China, seguida pelos Estados Unidos e Turquia.

A maçã possui propriedades refrescantes e adstringentes. É considerada um superalimento por suas propriedades nutracêuticas e apresenta propriedades reguladoras únicas: ajuda na digestão, modera o apetite, controla o colesterol, previne alergias e irritações físicas, melhora a circulação de sangue. Essas características reforçam o ditado inglês: “*an apple a day keeps the doctor away*” ou “consuma uma maçã por dia e mantenha o médico distante”.

Além do consumo in natura, a maçã também é utilizada para a elaboração de sucos, fermentados, destilados e outros subprodutos, como forma de aproveitamento da fruta e de diversificação e agregação de valor.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS



MAÇÃ

VERSATILIDADE



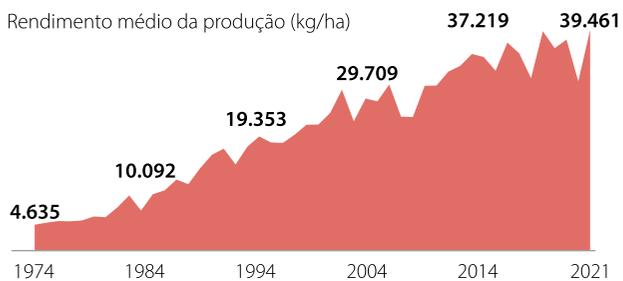
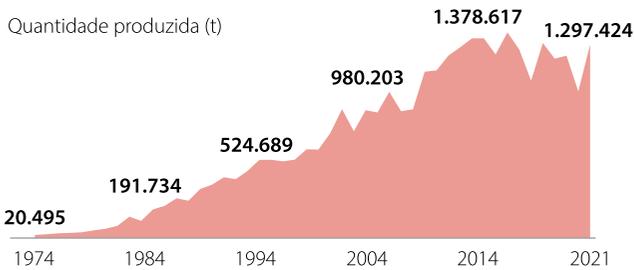
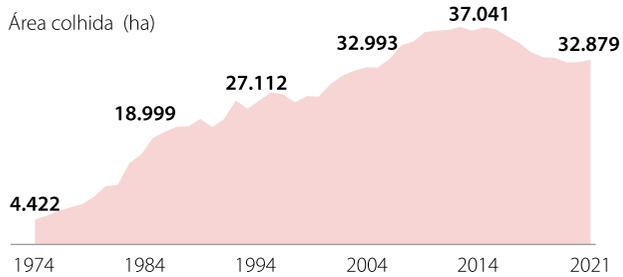
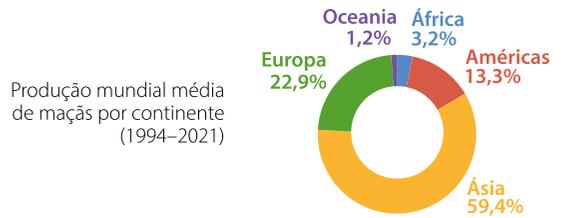
Alimento



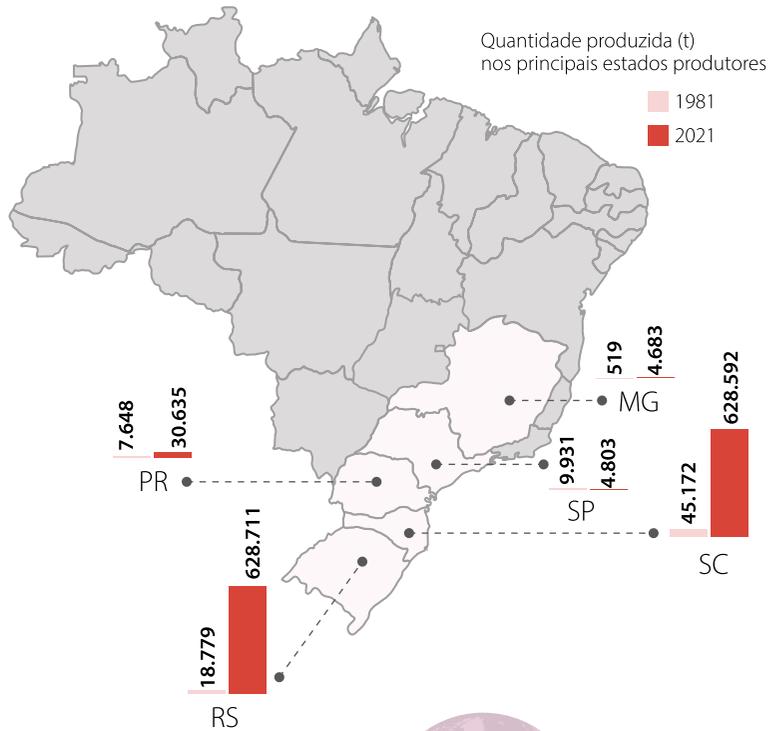
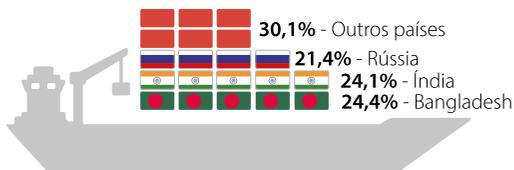
Bebidas não alcoólicas



Bebidas alcoólicas



Principais destinos das maçãs exportadas pelo Brasil



A maçã representa **12,4%** da produção mundial de frutas

PRINCIPAIS PRODUTORES MUNDIAIS

Na safra 2020/2021, a produção mundial de maçã foi de 80,5 milhões de toneladas



Fone: Adaptado de FAO (2021), Epagri (2021), IBGE (2021b) e Statista (2021).

Um grande experimento de pesquisa privada

A produção comercial de maçãs no Brasil teve início no final da década de 1960, como resultado do que foi considerado o maior experimento de pesquisa privada da história mundial. Foram trabalhos fundamentais para a definição de quais cultivares e porta-enxertos tinham potencial para serem cultivados no país. Na década de 1970, a cooperação técnica com a Agência de Cooperação Internacional do Japão (Jica) foi um marco para a cultura.

Com a pesquisa trabalhando em conjunto com a extensão rural e com o setor privado, o Brasil passou da condição de importador à autossuficiência e, nos últimos anos, passou a estar também na lista dos exportadores da fruta. Destaque para a adaptação dos sistemas de cultivo, que passaram de uma densidade de plantio reduzida para sistemas adensados; a produtividade dos pomares passou de 10 t/ha, para uma média de 40 t/ha, atingindo até 70 t/ha em alguns casos.

Gala e Fuji

A introdução de diferentes cultivares produtoras e de porta-enxertos faz parte da história de sucesso da pomicultura brasileira. Na década de 1980, as cultivares Gala e Fuji se consolidaram, evoluindo com a introdução dos respectivos clones. A obtenção de cultivares mais adaptadas às condições brasileiras, com menor necessidade de horas de frio ou que apresentem coloração intensa e total, com casca vermelha, segue como objetivo dos programas de melhoramento genético.

No final da década de 1990, com a pressão dos importadores europeus para registrar as etapas da produção, possibilitando a rastreabilidade e uma produção sustentável, o setor produtivo implantou o Sistema de Produção Integrada de Maçã (PIM), símbolo do pioneirismo da pesquisa nacional. O Sistema apresenta uma redução no uso de produtos fitossanitários, garantindo a qualidade da produção, redução no impacto ambiental, maior segurança do alimento e menor risco aos trabalhadores, além de promover maior organização do setor.

A obtenção de cultivares mais adaptadas às condições brasileiras, com menor necessidade de horas de frio ou que apresentem coloração intensa e total, com casca vermelha, segue como objetivo dos programas de melhoramento genético

Manejo fitossanitário

A produção de maçãs é desafiadora, pois requer olhar atento para a qualidade. Por isso, o manejo fitossanitário é crucial. Os avanços no desenvolvimento de métodos alternativos, como o controle biológico, uso de feromônio sexual para o monitoramento e controle de insetos como a grafolita e a lagarta-enroladeira, o uso das iscas tóxicas para a mosca-das-frutas, além da implantação do Programa de Erradicação da *Cydia pomonella*, são exemplos de avanços decisivos para estabelecer critérios e conquistar mercados para exportação. Nos desafios atuais quanto ao manejo fitossanitário, destacam-se o controle do cancro-europeu e manejo das podridões em pós-colheita.

A implantação e uso da irrigação e da fertirrigação em pomares, visando à produtividade e à qualidade de frutos, frente às condições climáticas adversas, também agora é uma realidade. Os avanços na tecnologia de uso das telas antigranizo também têm sido eficazes para minimizar os riscos de perdas por ocorrência do granizo, alcançando frutos de boa apresentação e padrão exigido pelo mercado.

Ainda relacionado às mudanças climáticas, a implantação e a ampliação para todo o território nacional do Zoneamento Agrícola de Risco Climático para macieira (Zarc-Maçã) permitem a indicação de áreas de menor risco climático no Brasil.

A mudança da estrutura do pomar para adoção da fruticultura de precisão é foco da pesquisa. Há empenho no desenvol-

Foto: Fábio Ribeiro dos Santos



vimento de novos sistemas de condução e ajustes nos atuais, envolvendo a adaptação dos pomares para uso da mecanização dos tratamentos culturais, fitossanitários e, inclusive, no momento da colheita, visando principalmente reduzir os custos com mão de obra.

Qualidade por mais tempo

A armazenagem e a manutenção dos frutos com qualidade através da adoção de câmaras frias de atmosfera con-

trolada (AC) asseguram a oferta regular de maçãs durante o ano todo. Ainda são desafios o desenvolvimento de embalagens inteligentes que evitem a manipulação dos frutos nas gondolas e, assim, aumentem a vida útil na prateleira.

Em termos de gestão ambiental, diversas ações buscam solucionar o problema de destinação final de efluentes de calda de agrotóxicos na cadeia produtiva da maçã. O planejamento ambiental conta com o apoio de ferramentas desenvolvidas para ampliar o diagnósti-

co ambiental das áreas produtivas e sua gestão, trabalhando com fruticultura de precisão.

Em uma nova dinâmica mercadológica, o setor produtivo tem buscado a formação de Clubes de Cultivares. Busca-se valorizar os diferenciais de novos materiais genéticos, organizar a produção e garantir a qualidade dos frutos e formação de novos nichos de mercado, inclusive através da agregação de valor em subprodutos com destaque para a sêdra, sucos e frutas desidratadas.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS



Foto: Fábio Ribeiro dos Santos



Foto: M.studio (AdobeStock)



Foto: Sappheiros (AdobeStock)



Foto: Jorge Duarte



Foto: Viviane Zanella



Foto: Letícia Longo



Mamão

Descoberto pelos espanhóis no sul do México e em regiões da América Central, o mamoeiro chegou ao Brasil por volta de 1587. O estado de São Paulo foi um dos maiores produtores nacionais de mamão até meados da década de 1970. Com a ocorrência endêmica da virose mancha-anelar, conhecida como mosaico, a maioria dos plantios de mamoeiro foi eliminada em São Paulo, ocasião em que a cultura migrou para o nordeste do Pará, extremo sul da Bahia e norte do Espírito Santo.

Posteriormente, para ficar mais próxima dos grandes centros consumidores, a cultura também se difundiu para outros estados. O aumento do cultivo no Rio Grande do Norte e no Ceará encurtou a distância para escoar as exportações

para os mercados europeu e norte-americano. Hoje o mamão é cultivado em 25 estados e no Distrito Federal – os principais produtores são Espírito Santo, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte.

O mamão é uma das frutas mais nutritivas e populares do mundo e é consumido preferencialmente como fruta fresca. É fonte de minerais e de compostos antioxidantes como os carotenoides e os compostos fenólicos. Cada 100 g do fruto contém em torno de 3,39 mg de licopeno, 75% da Dose Diária Recomendada (DDR) de vitamina C e 10% da DDR de folato (correspondente natural do ácido fólico) e, por isso, recomendado para gestantes. Já o licopeno pode ajudar na prevenção de doenças crônicas, como diabetes e cân-

cer. O mamão também é rico em fibras e na enzima papaína, que agem na melhora do funcionamento do intestino, e suas sementes são fonte de carpaína, que apresenta ação anti-inflamatória.

Na indústria de alimentos, é transformado em doces, fruta desidratada e cristalizada, geleias, sucos, néctares e polpa. O mamoeiro contém látex, onde se concentra a papaína, enzima proteolítica usada na indústria farmacêutica por suas propriedades cicatrizante, anti-inflamatória, bactericida e bacteriostática e de melhoria da digestão. A papaína é também amplamente utilizada nas indústrias têxtil, de bebidas, couro e cosméticos.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

MAMÃO



VERSATILIDADE



ALIMENTO

Doces, polpas, sucos, sorvetes, chás, condimentos e amaciante de carnes



TÊXTIL

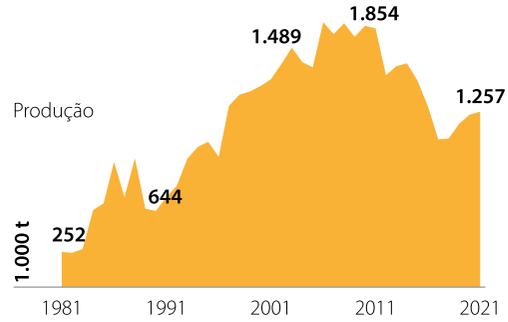
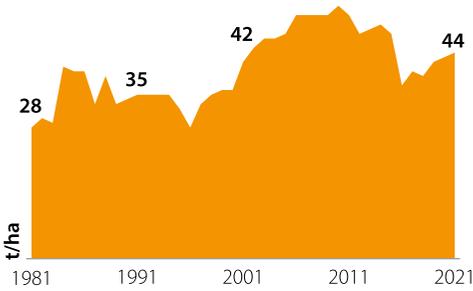
Amaciamento de seda, lã, couro e remoção de pelos



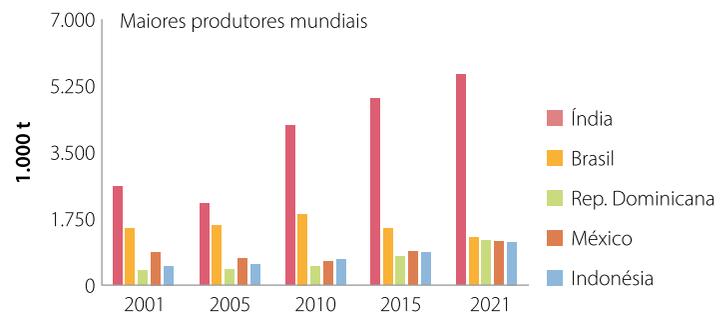
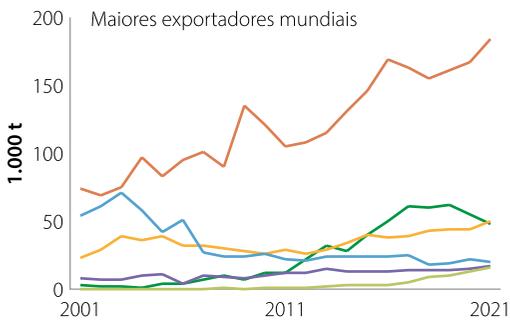
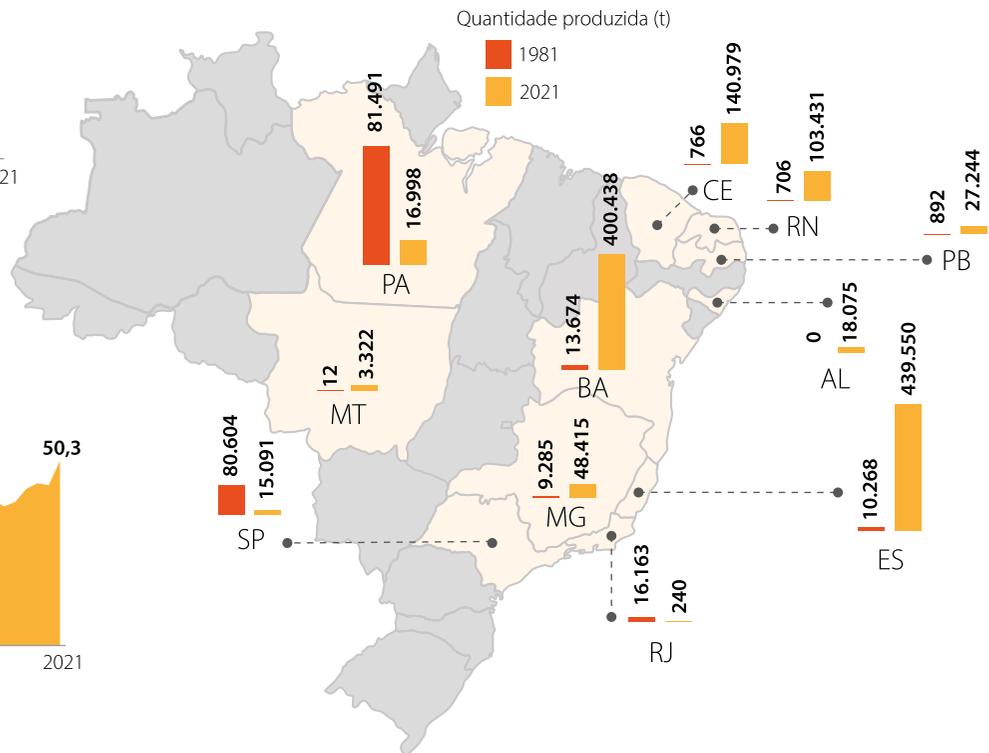
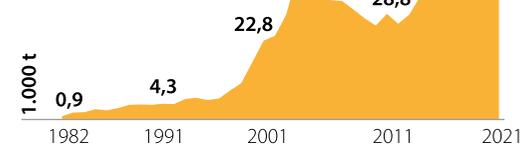
SAÚDE/FÁRMACOS

Tratamento de doenças em humanos e produção de cosméticos

Rendimento



Exportações



Fonte: Adaptado de FAO (2021) e IBGE (2021a).

Mais sabor, consumo e produção

A partir de 1976–1977, com a introdução no Brasil de cultivares do grupo Solo e de híbridos do grupo Formosa, a produção brasileira de mamão foi impulsionada. A adaptação em ambientes mais secos e quentes tem sido a principal vantagem do mamão Formosa, que possibilitou o plantio no Nordeste fora da zona litorânea. Houve grande aumento na comercialização de mamão nos mercados interno e externo, principalmente pelo excelente sabor e aceitação pelos consumidores dos frutos dessas cultivares.

Devido aos problemas fitossanitários enfrentados no estado de São Paulo na década de 1970 que causaram a migração da cultura para outros estados no sentido norte do País, pesquisas foram desenvolvidas para identificar os vetores e hospedeiros da mancha-anelar e da meleira e o manejo necessário para a convivência com essas viroses, que consiste em um rigoroso controle preventivo, com corte e erradicação precoce de plantas infectadas logo após os primeiros sintomas das doenças.

As parcerias entre o setor produtivo e público para orientação e treinamento dos produtores na identificação das doenças e a ação dos órgãos estaduais de defesa fitossanitária para criação de políticas públicas voltadas para a cadeia produtiva do mamão possibilitaram a difusão do cultivo e o crescimento da produção.

Novos mercados

Na década de 1980, o melhoramento genético lançou as variedades do grupo Solo, que atenderam aos mer-

cados interno e externo. A partir de então, ocorreu um grande salto na produção, tanto para comercialização no mercado nacional como para exportação. O melhoramento genético realizado por empresas públicas e privadas lançaram as variedades Sunrise Solo 72/12, Baixinho de Santa Amália, Grampola, Golden, Gran Golden, Sunrise Solo BSA, Golden MD2, Golden THB, Aliança, Calimosa e Rubi Incaper.

As pesquisas em conservação de sementes, sistemas de produção de mudas (tubetes e propagação vegetativa), manejo do solo – subsolagem e manutenção da vegetação nas entre-

O uso da inteligência artificial para o monitoramento de pomares com drones, associado a software que permita a identificação precoce das viroses para erradicação mais eficiente, é uma das linhas de pesquisa em desenvolvimento

linhas para o cultivo do mamoeiro nos Tabuleiros Costeiros – e sistemas de irrigação poupadores de água, como microaspersão e gotejamento, são exemplos de outras tecnologias geradas que impulsionaram a produção de mamão no Brasil.

Com o desenvolvimento do System Approach para o mamão – que reduz significativamente o índice de risco da presença de larvas da mosca-das-frutas sem a necessidade de qualquer tratamento fitossanitário pós-colheita – foi possível iniciar a exportação para os Estados Unidos, que já usavam barreiras fitossanitárias em virtude da presença da mosca-das-frutas no território brasileiro.

Devido à crescente demanda por certificações no exterior, o governo federal lançou o programa Produção Integrada de Frutas – Mamão, desenvolvido em parceria com entidades de ensino, pesquisa e desenvolvimento e a iniciativa privada. Tecnologias foram difundidas e melhoraram os sistemas produtivos, garantindo desde a qualidade da fruta produzida com baixo impacto ambiental, justiça social e rastreabilidade até a comercialização.

Vanguarda tecnológica

Muitos desafios ainda precisam ser vencidos, como a convivência com as pragas agrícolas com menor uso de agrotóxicos – menor impacto ambiental; a obtenção de variedades resistentes às viroses mancha-anelar e meleira; a abertura de novos mercados para exportação; o desenvolvimento de tecno-



logias para enfrentamento do aquecimento global; entre outros.

A liberação de ácaros predadores *Phytoseiidae* e o uso de fungos entomopatogênicos são ferramentas de controle biológico que estão sendo pesquisadas para o manejo das pragas ácaro-rajado e ácaro-branco, que causam grandes perdas na produção do mamoeiro.

O uso da inteligência artificial para o monitoramento de pomares com drones, associado a software que permita a identificação precoce das viroses para

erradicação mais eficiente, é uma das linhas de pesquisa em desenvolvimento.

Nas instituições públicas e privadas, os bancos de germoplasma estão sendo utilizados para a criação de variedades que apresentem maior potencial produtivo, maior qualidade dos frutos, melhor tolerância às pragas agrícolas e que atendam às preferências do consumidor tanto do mercado interno como externo.

A edição gênica do DNA do mamoeiro para obter plantas resistentes à meilera e a produção de plantas transgênicas resistentes à mancha-anelar e à melei-

ra são estratégias que estão sendo estudadas para solucionar o problema das viroses. Para enfrentar o aquecimento global, pesquisas em irrigação avançam para sistemas poupadores de água.

O aumento do período de conservação do fruto é desafiador, principalmente devido às doenças pós-colheita. Pesquisas com tratamentos físicos (água quente e ultravioleta-C), insumos biológicos, compostos antimicrobianos (óleos e extratos vegetais) e nanotecnologia vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de aumentar a vida útil de prateleira do mamão.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Alessandro da Silva Oliveira



Foto: Arlene Maria Gomes Oliveira

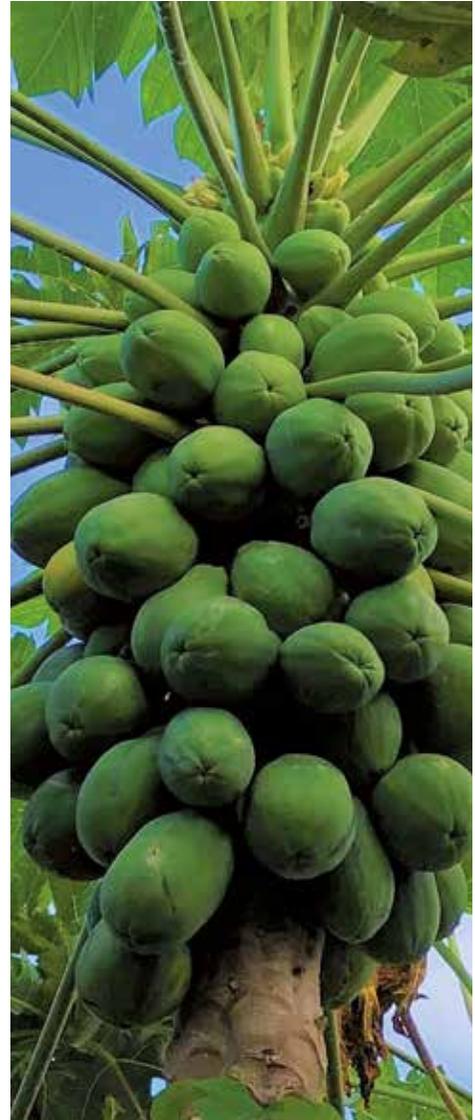


Foto: Arlene Maria Gomes Oliveira



Foto: Flavio Ubiali



Foto: Alessandro da Silva Oliveira

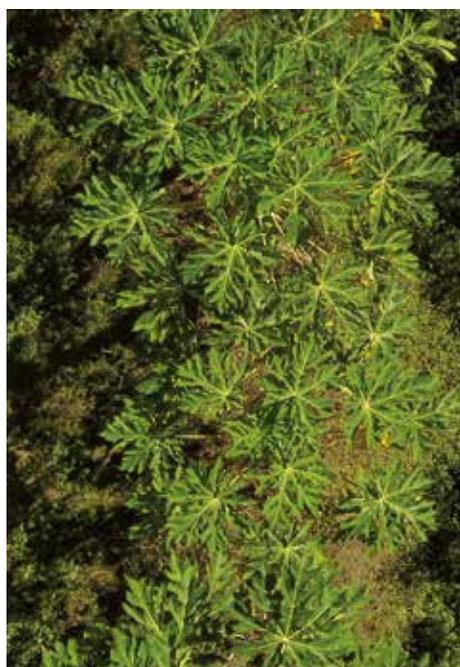


Foto: Arlene Maria Gomes Oliveira





Mandioca

A mandioca é originária da América do Sul e o Brasil foi o principal centro de dispersão. A cultura tomou maior impulso no País após 1939, com a obrigatoriedade da mistura de farinha de rapa à de trigo. Também contribuiu para o aumento das áreas plantadas o interesse pela fabricação do amido fino, exportável para os Estados Unidos, que perderam, com a Segunda Guerra Mundial, o seu principal fornecedor à época – a Ilha de Java – e voltaram sua atenção ao Brasil.

Nos trópicos, a mandioca é a terceira fonte mais importante de calorias, atrás apenas do arroz e do milho, e sustenta cerca de 700 milhões de pessoas.

A produção mundial de mandioca em 2021 foi de aproximadamente de 315 milhões de toneladas. Nigéria, República Democrática do Congo e Tailândia são os maiores produtores, e o Brasil é o quinto maior produtor.

O mercado de exportação de mandioca e derivados em 2021 foi de 361,24 milhões de dólares, sendo o Vietnã o maior exportador e a China, o maior comprador. No mundo, a raiz é plantada em grande parte por pequenos agricultores, e é uma das poucas culturas básicas produzidas com razoável eficiência em pequena escala.

A mandioca apresenta compostos cianogênicos que determinam o nome popular da planta. Quando o teor des-

as substâncias tóxicas é baixo, a mandioca recebe o nome de aipim ou macaxeira e suas raízes são utilizadas para consumo de mesa, sendo comercializadas na forma in natura ou pré-cozida, e, geralmente, consumidas nas formas cozida ou frita.

Na indústria, a mandioca “brava”, que tem teores cianogênicos mais elevados, é transformada principalmente em farinha para uso alimentar e em fécula, que, com seus produtos derivados, tem conquistado espaço no mercado de amiláceos para a alimentação humana ou como insumo nas indústrias têxtil, farmacêutica, de panificação, alimentos embutidos, embalagens, colas, mineração e cosméticos.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

MANDIOCA



VERSATILIDADE



Alimento



Ração



Massas Panificação



Indústria química



Cosméticos



Indústria farmacêutica



Indústria de papel e celulose



Indústria têxtil

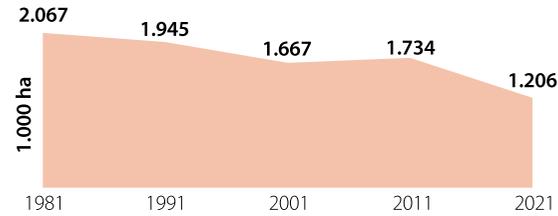


Colas

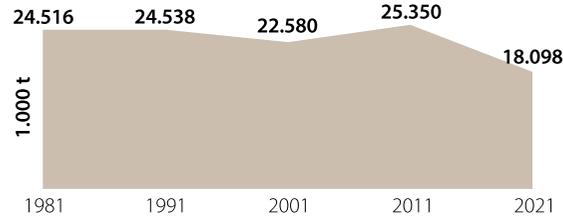


Mineração

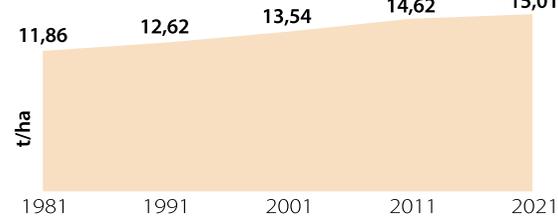
Área colhida



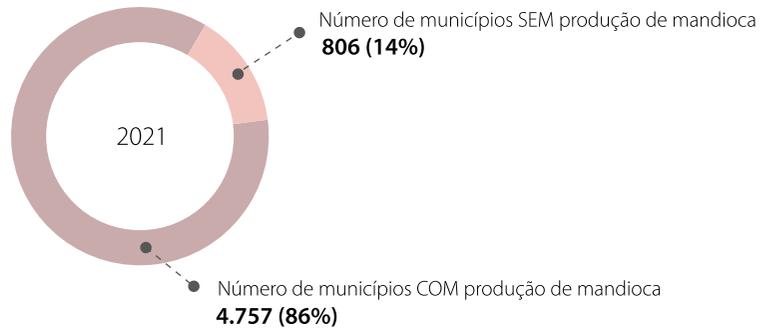
Produção



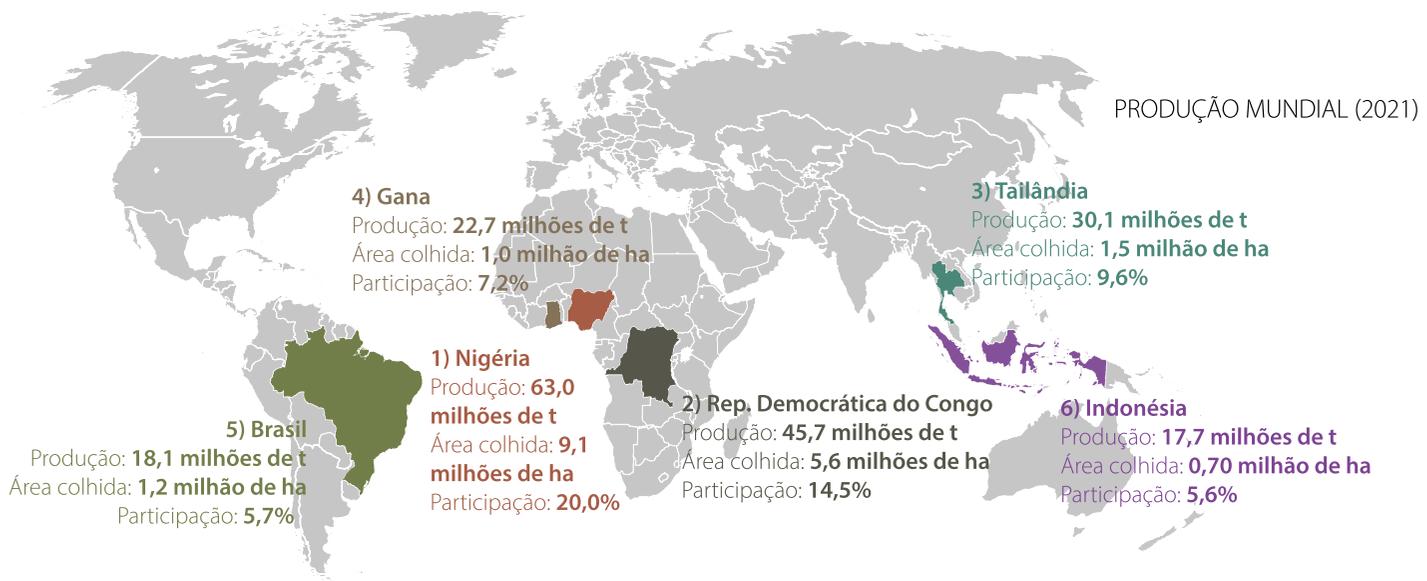
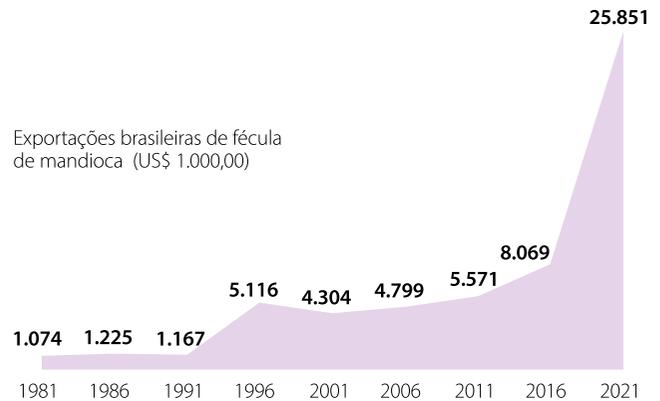
Rendimento médio



Municípios brasileiros COM e SEM produção de mandioca



Exportações brasileiras de fécula de mandioca (US\$ 1.000,00)



Fonte: Adaptado de FAO (2021) e IBGE (2021b).

Da pesquisa à mesa

A pesquisa agrônômica com a cultura da mandioca no Brasil teve início no Instituto Agrônômico (IAC), SP, em 1935, com o objetivo de obter novas e melhores variedades em substituição à variedade Vassourinha. O primeiro relato de pesquisa foi publicado em 1950 pelo IAC. Em 1979, Antônio José da Conceição, então professor da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, registrara que a mandioca passou a ser uma prioridade para países em desenvolvimento na década de 1970 devido à explosão populacional, à crise energética (mandioca para produção de álcool) e à necessidade de países em desenvolvimento serem autossuficientes em alimentos. O Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (Ipean), PA, também figurou entre os principais órgãos em pesquisas com mandioca no Brasil.

A partir da década de 1970, o Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical da Embrapa assume o protagonismo nessa área, destacando-se também o Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar) e, mais recentemente, o Centro de Raízes e Amidos Tropicais (Cerat) da Universidade Estadual Paulista e a Universidade de Brasília.

Entre os resultados científicos de maior impacto na mandiocultura estão: novas variedades de mandioca mais produtivas, resistentes ao estresse hídrico, a doenças e pragas e voltadas para indústria e para mesa; novas cultivares biofortificadas; sistemas de produção mais sustentáveis (por exemplo, cultivo mínimo e plantio direto); controles biológicos de pragas; indicação geográfica da farinha de mandioca (agregando va-

lor ao produto) e a produção de material propagativo de qualidade em larga escala, com a Rede de Multiplicação e Transferência de Materiais Propagativos de Mandioca com Qualidade Genética e Fitossanitária (Reniva), que atende a pequenos e grandes agricultores.

Mais com menos

Pesquisas sobre os efeitos das mudanças climáticas em mandioca demonstraram que a cultura é muito eficiente em minimizar os efeitos da seca quando cultivada sob elevada concentração de gás carbônico (CO₂). Esse efeito é maior do que o observado em outras culturas, habilitando a mandioca a substituir outras tradicionais culturas produtoras de carboidratos que sofrerão mais nessas condições. A boa adaptabilidade

Variedades resistentes a pragas e doenças e técnicas de controle biológico reduzem o uso de agrotóxicos, permitindo um trabalho mais seguro aos agricultores e a obtenção de alimentos a custos mais baixos

da mandioca aos efeitos das mudanças climáticas e sua alta capacidade de produção de carboidratos é uma garantia à segurança alimentar no Semiárido da região Nordeste do Brasil e, em especial, na África subsaariana.

Variedades mais produtivas, espaçamentos mais densos, sistemas de produção mais sustentáveis e métodos mais eficazes de produção de manivas-mente produzem o chamado efeito poupa-terra, no qual a maior produtividade reduz a necessidade de abertura de novas áreas para plantio, contribuindo para preservar e restaurar a vegetação nativa e reduzir os custos de produção. Variedades resistentes a pragas e doenças e técnicas de controle biológico reduzem o uso de agrotóxicos, permitindo um trabalho mais seguro aos agricultores e a obtenção de alimentos a custos mais baixos e sem riscos de resíduos químicos indesejados.

Embora a mandioca seja naturalmente resistente ao estresse hídrico, a geração de cultivares ainda mais resilientes aos períodos de seca, cada vez mais intensos e frequentes, ajudam na sustentabilidade dos pequenos agricultores nas regiões mais áridas, ou sujeitas a seca em épocas específicas, por meio do efeito poupa-água.

Biofortificação e gastronomia

Na composição das variedades biofortificadas, há altos teores de carotenoides (betacaroteno e licopeno) com propriedades antioxidantes e precursores da vitamina A (betacaroteno), cuja ausência



na dieta leva a problemas de anemia e visão; contribuem, portanto, para reduzir a desnutrição e o combate à “fome oculta” – a carência específica de alguns micronutrientes.

Todos esses esforços de pesquisa, realizados desde o início do século XX no Brasil, permitem que a mandioca chegue à mesa dos brasileiros a custo acessível, nas suas diferentes formas (tapioca, beiju, pão-de-queijo, polvilho e

farinhas artesanais). Os benefícios das tecnologias geradas possibilitam ampliar a utilização dos seus produtos e derivados, contribuindo com a sustentabilidade da cultura.

Desafios para um novo futuro

Para a pesquisa, os principais desafios são a maior adoção de tecnologias,

o uso de sistemas de manejo de solo conservacionistas, uma melhor disponibilidade de manivas-semente das variedades-elite, a geração de novas variedades com amidos diferenciados e que permitam ampliar o período de safra, a redução dos custos do controle de plantas daninhas, a mecanização da colheita e o estabelecimento de relações mais harmônicas entre produtores e indústrias de processamento.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Anapaula Lopes



Foto: Léa Cunha

Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Ana Mônica



Foto: Alessandra Vale



Foto: Priscila Viudes



Manga

A manga pertence à mesma família de frutas nativas do Nordeste do Brasil como o umbu, cajá e o caju, a família Anacardiaceae. O centro de origem da manga é o sul da Ásia (Índia e Arquipélago Malaio). Com as rotas comerciais marítimas entre a Ásia e Europa, foi levada para as costas leste e oeste da África e América.

O Brasil é considerado o primeiro país das Américas a cultivar a mangueira, com a introdução dos primeiros plantios no estado da Bahia pelos portugueses no século 16. As mangueiras brasileiras eram formadas por variedades nacionais (Espada, Rosa, Bourbon, Carlotinha, Ubá, etc.), propagadas por sementes em diferentes regiões do país.

Mudança expressiva no cultivo foi experimentada a partir da década de 1970, com a introdução de cultivares provenientes da Flórida, nos Estados Unidos, com características superiores de produção e propriedades organolépticas.

Os primeiros plantios comerciais foram feitos em São Paulo e, até o final dos anos 1980, a região Sudeste concentrava grande parte da produção. Atualmente, a região Nordeste (Bahia e Pernambuco) possui maior área cultivada e volume de produção e é responsável por mais de 90% das exportações para a Europa, América do Norte e outras regiões. A mangueira se adaptou bem às condições edafoclimáticas do Brasil e hoje o país está entre os dez

maiores produtores e exportadores da fruta no mundo.

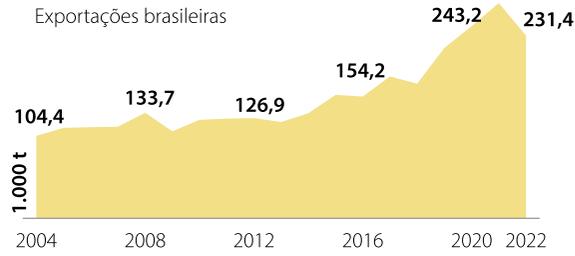
A manga é a segunda fruta tropical mais consumida no mundo (a primeira é a banana). Pode ser consumida in natura, seca ou liofilizada e processada para produção de polpas, sucos, néctares e geleias, além de ter uso culinário em receitas de bolos, musses, vitaminas, molhos, saladas, coquetéis, licores, e etc. O consumo da manga proporciona benefícios à saúde por fornecer carboidratos, lipídios, proteínas, fibras, vitaminas (A, B6, B12, C e E), minerais (potássio, cálcio, fósforo, sódio, magnésio, ferro e zinco) e compostos bioativos com propriedades antioxidantes, como os carotenoides e a mangiferina.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

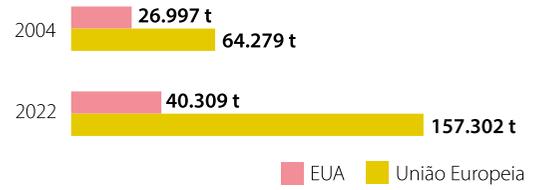
MANGA



Segunda fruta tropical mais consumida no mundo



Exportações brasileiras para os dois principais mercados compradores



VERSATILIDADE



Bebidas não alcoólicas e alcoólicas



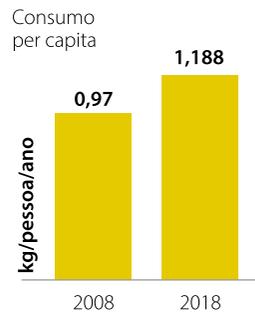
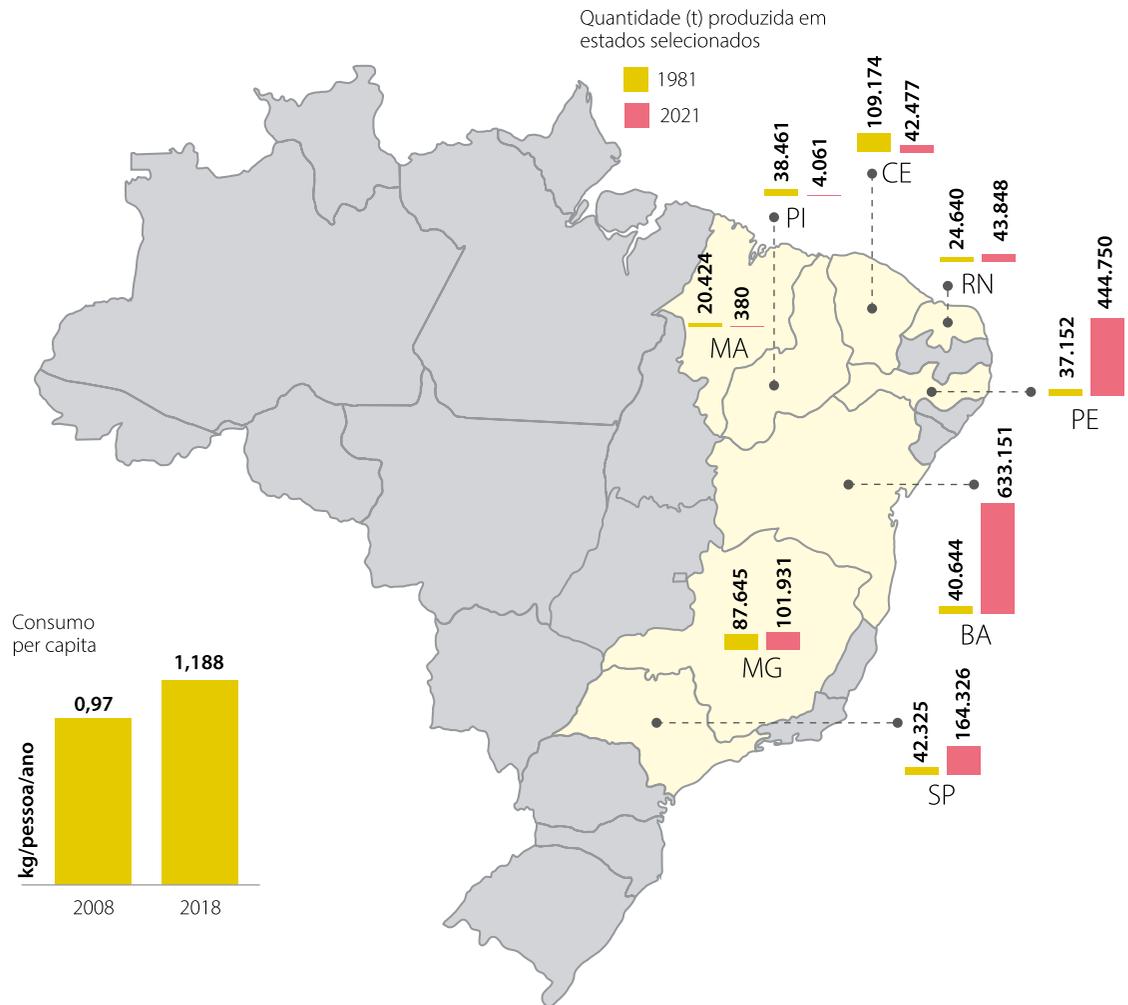
Fruta in natura



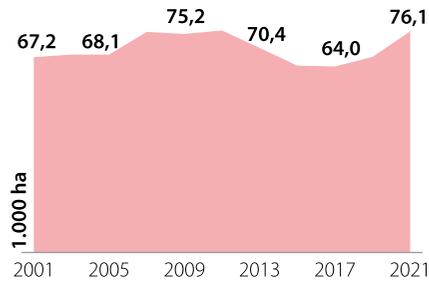
Fruta seca



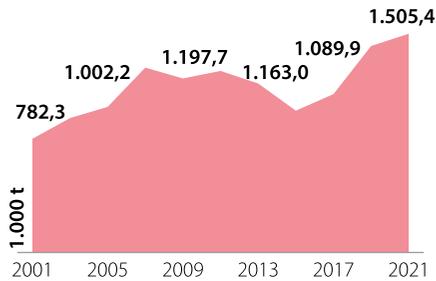
Liolizada e processada (polpas, sucos, néctares e geleias)



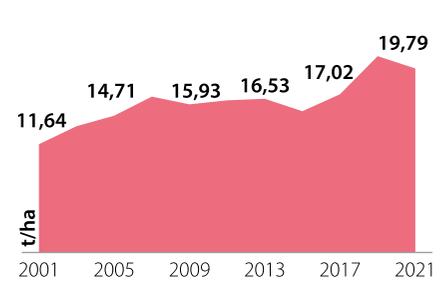
Área colhida



Produção



Rendimento médio



Fonte: Adaptado de FAO (2021), IBGE (2021b) e Comex Stat (2023).

Sabor, emprego e renda

O Brasil vem ampliando o cultivo da manga desde a década de 1970 – após substituição do cultivo de mangueiras tipo “comum” por variedades importadas como Tommy Atkins, Haden, Keitt, Kent e Palmer, cujas características são alta produtividade, coloração atraente, frutos doces, resistentes ao transporte e pouco fibrosos. A mudança no modelo de produção promoveu a inserção consistente do Brasil no mercado internacional de manga na Europa e Estados Unidos da América (EUA). A área cultivada passou de 43 mil hectares em 1988 para 75 mil hectares em 2020.

O surgimento de polos produtores de manga no Sudeste (São Paulo e Minas Gerais) e, principalmente, no Nordeste (Bahia, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte), onde o clima e a tecnologia da irrigação localizada favorecem o desenvolvimento de uma mangicultura intensiva de alto padrão tecnológico, permitiu a geração de milhares de empregos, rendas e divisas para o país.

Atender as demandas dos produtores por uma produção mais tecnológica e competitiva, sem abrir mão da segurança alimentar, só foi possível graças às inúmeras pesquisas científicas que disponibilizaram produtos, informações e processos tecnológicos para compor um novo modelo de produção.

Praga limitava exportações

No início da década de 1990, o primeiro desafio à exportação de mangas aos EUA foi mitigar os riscos de introdução da praga quarentenária *Ceratitis capitata*, por meio de soluções tecnológicas

de manejo integrado da praga e tratamento hidrotérmico em pós-colheita. Essa técnica promoveu também o controle pós-colheita da doença antracnose, outro problema fitossanitário importante da manga. Em 2021, mais de 19% do volume exportado de manga pelo Brasil foi destinado aos EUA.

A tecnologia de indução floral visando adequar a época de colheita aos diferentes mercados, em períodos com maiores retornos econômicos, levou o País à condição de segundo maior exportador mundial de manga. A prática das podas com o objetivo de formar plantas robustas, com o maior número de ramos, com copa aberta e adequada à entrada de luz, permitiu o adensamento, triplicando o número de plantas por hectare e também a produção de frutos com a qualidade requerida pelos exigentes mercados internacionais.

O surgimento de polos produtores de manga no Sudeste e no Nordeste permitiu a geração de milhares de empregos, rendas e divisas para o país

Mais qualidade e produtividade

As pesquisas voltadas às avaliações das necessidades hídricas e nutricionais da mangueira também foram essenciais. A substituição da irrigação convencional (por superfície ou aspersão) pela irrigação localizada (microaspersão ou gotejamento) permitiu o manejo racional da água, solo, planta e nutriente, resultando em melhor qualidade da manga e produtividade média superior a 28 t/ha, como registrado em Pernambuco.

As técnicas utilizadas no manejo dos frutos na pós-colheita, com a identificação do ponto de maturação alinhado aos avanços da cadeia de embalagem e comercialização, têm o objetivo de manter a integridade da fruta e reduzir o nível de estresse. Assim, os avanços nas tecnologias pós-colheita para manga buscaram manter a qualidade e o controle do amadurecimento, por meio dos absorvedores e inibidores de etileno e as atmosferas modificadas e controladas no transporte dos frutos até os diferentes mercados.

Outra contribuição da ciência para a mangicultura foi a implementação das Boas Práticas Agrícolas, previsto pela Produção Integrada de Frutas no Brasil, que reuniu tecnologias de produção, gestão e organização do sistema produtivo sustentável e comercialmente competitivo em atendimento ao sistema de acreditação e certificação. As normas técnicas específicas para a Produção Integrada de Manga foram publicadas



na Instrução Normativa/SARC Nº 012, de 18 de setembro de 2003 (Brasil, 2003).

Apesar de todos os avanços tecnológicos na cadeia de produção, o consumo per capita ao ano de aproximadamente 1 kg de manga no Brasil é considerado baixo.

Desafios

Diferentes instituições têm cooperado em programas de melhoramento para desenvolvimento de novas variedades

de manga no Brasil. Entre as novas variedades desenvolvidas, temos a Beta, Alfa Embrapa 142, IAC Espada Vermelha, Lita, Natalina, Roxa Embrapa 141, BRS Ômega, Amarelinha, Ametista, Augusta e Brasil.

Coleções do banco de germoplasma de mangueira podem ser encontradas em instituições como Embrapa, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Estadual Paulista (Unesp) e Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq).

Entre os desafios da ciência estão: desenvolver cultivares produtivas, resistentes aos principais problemas fitossanitários e com as características demandadas pelos exigentes mercados; soluções em manejo pós-colheita, de forma a manter a qualidade da fruta da colheita até o consumo, adequando técnicas nas formas de transporte para os diferentes destinos, com custos de produção viáveis à exploração e ao menor risco do produtor, frente às frequentes instabilidades da economia nacional e mundial.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Marcelino Ribeiro



Foto: Maria Aparecida Mouco



Foto: fahrwasser (AdobeStock)



Foto: gballigigs (AdobeStock)

Foto: Alexander Ruiz (AdobeStock)



Foto: Maria Aparecida Mouco



Maracujá

Maracujá é uma denominação geral dada ao fruto e à planta de várias espécies do gênero *Passiflora*. O nome maracujá é de origem tupi-guarani e significa “alimento que se toma de sorvo” ou “alimento em forma de cuia”. As primeiras referências ao gênero *Passiflora* foram feitas no século 16, como sua citação na obra *Tratado descritivo do Brasil*, de 1587, na qual o português Gabriel Soares de Sousa fez referência ao maracujá como uma planta com múltiplas potencialidades alimentares, ornamentais e medicinais. O maracujá também é conhecido como fruto da paixão ou flor da paixão. O termo paixão vem da associação das estruturas das flores e da planta do maracujá à Paixão de Cristo.

Existem mais de 500 espécies de maracujás que têm origem na América Tropical, como Brasil, Colômbia, Peru, Equador, Bolívia e Paraguai, embora existam espécies nativas nas Américas do Norte e Central, Ásia e Oceania. Estima-se que mais de 150 espécies de maracujás são nativas do Brasil, considerado um dos maiores centros de diversidade. A cada ano, novas espécies de maracujá têm sido identificadas e descritas no País. Podemos dizer que os maracujás pertencem a uma biodiversidade essencialmente brasileira.

Diferentes partes das plantas dos maracujás têm uso comercial, como os frutos para consumo in natura (maracujás-do-

ces), a polpa para fabricação de sucos e néctares (maracujás-ácidos), as flores para ornamentação (maracujás-ornamentais) e as sementes, folhas e hastes para produção de matéria-prima para indústrias de condimentos, cosméticos e farmacêutica (maracujás funcionais-medicinais). A polpa dos maracujás também pode ser utilizada na formulação mista com outras polpas de frutas, extrato de soja, na formulação de produtos lácteos como iogurtes, na fabricação de bombons, bolos, sorvetes, mousses, geleias e doces. Em escala artesanal, a polpa e as sementes de maracujá são usadas na elaboração de pratos doces e salgados, sendo muito apreciados na culinária gourmet.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

MARACUJÁ



VERSATILIDADE



POLPA
In natura, sucos e preparações caseiras



CASCA
Alimentação animal, adubo, farinha, licor e bebida mista



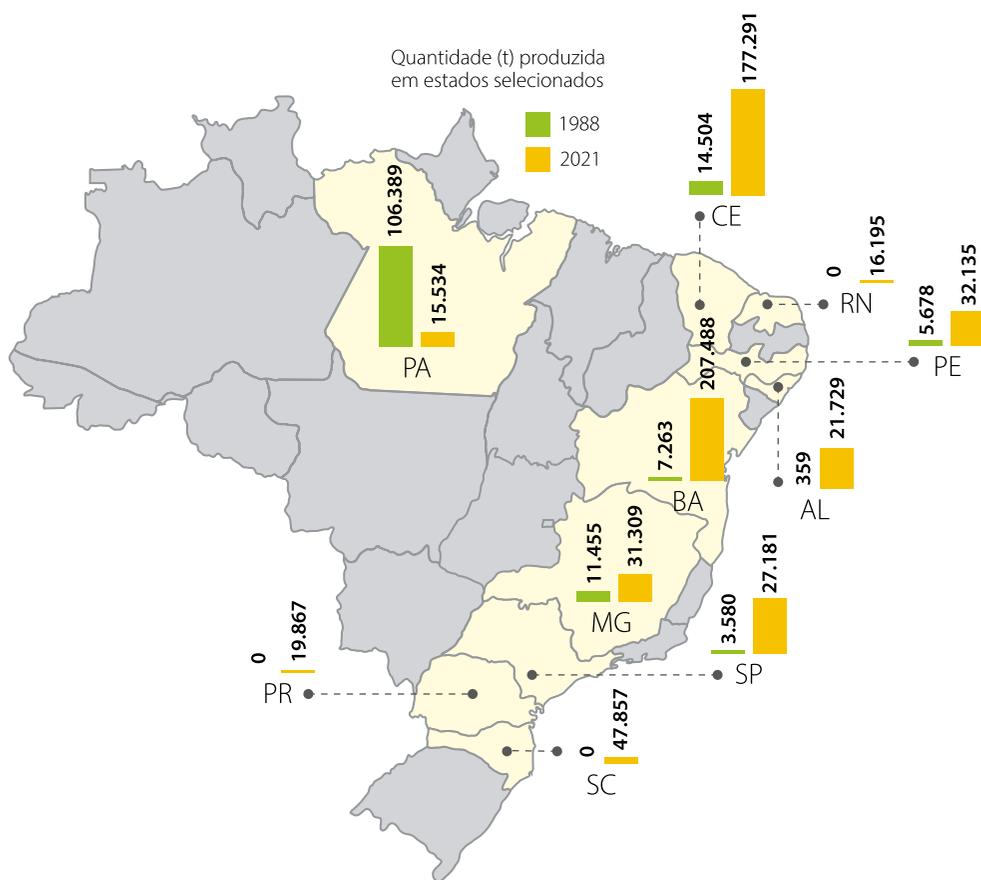
SEMENTE
Decoração de alimentos, indústria alimentícia, indústria de cosméticos e farelo desengordurado



FLOR
Indústria de cosméticos e uso ornamental

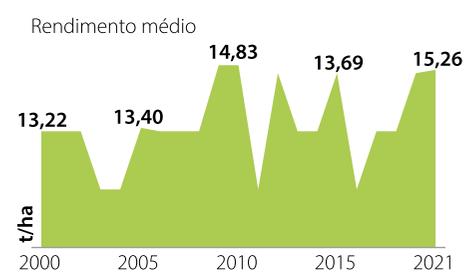
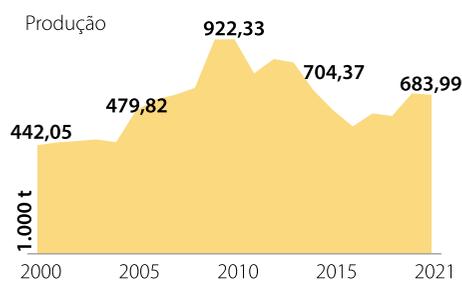
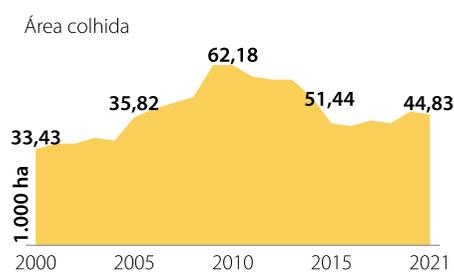


FOLHA
Indústria farmacêutica e indústria de cosméticos



Principais estados produtores em 2021

1 – BAHIA Produção: 207 mil t Área: 17 mil ha Produtividade: 12 t/ha	6 – SÃO PAULO Produção: 27 mil t Área: 1,74 mil ha Produtividade: 16 t/ha
2 – CEARÁ Produção: 177 mil t Área: 7,37 mil ha Produtividade: 24 t/ha	7 – ALAGOAS Produção: 22 mil t Área: 1,59 mil ha Produtividade: 14 t/ha
3 – SANTA CATARINA Produção: 48 mil t Área: 1,90 mil ha Produtividade: 25 t/ha	8 – PARANÁ Produção: 20 mil t Área: 1,39 mil ha Produtividade: 14 t/ha
4 – PERNAMBUCO Produção: 32 mil t Área: 2,48 mil ha Produtividade: 13 t/ha	9 – RIO GRANDE DO NORTE Produção: 16 mil t Área: 1,74 mil ha Produtividade: 9,30 t/ha
5 – MINAS GERAIS Produção: 31 mil t Área: 1,83 mil ha Produtividade: 17 t/ha	10 – PARÁ Produção: 16 mil t Área: 1,58 mil ha Produtividade: 10 t/ha



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b).

Do Brasil para o mundo

A produção brasileira de maracujá é de aproximadamente 700 mil toneladas por ano em uma área de 46 mil hectares. Essa produção representa, aproximadamente, 70% da produção mundial, o que confere ao Brasil o status de maior produtor e consumidor mundial. Praticamente, todo maracujá produzido é consumido no Brasil, de modo que existe uma grande oferta e demanda no mercado interno. No mercado internacional, o Brasil tem trabalhado a exportação de suco concentrado, frutas frescas e também produtos processados, porém de forma incipiente. Certamente, há um mercado internacional ainda pouco explorado, mas com grande potencial para a cadeia produtiva dos maracujás. O cenário mercadológico internacional sinaliza que cada vez mais serão valorizados o aspecto qualitativo e o respeito ao meio ambiente e ao trabalhador, o uso mínimo de agroquímicos, o que tem sido obtido pelos processos de certificação.

O cultivo do maracujá tem grande importância social na geração de empregos no campo, no setor de venda de insumos, nas agroindústrias e nas cidades, além de ser importante opção de geração de renda para micros, pequenos, médios e grandes produtores. A cultura do maracujá é uma ótima opção para fruticultores, por gerar renda semanal ao longo de todo o ano, com diferentes opções de mercado e de agregação de valor ao produto. Do ponto de vista social, os pomares de maracujá tornaram-se importantes alternativas para a agricultura familiar e para a fixação da mão de obra no campo. Especialistas apontam que cada hectare de maracujá

gera 3 a 4 empregos diretos e ocupa 7 a 8 pessoas, nos diversos elos da cadeia produtiva, gerando, aproximadamente, 500 mil empregos no Brasil.

Escala comercial

O cultivo do maracujá em escala comercial teve início na década de 1970 e a chegada da agroindústria de sucos no Brasil estimulou a expansão da atividade a partir da década de 1980, principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais. As ações de pesquisa e desenvolvimento foram muito importantes para o desenvolvimento e fortalecimento de toda cadeia produtiva. Entre os principais impactos da ciência e tecnologia nos maracujás, podemos destacar: o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade física e química dos frutos e a possibilidade de cultivar os maracujás em todo o Brasil.

Com a ciência e tecnologia, atualmente é possível a produção econômica de diferentes tipos de maracujás em todas regiões e Unidades Federativas do Brasil

Na década de 1980, a produtividade média anual não chegava a 10 t/ha, atualmente é superior a 100 t/ha em cultivo protegido com alta tecnologia. Os fatores que permitiram aumentos da produtividade em 1.000% foram: a utilização de cultivares geneticamente melhoradas e adequado sistema de produção, com correção da acidez e da fertilidade dos solos; podas de formação e condução; adubações de formação e produção; polinização manual, irrigação ou fertirrigação; controle fitossanitário e colheita e pós-colheita.

Hoje, maracujás grandes e com ótimo rendimento de polpa são encontrados em todas as gôndolas dos mercados e das feiras de produtores. Com a ciência e tecnologia, atualmente é possível a produção econômica de diferentes tipos de maracujás em todas regiões e Unidades Federativas do Brasil.

Uso múltiplo

Novos avanços da ciência e tecnologia têm sido obtidos com relação ao uso múltiplo (polpa, sementes, cascas, folhas, ramos e flores) e diversificado (maracujá-azedo, maracujá-doce, ornamental e funcional-medicinal) do maracujá e também com relação a sistemas de produção alternativos no ambiente urbano, orgânico, agroecológico, em estufa, em sistemas consorciados e em policultivos. Nesse sentido, a análise da evolução da cadeia produtiva do maracujá permite concluir que as ações de pesquisa e desenvolvimento têm sido de grande importância. Entretanto, considerando a dinâmica da agricultura tropical, ainda são grandes os desafios

Foto: Flávio Pagnani



e demandas tanto na área fitotécnica (sistema de produção) quanto na área de melhoramento genético (desenvolvimento de novas cultivares e tipos de maracujás).

Transferência de tecnologia

Outro grande desafio é fazer com que o conhecimento gerado pela pesquisa seja disponibilizado e utilizado corretamente pelo setor produtivo. Assim, além do investimento em ciência e

tecnologia para a geração de conhecimentos e soluções tecnológicas, são necessárias ações fortes e regionalizadas de transferência de tecnologia, permitindo o uso dos conhecimentos de forma prática e aplicada, garantindo a sustentabilidade do agronegócio e de toda a cadeia produtiva dos maracujás. Nos últimos cinco anos, o valor total da produção de maracujá no Brasil vem batendo recordes sucessivos. Para 2022, espera-se um novo recorde do valor total da produção de

maracujá e uma demanda crescente no Brasil e no exterior.

A preocupação com a saúde e a busca por uma alimentação mais saudável é uma tendência de mercado, o que sinaliza que o produtor deve buscar a tecnologia e utilizar as boas práticas agrícolas na sua propriedade. Outra tendência é a chegada no mercado de novos maracujás azedos, doces, silvestres, ornamentais e funcionais-medicinais que vão conquistar novos produtores e consumidores.

Foto: Fabiano Bastos



Foto: Fernanda Muniz Bez Biolo



Foto: RawPixel (AdobeStock)



Foto: Fernanda Torres dos Santos e Santos



Foto: Fábio Faleiro

Foto: Fábio Faleiro

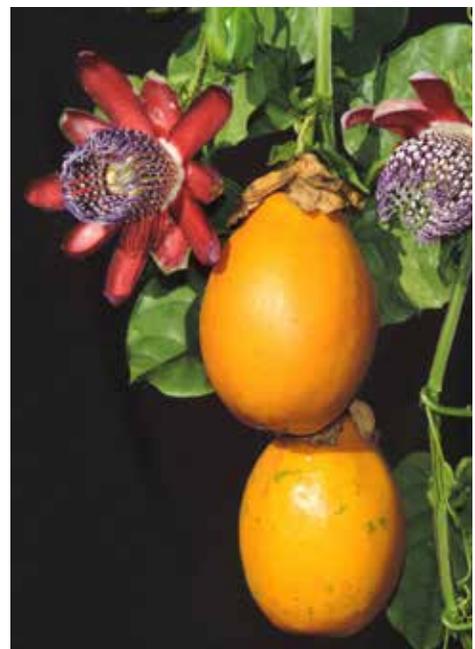


Foto: Nilton Junqueira



Foto: Cristiano Menezes

Mel

Um dos alimentos mais valorizados pela humanidade desde a pré-história, o mel já chegou a valer ouro, literalmente, tendo sido utilizado por algumas civilizações como moeda de troca. Sua principal importância é em nossa alimentação, como fonte natural de açúcares, mas também possui benefícios para a saúde humana, sendo usado culturalmente para fins medicinais.

É elaborado pelas abelhas a partir do néctar das flores, uma substância líquida composta predominantemente por açúcares, enzimas e substâncias aromáticas. De flor em flor as abelhas operárias sugam o néctar, armazenam temporariamente em um estômago especial que fica em seu abdômen e, quando estão cheias, retornam para a colmeia. Chegando lá, compartilham com suas

companheiras e retornam para o campo para buscar mais. Dentro da colmeia, as operárias irão retirar ativamente o excesso de água por meio da ventilação. Além disso, adicionarão enzimas que ajudarão na conservação desse alimento precioso por um longo período.

O mel é um dos alimentos das abelhas, sendo sua principal fonte de energia. É estocado em grande quantidade durante os períodos de abundância de flores para ser utilizado posteriormente pela colônia quando houver escassez no ambiente. Ao longo de séculos de estudos científicos, a humanidade conseguiu criar técnicas de manejo para produzir e colher o mel de forma eficiente, higiênica, sem comprometer a saúde das colônias. Ou seja, elas não

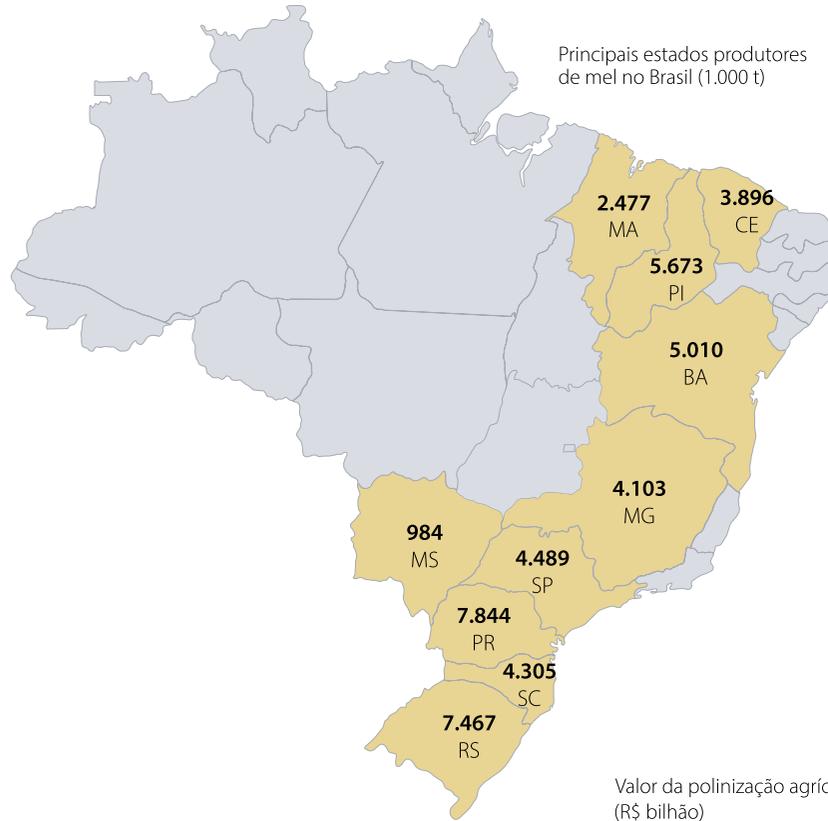
passarão fome desde que sejam bem manejadas.

A abelha mais utilizada para produção de mel no Brasil e no mundo é a *Apis mellifera*. Além dela, o Brasil possui uma grande diversidade de outras espécies de abelhas que também produzem mel. Por causa dos seus sabores inusitados e ampla variação de aromas, têm sido empregados na alta gastronomia como um ingrediente diferenciado.

Quando uma pessoa compra um pote de mel, não está comprando apenas um produto saboroso. Ela está contribuindo diretamente com a conservação da nossa biodiversidade, favorecendo as pessoas que se esforçam para manter a floresta em pé e ajudando a aumentar a produtividade da nossa agricultura.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

MEL



VERSATILIDADE



Cera



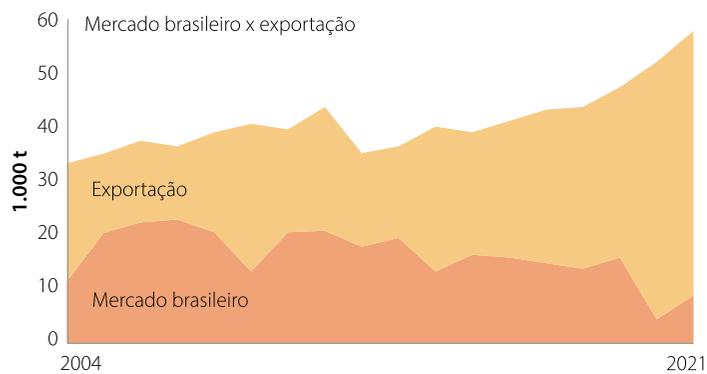
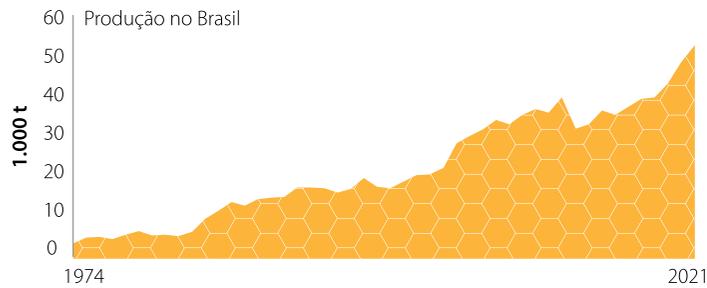
Própolis



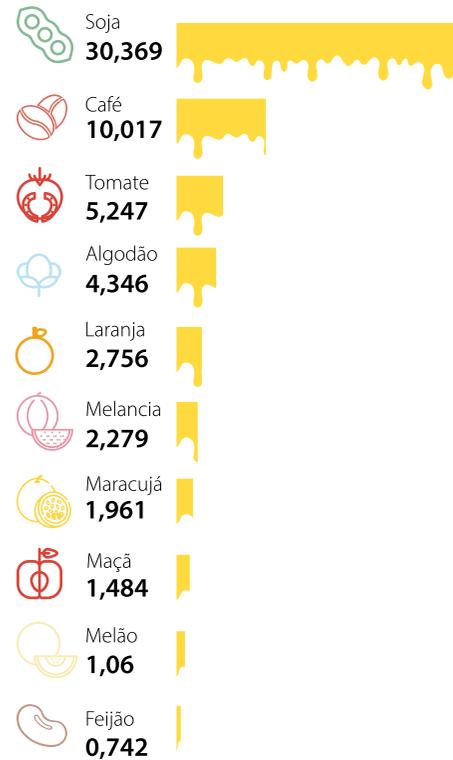
Pólen



Polinização



Valor da polinização agrícola das abelhas (R\$ bilhão)



Fonte: Adaptado de Giannini et al. (2015), IBGE (2020) e Associação Brasileira de Exportadores de Mel (2022).

Alimento que vale ouro

A ciência foi fundamental para o crescimento da nossa produção de mel. Em 50 anos, passamos de cerca de 5 mil toneladas para 55 mil toneladas por ano e ocupamos a 11ª posição no ranking mundial. E ainda possui um potencial de crescimento muito grande. O setor direciona esforços para a profissionalização da atividade, utilização de técnicas de manejo mais eficientes e relação mais produtiva com a agricultura. O resultado desse esforço já pode ser visto, com um aumento de quase 30% nos últimos quatro anos.

O mercado interno absorve apenas 15% desse volume, o que significa que o consumo pelos brasileiros também pode aumentar muito. Enquanto o consumo mundial de mel gira em torno de 240 gramas per capita por ano, o brasileiro consome apenas 60 gramas. O restante, 85% da nossa produção, é destinado para exportação, principalmente para os Estados Unidos, que absorvem 70% do nosso mel exportado.

Biodiversidade brasileira

Para o estabelecimento da apicultura no Brasil, diferentes subespécies da abelha *Apis mellifera* foram introduzidas a partir do século 18 por apicultores e cientistas. Atualmente, a abelha que manejamos é um poli-híbrido entre várias subespécies europeias e africanas. Em função desses cruzamentos, a chamamos de abelha africanizada. É altamente produtiva e resistente às principais doenças que ameaçam a apicultura mundial, o que dispensa o uso de medicamentos para tratamento das abelhas.

Além das africanizadas, o Brasil possui uma grande diversidade de outras espécies de abelhas que também produzem mel. São cerca de 250 espécies conhecidas de abelhas-sem-ferrão e algumas delas produzem muito mel. Somos os detentores da maior diversidade dessas abelhas e, com muito orgulho, a maior referência mundial nas tecnologias de criação e manejo. Esse patamar foi conquistado em função de esforços de cientistas brasileiros que se dedicaram no avanço do conhecimento científico básico e aplicado e na formação de recursos humanos qualificados que atualmente ocupam posições em instituições de ensino e pesquisa em todas as regiões do País.

Méis para todos os gostos

Cada espécie de abelha possui sua própria estratégia para guardar o mel. As abelhas africanizadas utilizam a desidra-

tação como principal mecanismo para conservar esse alimento em favos de cera pura. Como resultado, o mel delas possui acima de 80% de açúcares e é muito estável ao longo do tempo. Por causa da nossa grande diversidade de ecossistemas naturais e sistemas agrícolas, o mel apresenta uma ampla variação de sabores e cores. Temos mel de açai, laranja, assa-peixe, café, eucalipto, cipó-uva, silvestre, entre tantos outros.

Ao longo dos últimos 50 anos, a ciência contribuiu para conhecer e valorizar os diferentes tipos de méis. Entre vários exemplos, destacam-se o mel de aroeira, produzido na região norte de Minas Gerais, e o mel do Pantanal, que receberam o registro de Indicação Geográfica valorizando suas peculiaridades e suas propriedades.

As abelhas-sem-ferrão utilizam outras estratégias para conservar seu alimento. Seus méis são mais aquosos. Por isso, são fermentados por microrganismos benéficos, apurando seu sabor e suas características. Além disso, elas estocam em potes feitos com uma mistura de cera com própolis. Com o passar do tempo, os aromas desses “barris” vão passando para o mel, adicionando novas substâncias e modificando seu sabor, como acontece nos vinhos. Assim, a identidade da abelha se intensifica com o tempo de armazenamento.

Esse é outro tema que a ciência brasileira contribuiu com avanço no conhecimento e está sendo a base de políticas públicas no setor. Os méis de abelhas-sem-ferrão geralmente não se encaixam nos parâmetros de qualida-

Somos os detentores da maior diversidade dessas abelhas [abelhas-sem-ferrão] e, com muito orgulho, a maior referência mundial nas tecnologias de criação e manejo

Foto: Cristiano Menezes



de utilizados mundialmente, porque a referência é o mel de *Apis mellifera*. Por exemplo, o teor de umidade geralmente está acima do tolerado, assim como a acidez livre, que é um indicador relacionado à fermentação. Com base nas pesquisas científicas, os padrões de qualidade estão sendo readequados e permitindo que sejam comercializados no mercado formal. Suas propriedades específicas também começam a ser desvendadas e permitirão agregar ainda mais valor.

Símbolos de sustentabilidade

A criação de abelhas é considerada uma importante atividade para atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Ela ajuda comunidades em regiões de economia estagnada a obterem renda, diminui a pressão de exploração de outros recursos naturais e estimula a proteção de habitats naturais.

Polinizam diversos cultivos de forma eficiente, aumentando a produtividade e qualidade dos produtos. Esse serviço prestado pelas abelhas é estimado em torno de R\$ 60 bilhões ao ano no Brasil. Além disso, estimulam a adoção de boas práticas agrícolas e utilização de métodos mais sustentáveis para controle de pragas. As abelhas são um excelente bioindicador de sustentabilidade e símbolo de qualidade para os consumidores. Com base na ciência, serão uma alavanca para a sustentabilidade da agricultura brasileira.

Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Paulo Lanzetta



Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Maria Eugênia Ribeiro



Foto: Magda Cruciol



Foto: JustLife (AdobeStock)





Melão

O melão (*Cucumis melo* L.) pertence à família das Cucurbitáceas, a mesma da melancia, abóboras e pepino. Trata-se de uma hortaliça que possui hábito rasteiro e ciclo curto. Comercialmente o melão é em geral classificado como fruta, sendo uma das mais consumidas no mundo por apresentar sabor e textura agradáveis. Seu consumo traz uma série de benefícios à saúde por ser fonte de fibras, vitaminas, sais minerais e apresentar baixo valor energético. O fruto tem propriedades calmantes, refrescantes, diuréticos e laxantes.

Existem diferentes tipos de melão, sendo os dois mais conhecidos o melão do tipo amarelo e do tipo pele de sapo.

Além desses, existem ainda os tipos cantaloupe, charentais, gália e orange.

Nordeste da África, Oriente Médio e Sudoeste da Ásia são os prováveis centros de origem do melão. Relatos indicam o seu cultivo há pelo menos 4 mil anos no antigo Egito e 3 mil anos na Ásia. Posteriormente, gregos e romanos introduziram na Europa e, no ano de 1494, Colombo, em sua viagem para a América, promoveu o início do cultivo na América Central, precisamente no Haiti. A partir do século 16, o cultivo de melão se espalhou pelo continente Americano.

Até o início da década de 1960, os moradores da zona rural cultivavam, ba-

sicamente, um melão do tipo caipira, muito suculento e perfumado, que era plantado no meio de outras culturas. Naquela época, o Brasil importava da Espanha e do Chile. Os primeiros cultivos comerciais de melão no Brasil foram iniciados no início da década de 1960, estabelecendo-se principalmente nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. Devido às condições climáticas desses dois estados, desfavoráveis para o desenvolvimento da cultura, não houve uma expansão das áreas de produção e, entre as décadas de 1970 e 1980, houve a transferência do cultivo para a região Nordeste, que tornou-se uma das maiores exportadoras de melão do mundo.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

MELÃO



PRINCIPAIS TIPOS DE MELÃO



AMARELO



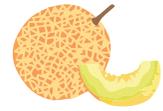
PELE DE SAPO



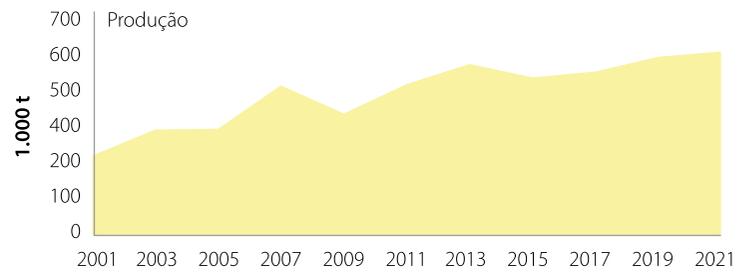
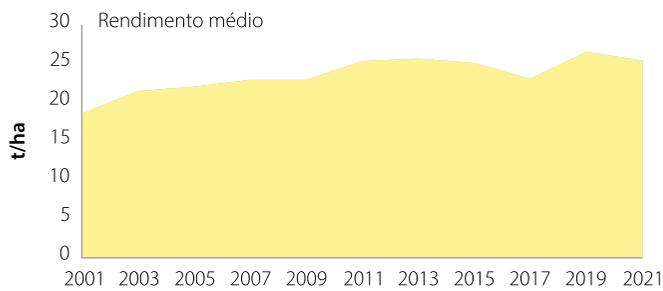
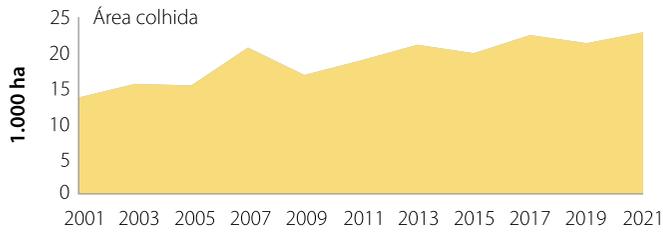
CANTALOUPE AMERICANO



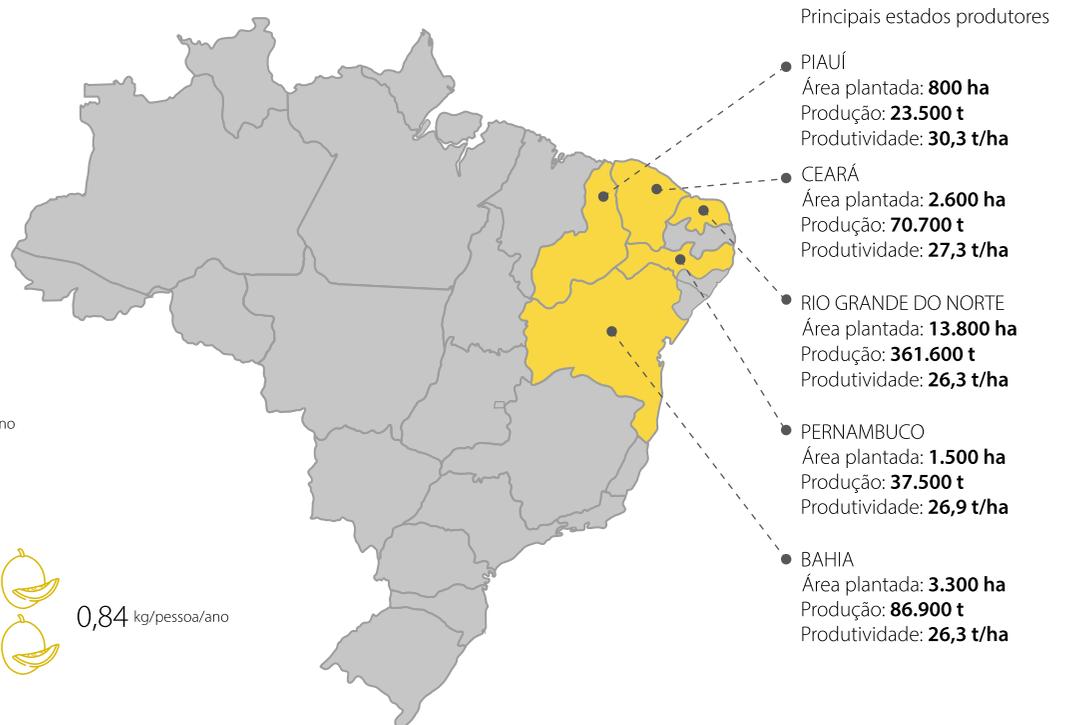
CHARRENTAIS



GÁLIA



Consumo per capita no Brasil



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b).

Sucesso da produção no Nordeste

O cultivo comercial de melão no Brasil teve o primeiro grande salto quando a produção migrou das regiões Sul e Sudeste para o Nordeste, nas décadas de 1970 e 1980, mais precisamente para o Submédio do Vale do Rio São Francisco. Naquele momento, o cenário vigente era de deficiência de conhecimentos tecnológicos e de infraestrutura. Diante dessa situação, em 1975, como forma de apoio ao desenvolvimento da agricultura regional, o governo federal criou em Petrolina, PE, um centro de pesquisas da Embrapa, possibilitando pesquisas nos mais variados temas, entre as quais diversificação da fruticultura e olericultura.

Em 1983, com a inauguração de um escritório da Cooperativa Agrícola de Cotia (CAC) em Juazeiro, BA, tem-se o marco principal do início do estabelecimento da cultura na região Nordeste. A cooperativa teve como objetivo assentar agricultores familiares para o cultivo de frutas, entre as quais o melão. Ao longo do tempo, a cadeia produtiva do melão foi, com base em muitas pesquisas, se adaptando e se ajustando às condições da região. Dessa forma, as produtividades médias obtidas, que eram de aproximadamente 6,3 t/ha de fruto comercializável, saltaram para 26,0 t/ha, atualmente. Houve também aumento na área de produção. Em três décadas, de uma área plantada de menos de 7.000 ha, hoje em dia, são cultivadas cerca de 25.000 ha.

A partir da década de 1990, um novo polo de produção de melão surgiu entre os estados do Rio Grande do Norte e Ceará, firmando-se, juntamente com o

Submédio do Vale do Rio São Francisco, como os principais polos de produção de melão. Esses dois polos são hoje responsáveis por 91% de toda a produção nacional. Vale salientar-se que grande parte da produção é exportada para o mercado europeu, proporcionando divisas importantes para a economia regional.

Novos paradigmas

Ao longo da história, para a produção de melão, têm sido utilizadas sementes de cultivares importadas de empresas privadas e que se adaptaram à região. Todavia, por meio do programa de melhoramento de melão da Embrapa, nas últimas décadas a empresa vem contribuindo para trazer ao mercado variedades com diferentes características, como alto vigor, resistência a doenças e uma boa resistência na pós-colheita. Até hoje foram lançados quatro materiais: as cultivares Eldorado – tipo Amarelo (1988); BRS Araguaia – tipo Amarelo (2011); BRS Açú – tipo Pele de sapo (2017); e BRS Anton – tipo Amarelo (2019).

Hoje é uma realidade o uso de bactérias, fungos e parasitoides no controle de pragas e doenças do meloeiro

A evolução no uso da água na cultura do melão é um fator de destaque. No início, a água era fornecida às plantas por meio de sulcos paralelos às linhas de plantio, por onde se movimenta ao longo do declive. Esse sistema apresentava uma série de limitações e baixa eficiência. Aos poucos, com a evolução tecnológica, essa prática foi sendo substituída pela irrigação por gotejamento. Nos dias de hoje, todo o cultivo de melão é feito utilizando-se esse tipo de irrigação localizada. Com isso, tem-se uma maior eficiência, baixo consumo de água e, conseqüentemente, maior sustentabilidade para o meio ambiente.

O manejo de pragas e doenças do meloeiro também sofreu grandes mudanças com o passar dos anos. A partir do início dos anos 2000, em virtude do aumento dos danos causados por mosca-minadora e mosca-branca, os produtores do Rio Grande do Norte e Ceará passaram a adotar o uso da manta agrotêxtil para cobrir as mudas recém-plantadas. Essa barreira física impede que esses insetos entrem em contato com as plantas. Basicamente metade do ciclo da cultura fica protegida com a manta, que é retirada apenas na fase de florescimento, para viabilizar a polinização das flores pelas abelhas. Esse manejo permitiu reduzir largamente o número de pulverizações de inseticidas.

Controle biológico

O crescimento da adoção do controle biológico é outro marco recente na cultura do melão. Hoje é uma realidade o uso de bactérias, fungos e parasitoides no controle de pragas e doenças do

Foto: Tiago Costa Lima



meloeiro. Dentre estes, destaca-se o parasitoide *Neochrysocharis formosa*, uma pequena vespa utilizada para o controle da mosca-minadora. Para esse produto chegar ao mercado, foram mais de 15 anos de pesquisa em universidades e na Embrapa, que, junto com a iniciativa privada, permitiu tornar-se uma realidade. Hoje, há liberação desse inimigo

natural em mais de 10.000 ha de melão para o controle da mosca-minadora.

Mais produtividade e qualidade

Em vista ao futuro, vários são os desafios que a ciência estará enfrentando no

sentido de aumentar a produtividade e ao mesmo tempo melhorar a qualidade do produto. Isso tudo sem esquecer da questão ambiental, principalmente em termos de conservação dos recursos naturais, redução das emissões dos gases prejudiciais ao ambiente e melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores dentro da cadeia produtiva do melão.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Tiago Costa Lima



Foto: Leandro Lobo

Foto: iulija_n (AdobeStock)



Foto: Deyan Georgiev (AdobeStock)

Foto: Budimir Jevtic (AdobeStock)



Foto: Márcia Luzia Santos do Carmo



Milho

Domesticado há mais de dez 10 mil anos, o milho (*Zea mays*) é uma cultura que representa a base da alimentação de povos americanos e africanos. É o cereal mais cultivado na atualidade em todo o globo e o segundo grão mais produzido no território brasileiro.

Porém, o cereal de grãos abundantes enfileirados, dispostos em uma espiga, nem sempre foi assim. O milho como é conhecido hoje tem um ancestral selvagem: um capim chamado teosinto, de espigas pequenas e com poucos grãos. A domesticação do milho ocorreu na Mesoamérica, atual México e parte da América Central, pelos povos Maias, Astecas e Incas; e na América do Sul, pelas etnias Tupi e Guarani.

A importância do milho deriva-se do seu alto valor nutricional, e por conse-

quência da sua relevância econômica. Assim, o cereal apresenta uso intenso na alimentação animal e humana, e é também matéria-prima em vários processos industriais. Por ser um alimento de baixo custo e de cultivo viável, tanto em grande quanto em pequena escala, é a base de diversas cadeias agroindustriais, como a da proteína animal. Atualmente, é uma matéria-prima de crescente relevância para a produção de bioenergia (bioetanol 1G de amiláceas, com utilização de coprodutos para a cadeia de proteína animal, biomateriais e biomoléculas).

O milho é um alimento nutritivo, fonte de carboidratos, rico em fibras e em compostos bioativos, fazendo parte da culinária típica nacional. Pode integrar uma refeição balanceada. Cem gramas

de milho contêm cerca de 370 calorias, distribuídas em proteínas (10 g), gorduras (5 g) e carboidratos (70 g). O consumo do cereal se dá principalmente na forma de mingau, creme, curau, pamonha, canjica, bolo, pipoca e como ingredientes de saladas e outras preparações culinárias. Na forma de grão seco é um cereal, e verde é considerado como uma hortaliça.

Como benefícios adicionais, o milho é rico em carotenoides precursores de vitamina A, vitaminas do complexo B, vitamina E, minerais (ferro, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, zinco), além de ácidos graxos essenciais. Fornece as calorias necessárias para o metabolismo diário do organismo, e é um alimento que tem potencial para estar ainda mais presente na mesa dos brasileiros.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

MILHO



VERSATILIDADE



Milho verde
In natura, conservas, enlatados



Grãos secos
Snacks, cereais, farinhas, farelos, fubá, óleo, xarope



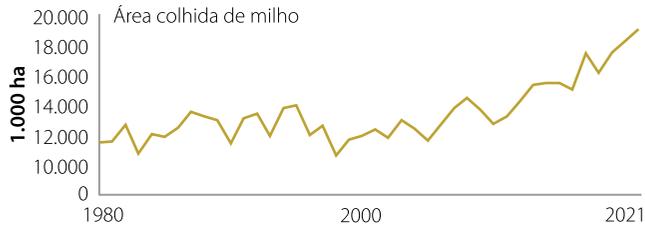
Milho doce
Minimilho, conservas, congelado, desidratado



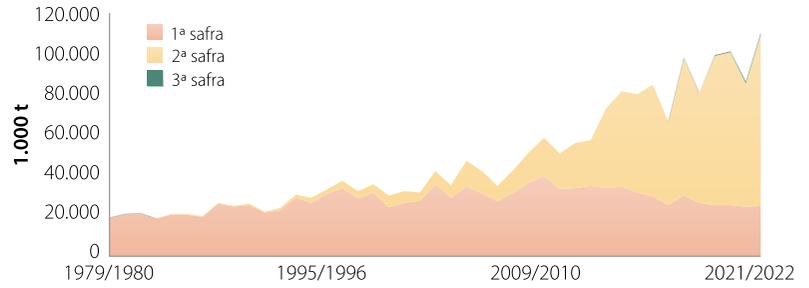
Etanol



Silagem



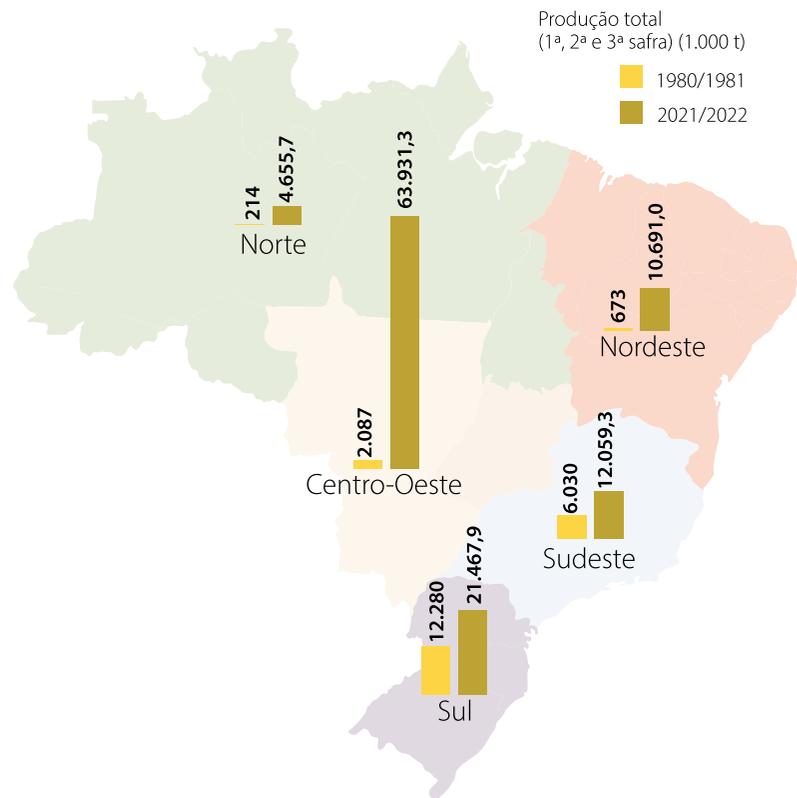
O fenômeno 2ª safra | Produção acumulada de 1ª, 2ª e 3ª safras



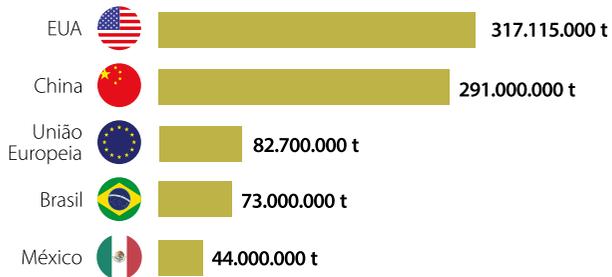
Principais exportadores mundiais em 2021/2022

1º EUA  **62.776.000 t**

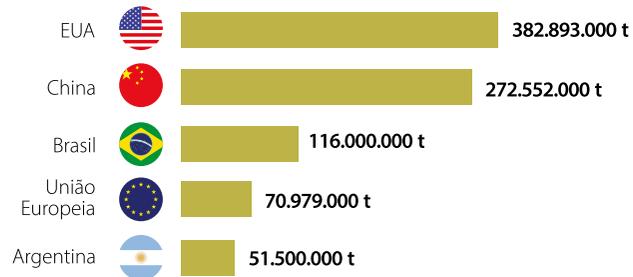
2º Brasil  **46.500.000 t**



Consumo interno (2021/2022)



Produção (2021/2022)



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b), Conab (2023a) e Estados Unidos (2023).

Uma revolução brasileira

Ao longo das últimas cinco décadas, a cultura do milho passou por uma verdadeira revolução no Brasil. A região do Cerrado, antes considerada imprópria para a agricultura, por causa da elevada acidez, da saturação por alumínio e da baixa fertilidade natural dos solos, hoje é o grande celeiro de produção de grãos no País.

Um grande marco tecnológico para a produção de milho no Cerrado foi o lançamento pela Embrapa do híbrido BR 201, em 1987, que, em relação às variedades antes utilizadas, apresentava maior potencial de produção, tolerância ao alumínio e eficiência na utilização de fósforo.

Dentre as tecnologias e práticas de manejo que impulsionaram os sistemas de produção está o Sistema de Plantio Direto (SPD), que possibilita a liberação da área mais rapidamente, por dispensar as operações de aração e de gradagem. Esse tipo de manejo se estabeleceu, de modo viável, a partir de 1991.

A segunda safra de milho, que é o cultivo do milho na mesma área da soja, em sucessão à oleaginosa, é a grande revolução na produção desse cereal no Brasil. Ela foi viabilizada pela adoção do SPD e responde hoje por mais de 75% da produção de milho no Brasil.

Outros arranjos que permitem maior sustentabilidade da agricultura são: o cultivo consorciado com forrageiras e os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Essas práticas intensificadas exercem importante “efeito poupa-terra”, já que são produzidas duas safras de grãos, ou até três, na mesma área e dentro de um mesmo ano agrícola.

Mais recentemente, a Embrapa lançou o Sistema Antecipe, uma forma disruptiva de produção de grãos, que utiliza maquinário desenvolvido para o semeio do milho nas entrelinhas da lavoura de soja. Com o plantio antecipado, o milho de segunda safra tem acesso a maior quantidade de chuvas do que se fosse implantado após a colheita da soja, com consequente aumento da produtividade.

As ações de pesquisa agrícola também têm promovido a identificação de microrganismos, insetos, moléculas, enzimas e compostos, para desenvolvimento (ou codesenvolvimento) de diversos bioinsumos. Para o milho, destacam-se insumos biológicos que proporcionam maior eficiência na utilização de nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio; estimulantes do crescimento vegetal; protetores contra estresses, como a seca; e bioinseticidas e insetos benéficos (inimigos naturais) para o controle de pragas da cultura.

Considerando o período a partir de 1976/1977, houve um crescimento de 83% da área plantada e de 484% da produção

Nutrição e saúde

Antocianinas, carotenoides e ácidos fenólicos são compostos que estão associados à prevenção dos riscos de doenças cardiovasculares, desequilíbrio da flora intestinal e alguns tipos de câncer. Grãos de milho ricos nesses compostos atendem aos novos conceitos de funcionalidade e saudabilidade.

Existem no mercado variedades de milho biofortificado, como a BRS 4104, da Embrapa, com quantidade de carotenoides precursores de vitamina A cerca de quatro vezes superior à encontrada em cultivares amarelas comuns.

Evolução da genética do milho

A partir da Lei de Proteção de Cultivares, de 1997, a indústria de sementes de milho se fortaleceu, trazendo nova dinâmica ao mercado. Houve maior investimento em pesquisa na área de melhoramento genético e a disponibilização de cultivares com maior potencial produtivo, diferentes ciclos e outras características importantes para adaptação a diversas regiões e épocas de cultivo.

Os transgênicos de milho foram cultivados pela primeira vez no Brasil na safra de 2008/2009 e houve rápida adoção de híbridos geneticamente modificados. Na safra de 2020/2021, mais de 75% dos híbridos de milho plantados no País eram transgênicos, com disponibilidade de 11 tipos de combinações de genes para controle de pragas e para tolerância a herbicidas.

Foto: Guilherme Viana



Outro importante marco da ciência brasileira foi o desenvolvimento do evento transgênico de milho BTMAX, que apresenta alta eficácia contra a lagarta-do-cartucho, considerada a principal praga da cultura do milho, e a broca-da-cana. O BTMAX, obtido a partir de um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis*, é resultado de parceria público-privada 100% nacional entre a Embrapa

e a Helix e foi aprovado pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.

Dados do crescimento da agricultura brasileira demonstram a contribuição da ciência e da pesquisa para o milho. Em 2021/2022, a Companhia Nacional de Abastecimento estimou a área plantada com essa cultura em 21,6 milhões de hectares, uma produtividade de 5.228 kg/ha e uma produção de 112,832

milhões de toneladas. Considerando o período a partir de 1976/1977, houve um crescimento de 83% da área plantada e de 484% da produção. Os dados refletem também o avanço tecnológico resultante da ciência, as soluções encontradas em melhoramento de cultivares e sistemas de produção e a expansão da cultura do milho para diversas regiões brasileiras.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Sandra Brito



Foto: Guilherme Viana



Foto: Israel Alexandre Pereira Filho



Foto: Juliana Mendes Guarani



Foto: Dusan Kostic (AdobeStock)



Foto: João Marcos Rosa





Morango

O morango cultivado atualmente no mundo teve origem em um cruzamento interespecífico natural entre duas espécies, *Fragaria virginiana* e *Fragaria chiloensis*, na França, em meados dos anos 1750. A partir de então, a espécie avançou gradativamente para os demais países da Europa, Américas e Ásia. Atualmente é cultivado no mundo todo, tendo como grandes produtores a China, Estados Unidos, Egito, México, Turquia e Espanha, sendo o Brasil o sétimo produtor mundial e maior produtor da América do Sul.

No Brasil, não existem registros oficiais sobre a data de introdução do morangueiro, mas informações extraofi-

ciais sugerem os anos 1930, na região Sudeste. Contudo atualmente é cultivado em diversos estados do país, com destaque para Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Santa Catarina e Distrito Federal.

A produção brasileira de morangos é de grande relevância e vem se expandindo geograficamente e em volume de produção a cada ano. Essa cultura é muito importante do ponto de vista social, uma vez que, na maioria das áreas de produção, são cultivados em propriedades com base na agricultura familiar, significando maior renda para a família, geração de empregos e fixação do homem no campo.

O morango, devido ao sabor, cor e aroma, exerce forte apelo sensorial no mercado consumidor. É consumido em sua maior parte in natura, no entanto, é muito utilizado em geleias, sucos, bolos, sorvetes, entre outros. É uma das frutas que apresenta alta atividade antioxidante e que traz importantes benefícios a saúde. Suas vitaminas (C, ácido fólico) e componentes fenólicos fornecem aos consumidores antioxidantes naturais, por isso o morango é enquadrado como alimento funcional, reduzindo os riscos de doenças como câncer, obesidade, inflamação e patologias cardiovasculares. Além dos aspectos nutricionais, o morango é uma fruta com baixas calorias.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

MORANGO



VERSATILIDADE



FRESCO
(in natura)



CONGELADO
(IQF)



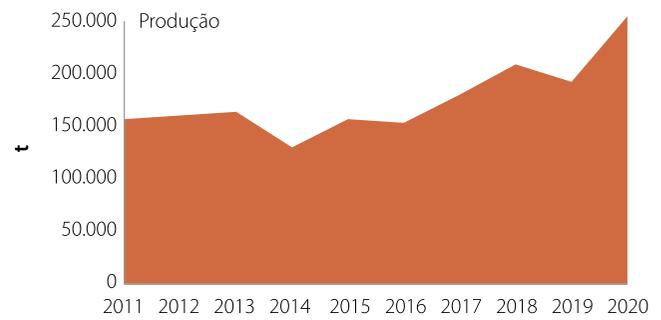
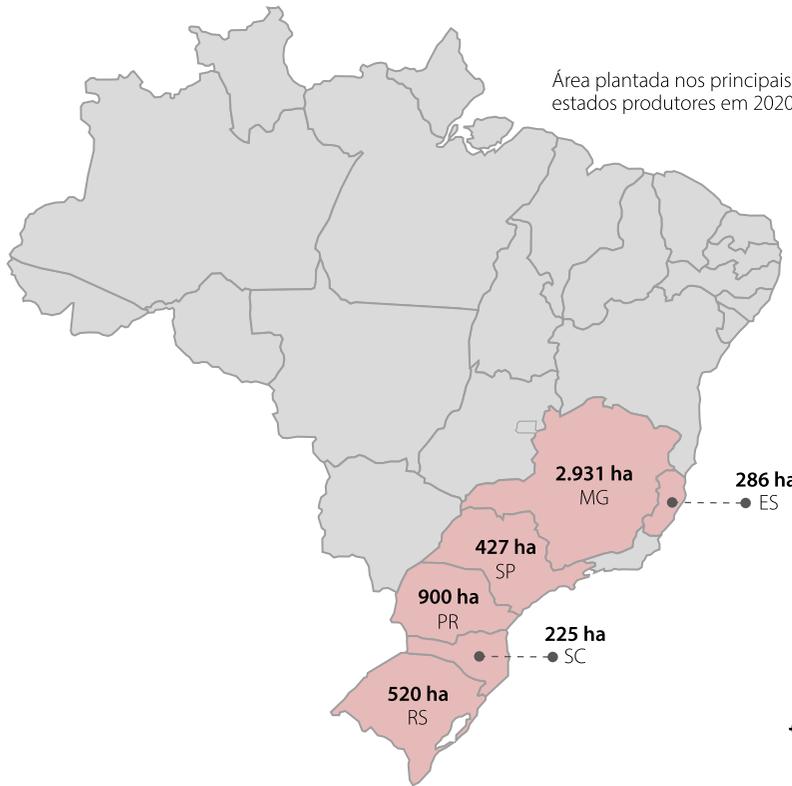
SUCOS



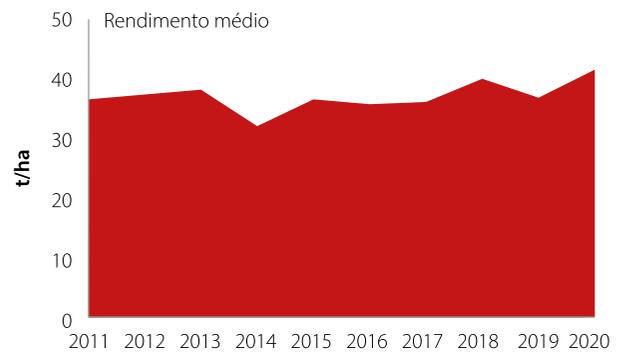
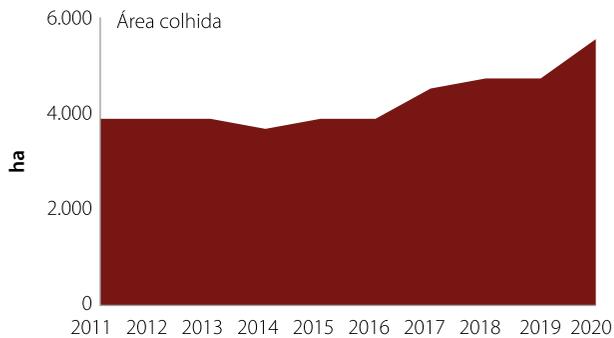
GELEIAS



LIOFILIZADO



BRASIL
Maior produtor da América do Sul
e o 9º produtor mundial



Fonte: Adaptado de Embrapa Soja (2018) e FAO (2021).

Produção quase dobrou em duas décadas

Nos últimos 20 anos, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2022), a área cultivada da produção brasileira de morangos aumentou em 61%, e a produção (toneladas) em 92%, reflexo da associação do aumento de área cultivada e da produtividade (quilos por hectare), que cresceu 18%. Esse salto em eficiência coloca o Brasil entre os maiores produtores de morangos do mundo (7ª posição). Esses avanços ocorreram, em grande parte, devido à evolução tecnológica proporcionada pela adoção de novas cultivares e pelo empenho do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) por meio da disponibilização de novos sistemas de produção, processos de certificação e rastreabilidade.

Do ponto de vista genético, foram introduzidos, do exterior, novos genótipos e aqui estabelecidos programas de melhoramento, os quais desenvolveram cultivares adaptadas às condições de cultivo nacionais. Esses programas, ao longo do tempo, passaram por uma evolução nos seus objetivos, sendo que, atualmente, procuram desenvolver novas cultivares que atendam às necessidades de todos os elos da cadeia produtiva, sempre estabelecendo, como um dos principais alvos, as preferências do consumidor brasileiro, quais sejam, frutas grandes, firmes, de cor e aroma atrativos, mas principalmente, doces.

Na década de 1960, um marco para a cadeia nacional de produção de morangos foi o desenvolvimento e adaptação de metodologias capazes de produzir mudas de morangueiro livre de vírus, a

partir de matrizes cultivadas e multiplicadas em laboratórios, o que aumentou a produtividade, a qualidade da fruta e teve consequências na expansão da cultura no País.

Evolução

Acompanhando as demandas da sociedade, o sistema de produção de morangueiro utilizado no País evoluiu e foi transformado nas duas últimas décadas. A tradicional produção a campo aberto, que reinou por décadas como o principal recurso técnico dos milhares de produtores de morangos no Brasil, está, gradativamente, sendo substituído pelo sistema de produção fora de solo, também conhecido como em bancada ou semi-hidropônico, o qual tem conquistado a preferência dos produtores. Esse sistema permite a produção de frutas de qualidade durante um período de 2

Acompanhando as demandas da sociedade, o sistema de produção de morangueiro utilizado no País evoluiu e foi transformado nas duas últimas décadas

a 3 anos com as mesmas mudas, amplia o rendimento da mão de obra, é menos penoso ao trabalhador, melhora a ergonomia de trabalho e, aliado às novas tecnologias de produção, permite a automação de processos diversos, como a irrigação e a fertirrigação.

Na linha de avanços em soluções sustentáveis para a cultura do morangueiro, foi desenvolvido o sistema de Produção Integrada de Morangos (PIMO), disponibilizando ao setor produtivo normas e orientações visando produzir da melhor maneira possível, respeitando o meio ambiente, praticando as boas práticas agrícolas, utilizando mecanismos de defesa naturais para garantir um morango saboroso, rastreável e, principalmente, seguro para o consumo.

Há necessidade da expansão da produção brasileira de mudas de morangueiro. Nesse sentido, já foram dedicados esforços na identificação de regiões com clima adequado para produção de mudas e técnicas de produção a partir de matrizeiros protegidos, suspensos, em sistema fechado de circulação de fertilizantes, visando, ao final, a obtenção de mudas com elevado padrão fisiológico e sanitário, seja por meio de plantas frescas ou em torrão. Esses avanços são a base para o sistema nacional de produção e certificação de mudas de morangueiro.

Conhecimento

Nos últimos 20 anos, a Embrapa gerou recomendações, ferramentas de apoio e avanços do conhecimento sobre a cultura materializados em mais de 2 mil



publicações, todas disponíveis ao setor produtivo. Ademais realizou inúmeros simpósios nacionais, dias de campo e treinamentos de agentes multiplicadores. As recomendações abrangem temas como o uso de cultivares, produção de mudas, micropropagação, orientações para cultivo em sistema convencional, fora de solo e orgânico, produção integrada, soluções nutritivas, construção de estufas, recomendações fitotécnicas, guias de identificação de pragas e de doenças, software

para diagnóstico de doenças, pragas e distúrbios fisiológicos, uso de polinizadores, conservação pós-colheita, processamento da fruta, compostos bioativos e seus impactos na saúde dos consumidores.

Pesquisas continuam

Apesar de todos os avanços e transformações gerados pelo SNPA na cultura do morangueiro, ainda há vários desa-

fios: a busca por cultivares adaptadas a regiões de cultivo não tradicionais, o estabelecimento de um robusto sistema brasileiro de produção de mudas, de sistemas de produção cada vez mais seguros e sustentáveis ambientalmente, do manejo integrado de pragas, do uso de insumos biológicos, da redução dos custos de produção e do foco na obtenção de frutas que atendam cada vez mais a preferência do consumidor brasileiro e que contribuam na saudabilidade da população brasileira.

Foto: Kátia Sampaio Malagodi-Braga



Foto: Sandro Bonow

Foto: Krakenimages (AdobeStock)



Foto: Paulo Lanzetta

Foto: Sandro Bonow



Foto: Amanda Akashi



OVOS

O ovo é o alimento mais completo na natureza, depois do leite materno. Mitos associando o ovo ao aumento de colesterol e outros malefícios à saúde foram revertidos pela Ciência, e hoje o ovo é muito consumido no Brasil (média de 230 ovos/habitante/ano).

Os ovos fornecem uma exclusiva e balanceada fonte de nutrientes de alto valor biológico para pessoas de todas idades. Além de promover saciedade e ganho de massa muscular, o ovo contém substâncias promotoras da saúde e preventivas de doenças, o que o torna um alimento funcional. Entre os nutrientes, estão minerais (ferro, fósfo-

ro, zinco, magnésio e selênio), vitaminas (A, E, D3, ácido fólico), carotenoides, que conferem efeito antioxidante, protegendo as células contra radicais livres, evitando o envelhecimento celular. As proteínas estão distribuídas em todos os componentes do ovo, sendo encontradas, em sua maioria, na clara e, em menor porção, na gema e na casca. Por exercer papel essencial no desenvolvimento de um pintinho, o ovo tem função de proteção e de nutrição do embrião que viria a se formar no seu interior, caso estivesse fertilizado.

A composição do ovo é de aproximadamente 63% de albúmen (cla-

ra), 27,5% de gema e 9,5% de casca. Os principais componentes são: água (75%), proteínas (12%), lipídios (12%), além dos carboidratos, minerais e vitaminas. Um ovo grande (55 g a 60 g) contém cerca de 74 kcal, 6 g de proteínas, 4,5 g de gorduras totais e 212 mg de colesterol. Mas como esses nutrientes são incorporados ao ovo? Os nutrientes da ração, consumidos pela galinha, são depositados nos tecidos por meio da absorção dos nutrientes metabolizados, em um complexo e perfeito mecanismo fisiológico. Uma curiosidade na produção de ovos é que no início ou final do ciclo de postura podem aparecer ovos de duas gemas.

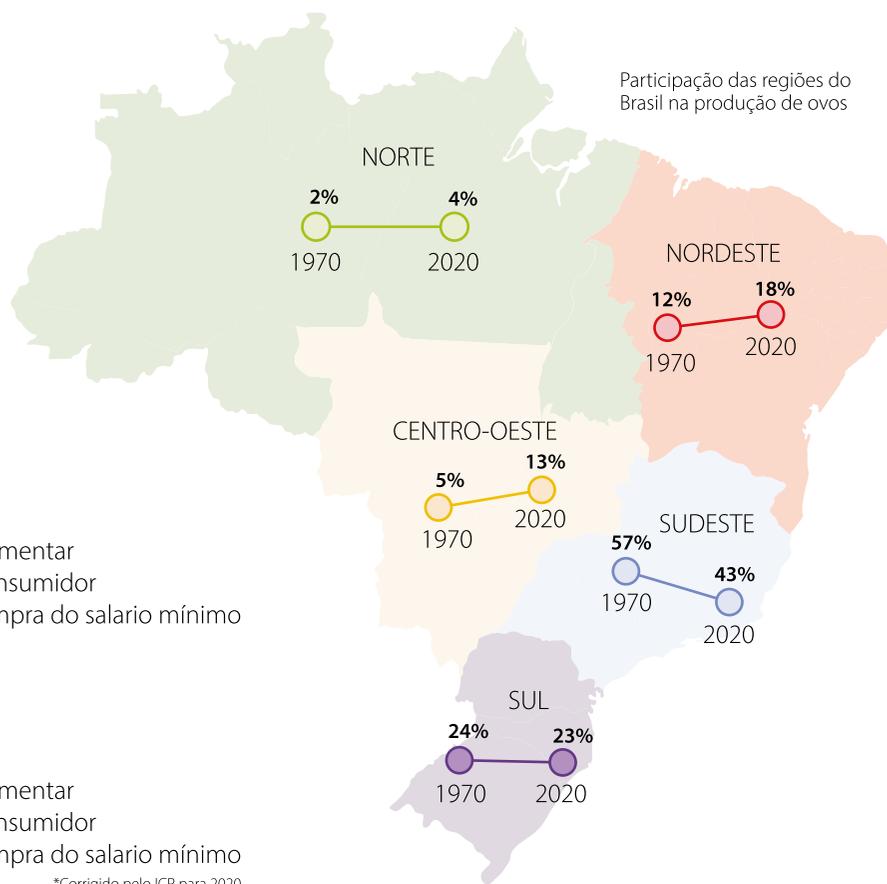
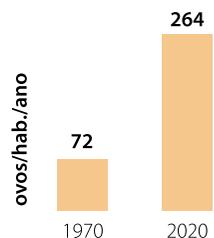
OVOS



AVICULTURA DE POSTURA EM 2020

- 197** milhões de poedeiras (inclui pequenos produtores)
- 2** mil granjas com produção industrial
- 77** mil pequenos produtores
- 47** mil empregos diretos formais
- 16** bilhões de reais de valor bruto da produção
- 10** milhões de dólares em exportações

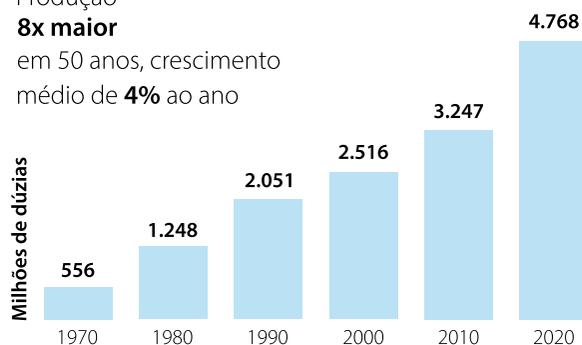
Consumo per capita



1970	
53ª colocação	exportações
<1% do mercado	exportações
2 kg de ração/dúzia	conversão alimentar
3,01 reais/dúzia no varejo*	preços ao consumidor
102 dúzias no varejo	poder de compra do salário mínimo
2020	
19ª colocação mundial	exportações
<1% do mercado	exportações
1,3 kg de ração/dúzia	conversão alimentar
7,47 reais/dúzia no varejo	preços ao consumidor
146 dúzias no varejo	poder de compra do salário mínimo

*Corrigido pelo ICP para 2020

Produção
8x maior
em 50 anos, crescimento
médio de **4%** ao ano



Fonte: Adaptado de Brasil (2017, 2023b), IBGE (2017, 2020, 2022a, 2022c, 2023a), FAO (2021), Agrostat (2023), Hy Line do Brasil (2023), Instituto de Economia Agrícola (2023).

Avanço do conhecimento chega à produção

A produção de ovos para alimentar a população evoluiu ao longo dos anos. Com o desenvolvimento dos mercados, foi necessário selecionar linhagens mais produtivas, adequar a alimentação, as instalações e o cuidado com as aves para dar suporte aos negócios com a avicultura de postura. No último século, houve um vertiginoso avanço na ciência da produção animal e vários negócios foram estabelecidos. As linhagens mais produtivas desenvolvidas nos Estados Unidos e Reino Unido passaram a ser exportadas para outros países, entre eles o Brasil.

Numa análise prospectiva do setor produtivo, a quase inexistência de pesquisas em avicultura em âmbito nacional criou grande dependência na obtenção de linhagens selecionadas (cujas bases permaneciam nos países de origem), tanto para aves de corte quanto de postura. A partir da década de 1970, houve um vigoroso crescimento na produção brasileira e no consumo dos ovos, impulsionado pela maior demanda e pela adoção de processos de automação do setor.

Linhagens brasileiras

O Brasil investiu em pesquisa para gerar linhagens de postura nacionais, apontando-se a necessidade de obter pelo menos uma comercialmente competitiva. O lançamento da primeira linhagem brasileira de aves de postura, em 1994, foi direcionado para produção de ovos brancos. Na época, esperava-se que esses ovos se tornassem competitivos e aumentassem a produtividade dos sistemas existentes. No entanto,

empresas privadas de genética, extremamente competitivas, localizadas em outros países, ainda são até hoje os fornecedores majoritários do material genético presente no mercado, as chamadas bisavós, que dão origem às avós, oriundas dos ovos importados, que vão gerar as denominadas matrizes leves, as quais originam as poedeiras dos ovos de mesa.

Posteriormente, foram lançadas linhagens nacionais de alta rusticidade e, conseqüentemente, menor risco sanitário de introdução de doenças exóticas no plantel. Desse modo, essas aves híbridas semipesadas eram ideais para criações ao ar livre. Como vantagem do novo híbrido, ao final do ciclo de postura, as aves poderiam ser abatidas para o consumo doméstico ou para a comercialização, atendendo a nichos de mercado e produtores de pequena escala e

Foram lançadas
linhagens nacionais
de alta rusticidade e,
conseqüentemente,
menor risco
sanitário de
introdução
de doenças
exóticas
no plantel

que respondem, na atualidade, por cerca de 5% do mercado nacional das poedeiras de ovos vermelhos.

Consumo

Com a melhora contínua dos métodos e procedimentos para garantir a qualidade dos produtos, visando à segurança dos alimentos, houve a necessidade de se aprimorar ferramentas importantes nos programas de garantia de qualidade. Um exemplo são as Boas Práticas de Produção (BPP) na postura comercial, recurso importante para o produtor monitorar, avaliar e melhorar os processos na produção de ovos. Fatores higiênico-sanitários na produção, manipulação, armazenamento e transporte são foco das ações em BPP em consonância aos marcos legais da avicultura de postura no País.

Da mesma forma, a biossegurança é questão fundamental para a qualidade e segurança da produção dos ovos, para a viabilidade econômica e a garantia da competitividade das granjas de postura comercial. Ações de pesquisa foram publicadas na forma de orientações técnicas ao produtor e que incluem a gestão da biossegurança nas granjas, minimizando a transmissão de doenças e contribuindo com a oferta de ovos com qualidade e inócuos para o consumo.

Colaboração na ciência

Com o objetivo de maximizar o potencial de produção do material genético disponível no mercado e em constante



evolução, a ciência da nutrição animal acompanha esse progresso considerando que aproximadamente 70% do custo de produção de ovos correspondem à alimentação das aves. Nesse sentido, estudos colaborativos na determinação de exigências nutricionais em proteína, energia, uso de alimentos alternativos com maior eficiência na dieta das poedeiras, bem como efeitos na qualidade dos ovos, contribuíram para o sucesso do setor produtivo, impactando a conversão alimentar das aves, o consumo per capita, as exportações, entre outros.

Na busca de soluções inovadoras ao setor, as pesquisas em parceria com o setor privado contribuíram com tecnologias, tais como a oferta de ovos recobertos com película contendo nanopartículas com propriedades de prolongar a vida de prateleira, mantendo as características nutritivas intrínsecas dos ovos.

As megatendências apontam que o tema sustentabilidade na produção agropecuária vem trazer mudanças ao setor de ovos, em consonância às exigências do consumidor, que demanda

padrões mínimos de bem-estar animal, o que impacta o comércio internacional, as legislações nacionais e os processos produtivos. Pesquisas em bem-estar animal na produção de ovos são prioridade quando se trata dos avanços esperados para a sustentabilidade da cadeia produtiva. O assunto tem sido tratado em vários treinamentos pelo Brasil, envolvendo associação de produtores além de parcerias com a academia e o governo, o que tem permitido a disseminação de informações técnicas e atendimento às demandas do setor produtivo.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Lucas Scherer



Foto: Jairo Backes



Foto: Kadijah Suleiman



Foto: Cavan for Adobe (AdobeStock)



Foto: Magda Cruciol



Foto: LightField Studios (AdobeStock)



Foto: Paulo Lanzetta





Peixe

O peixe é uma das proteínas mais consumidas no mundo, podendo ser obtido por meio da pesca (extração na natureza) e da piscicultura (cultivo). O peixe é grande aliado para a segurança alimentar e nutricional mundial, principalmente por ser uma fonte de proteína saborosa e com qualidade de gordura, vitaminas e minerais. Sua produção é uma atividade milenar, sendo que a pesca já era praticada há cerca de 40 mil anos, enquanto as primeiras evidências de cultivo de peixe datam de 2500 a.C. Portanto, é uma proteína que faz parte da cultura alimentar de bilhões de pessoas, sendo acessível por distintas classes sociais.

No Brasil, a pesca era praticada pelos indígenas antes da chegada dos coloniza-

dores portugueses no século 16. O francês Jean de Léry descreveu as técnicas de pesca utilizadas pelos índios costeiros, tais como anzóis de osso, redes de fibras, canoas e jangadas. Quanto à piscicultura, os primeiros cultivos de peixe ocorreram em Recife, PE, durante a ocupação holandesa entre 1630 e 1654. Apenas, a partir da década de 1980, a piscicultura brasileira passou a ser praticada de forma comercial, impulsionada por técnicas como a reprodução induzida e o surgimento das primeiras rações.

Essas e outras inovações permitiram a transformação de um modelo de subsistência para uma cadeia comercial e industrializada. Desde a década de 1990, a piscicultura tem crescido continuamente, saltando de modestas

263 toneladas em 1994 para 841 mil toneladas em 2021. Esse crescimento possibilitou o aumento do consumo de peixe no Brasil devido à maior regularidade da oferta sem a sazonalidade característica da pesca.

Nosso consumo médio por habitante/ano é em torno de 10 kg, o que ainda é bem inferior à média mundial estimada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), que é de 20,5 kg. Porém, com o aumento da oferta de peixes no mercado nacional e a redução do preço do produto, é possível que o consumo se aproxime de outras proteínas animais como o frango (42,8 kg) ou a carne bovina (30,7 kg).

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

PEIXE



VERSATILIDADE



Proteína para consumo humano



Colágeno



Couro e pele



Ensilados para biofertilizante agrícola

Principais espécies da piscicultura
Produção em toneladas (%) em 2021



65%



17%



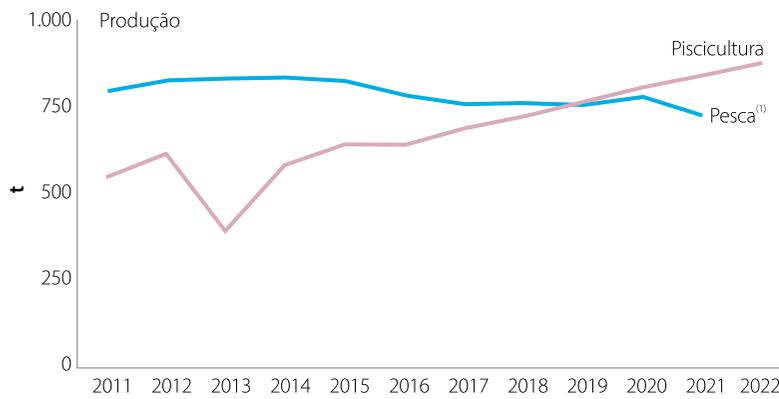
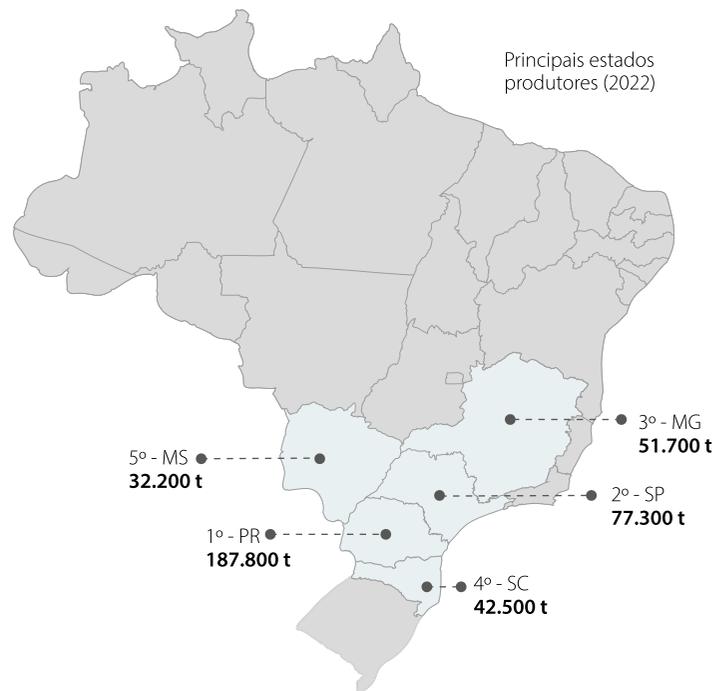
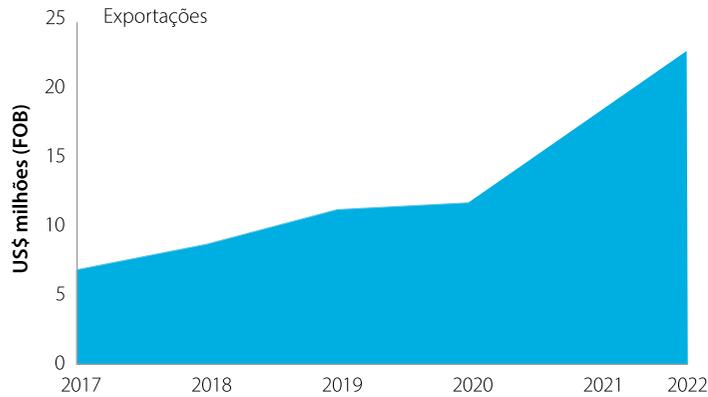
8%



3%



2%



⁽¹⁾ Dado da pesca para 2022 não está disponível

Fonte: Adaptado de Brasil (2014), FAO (2022), IBGE (2022f), Seafood Brasil (2022), Comex Stat (2023) e Peixe BR (2023).

Biodiversidade, alimento e riqueza

O Brasil possui uma das maiores biodiversidades de peixes do mundo, em que grande variedade das espécies produzidas, em água doce ou no mar, é oriunda tanto da pesca como da piscicultura. Considerando apenas as de cultivo, cerca de 30 espécies são produzidas na piscicultura brasileira, sendo a maioria nativa (tambaqui, pacu, pirapitinga, surubins, etc.) e algumas introduzidas (tilápia, carpa, truta, etc.). Além da tilápia, outras espécies mais produzidas e consumidas são: tambaqui, tambacu, tambatinga, carpa e pintados.

As primeiras atividades de pesquisa envolvendo piscicultura no Brasil ocorreram na década de 1930, a partir dos trabalhos de reprodução induzida de bagre e cascudo realizados pelo pesquisador Rodolpho von Lhering e por colaboradores em São Paulo. Esse trabalho foi ampliado para espécies do Rio São Francisco, visando ao povoamento de açudes construídos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) no Ceará. Ao longo das décadas de 1950 e 1960, o DNOCS expandiu essas ações para outras estações de piscicultura no Nordeste.

Ponto determinante

O controle da reprodução de peixes reofílicos (migradores) foi o ponto determinante para viabilizar a piscicultura como atividade zootécnica no mundo. A reprodução induzida de peixes nativos do Rio São Francisco, tais como o curimatã-pacu e o piau-verdadeiro, com o objetivo de repovoamento dos açudes do DNOCS no Nordeste, é considerada um marco da piscicultura brasileira.

O papel do DNOCS foi importante para o desenvolvimento da pesquisa em piscicultura no Brasil, introduzindo os primeiros exemplares de tilápia e de tilápia de Zanzibar em 1971, provenientes da Costa do Marfim, cujo objetivo era a reprodução visando ao povoamento de açudes e ao fomento do cultivo.

A partir da década de 1990, a piscicultura brasileira passou por um processo de profissionalização. As tecnologias de reprodução artificial permitiram o aumento da oferta de alevinos, fomentando a piscicultura de espécies nativas como tambaqui e pintados, além de peixes exóticos, como carpa e tilápia. A produção de rações com melhor balanceamento nutricional e o melhoramento genético foram outros fatores que permitiram o incremento tecnológico da piscicultura brasileira.

A reprodução induzida de peixes nativos do Rio São Francisco, tais como o curimatã-pacu e o piau-verdadeiro, [...] é considerada um marco da piscicultura brasileira

Esse processo de expansão da produção no Brasil ocorreu graças às instituições de pesquisa e universidades que atuam há décadas no desenvolvimento de inovações para o setor. Dentre essas, destacam-se: Instituto de Pesca de São Paulo, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), DNOCS, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental – Cepta (atual ICMBio), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Tilapicultura brasileira

A piscicultura ocorre em todo o País, sendo majoritariamente em água doce – a piscicultura marinha está em processo de consolidação. Atualmente, o Paraná é o maior produtor nacional, com destaque para a tilapicultura. Grandes cooperativas do Oeste paranaense, que já atuavam nas cadeias de frango, suínos e grãos, passaram a investir na produção de tilápia por meio de sistemas de integração vertical, o que promoveu uma verdadeira virada na piscicultura do País.

A tilápia é a principal espécie da piscicultura brasileira, com produção anual de 534 mil toneladas, respondendo por mais de 60% da produção nacional. Com esse volume, o Brasil já é o quarto maior produtor mundial da espécie.



Esse peixe também tem impulsionado o crescimento das exportações brasileiras da piscicultura, que, entre 2017 e 2021, foi de 203%. A espécie responde por 88% do total exportado pela piscicultura.

O crescimento da tilapicultura brasileira deveu-se a um processo de maior organização e investimento do setor privado. Em 2015, foi criada a Associação Brasileira da Piscicultura (PeixeBR), que desempenha um papel importante de representação do setor. A expansão desse mercado tem possibilitado o aumento dos investimentos em inovação

em diversos segmentos, desde melhoramento genético até processamento.

Investimentos para essas tecnologias e para a automação da produção são em parte originários de empresas que já atuam em outras cadeias de proteínas animais (como suínos e aves) e até mesmo de piscicultura como o salmão.

Desafios e perspectivas da inovação na piscicultura

Grandes empresas têm implantado novas estruturas de pesquisa e produção

de insumos, como alevinos de genética superior, ração, medicamentos, aditivos, além de equipamentos. As espécies nativas apresentam grande potencial e ainda carecem de pesquisas para potencializar sua produção e suas características de interesse comercial. Nesse sentido, investimentos em melhoramento genético com uso de ferramentas genômicas, como edição gênica, tornam-se imprescindíveis para melhorar a performance não apenas das espécies nativas, mas também para as linhagens melhoradas de tilápia.



Foto: Felipe Santos da Rosa



Foto: Jefferson Christofolotti



Foto: Orlando (AdobeStock)



Foto: Jefferson Christofolotti



Foto: Jefferson Christofolotti



Pimenta-do-reino

A pimenta-do-reino, ou pimenta-da-índia, é a especiaria mais famosa do mundo. Planta do gênero piperácea, é originária das florestas da Índia. O consumo e a produção de pimenta são antigos, havendo relatos históricos sobre o comércio desta especiaria já no século IV a.C.

Produto que conferia sabor e conservação aos alimentos, a pimenta-do-reino era muito valorizada no mundo no século XV. Na época, um cântaro de pimenta-do-reino (60 kg de grãos) chegava a valer 52 g de ouro.

A pimenta chegou de forma mais ampla à Europa com o navegador português Pedro Álvares Cabral que, no ano 1.500, levou da Índia para Portugal 54.215 kg de pimenta, além de canela,

gingibre e cravo-da-índia. E foi durante esse caminho que o navegador aportou no Brasil. O nome “reino”, dado à pimenta, foi por causa do monopólio da coroa portuguesa.

Apesar de a chegada da pimenta ao Brasil datar dos séculos XVII e XVIII, na Paraíba e na Bahia, foi somente no século XX, na Amazônia, que essa planta se estabeleceu no País. Em 1933, Makinossuke Ussui, imigrante japonês, trouxe 20 mudas de pimenteira-do-reino para o município de Tomé-Açu, no Pará. As mudas foram da variedade Cingapura, que é cultivada até hoje na região.

Nos anos seguintes, o preço da pimenta-do-reino disparou e o produto ganhou o apelido de “diamante negro”. O

Brasil despontou como o maior produtor mundial, mantendo essa liderança até 1992, quando o Vietnã passou a ser o primeiro em produção.

O aroma e a pungência da pimenta devem-se sobretudo à piperina e ao óleo volátil (óleo essencial) presentes nesse produto. A piperina é o principal composto bioativo natural da pimenta-do-reino. Tanto a piperina quanto o óleo essencial têm propriedades terapêuticas conhecidas e ainda em estudo pela ciência, como analgésico, antiplaquetário, anti-hipertensivo, anticancerígeno, antioxidante e outras. Embora a forma de comercialização mais comum da pimenta-do-reino seja em grãos pretos, há também as versões branca, verde e vermelha.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

PIMENTA-DO-REINO



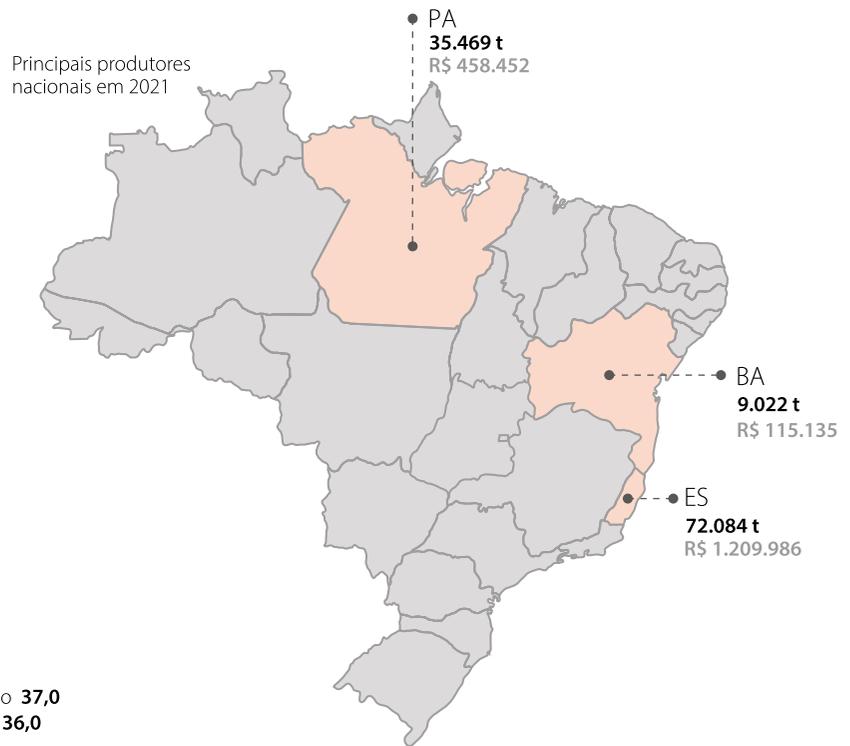
VERSATILIDADE



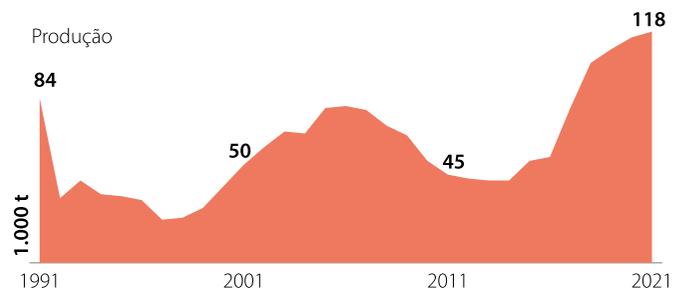
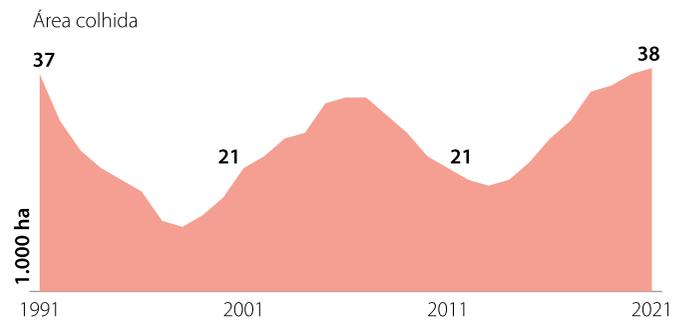
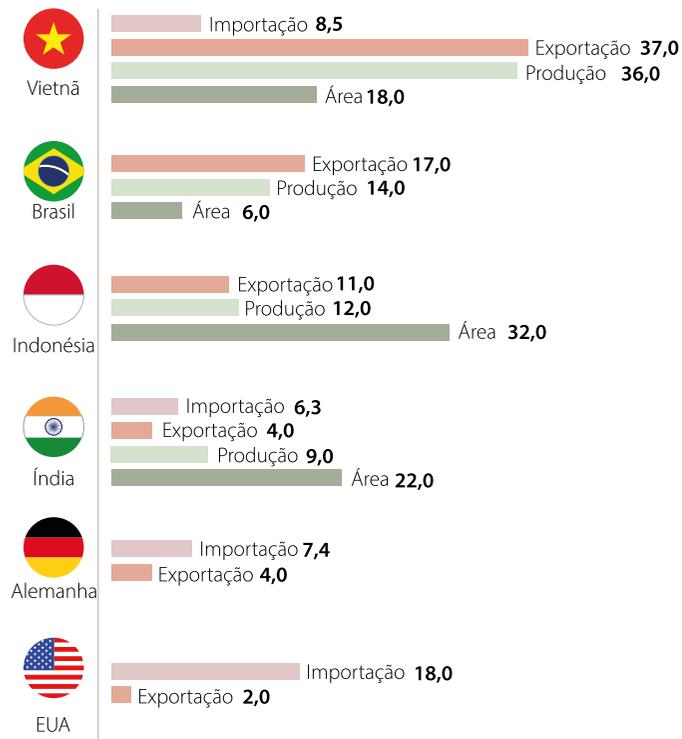
Rainha das especiarias



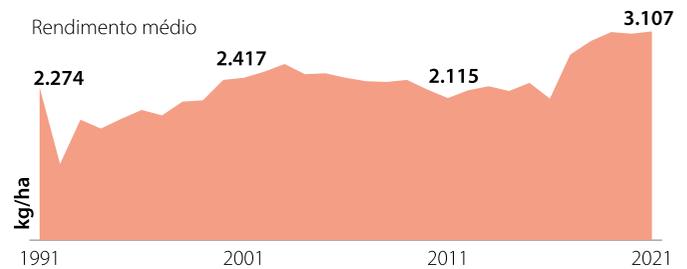
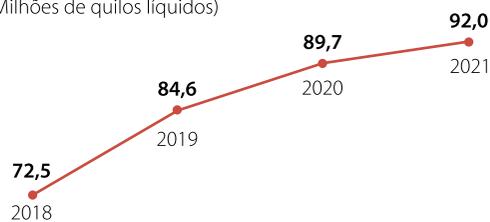
Propriedades medicinais



Principais mercados mundiais em termos percentuais (2018)



Evolução das exportações do Brasil (Milhões de quilos líquidos)



Fonte: Adaptado de FAO (2021), IBGE (2021b) e Comex Stat (2023).

O reino da pimenta

Desde a introdução da pimenta-do-reino na região Norte, o estado do Pará foi o maior produtor nacional até 2018, sendo superado pelo Espírito Santo. Em 1957, o aparecimento do fungo *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, causador da doença fusariose, afetou de forma drástica a longevidade dos pimentais e consequentemente a produção. O problema motivou a investigação científica em torno da pimenteira-do-reino. Posteriormente, em 1967, outro agente também passou a afetar os plantios na Amazônia: o vírus da doença denominada mosaico do pepino.

O Instituto Agrônomo do Norte (IAN), antecessor da Embrapa no estado do Pará, foi pioneiro na pesquisa com a pimenteira-do-reino. O foco dos projetos e experimentos nas décadas seguintes, tanto em campo quanto em laboratório nas mais distintas especialidades, foi o controle da fusariose, aumento da longevidade, produção e sustentabilidade.

A introdução de novos materiais genéticos trazidos da Índia, de Porto Rico e de variedades trazidas no tempo do Brasil colonial contribuiu para formação de um banco de germoplasma (BAG) no estado do Pará e para experimentos de introdução, competição e cruzamento de diferentes variedades da planta.

Duas cultivares foram desenvolvidas a partir das pesquisas com melhoramento genético no Brasil: a Bragantina BR-01 e a Guajarina BR-02, que são amplamente cultivadas no País e apresentam boa resposta quanto a crescimento e produção, além de apresentarem diferentes níveis de tolerância à fusariose. Técnicas de biotecnologia também

foram estabelecidas para a propagação de materiais livres de fungos e vírus.

A ciência desenvolveu o sistema de produção da pimenta-do-reino para combater e controlar as doenças que atingem essa cultura e melhorar a qualidade do grão. O sistema envolve desde o preparo da área, produção de mudas, tratamentos culturais até a pós-colheita, com a recomendação de diferentes materiais genéticos e práticas e metodologias de controle de fungos e vírus. E é com apoio e a participação efetiva de agricultores e da extensão rural, que esse conjunto de tecnologias chega às lavouras.

Outra instituição com grande contribuição ao desenvolvimento de pipericultura no Brasil é o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural que, usando princípios semelhantes de adaptação e otimização do siste-

A ciência desenvolveu o sistema de produção da pimenta-do-reino para combater e controlar as doenças que atingem essa cultura e melhorar a qualidade do grão

ma de produção, auxiliou no estabelecimento da pimenta-do-reino, de modo competitivo, no Espírito Santo, que é o maior produtor nacional.

Sustentabilidade

Um resultado de destaque da pesquisa no âmbito do sistema de produção da pimenta é a substituição das estacas de madeira – o chamado tutor morto – pela árvore da gliricídia (*Gliricidia sepium* L.), como tutor vivo. Isso porque a pimenteira-do-reino é uma planta trepadeira cujos ramos se fixam em um suporte, chamado de tutor, para se desenvolverem.

O uso da gliricídia evita o corte de árvores para a fabricação das estacas de madeira, reduz o impacto ambiental da atividade, contribui no sequestro de carbono, melhora a condição do solo e aumenta a longevidade dos pimentais.

Qualidade

O Brasil produziu na última safra, em 2021, 118 mil toneladas de pimenta-do-reino. Desse total, consumiu em torno de 26 mil toneladas e exportou 92 mil toneladas, principalmente para os mercados americano e europeu. E a pimenta brasileira tem um diferencial: a qualidade e a sustentabilidade.

No Pará, por exemplo, os grãos são secados ao sol, não sendo necessárias madeiras, lenhas e outros tipos de elementos combustíveis para secar a pimenta, o que reduz a emissão de gases de efeito estufa. Além disso, a secagem ao sol preserva mais a qualidade e as características



de sabor, aroma e pungência do grão. Sendo um fruto desidratado, que tem a capacidade de longa conservação de suas propriedades, a pimenta-do-reino mantém suas características pouco alteradas, se adequadamente conservada. Basta uma simples moagem para sua utilização.

Desafio coletivo

A produção mundial de pimenta está em torno de 700 mil toneladas. Some-se a isso, o consumo, que cresce anualmente em torno de 3%. É um grande desafio para a pesquisa brasileira, a extensão rural, o segmento produ-

tivo e o mercado nacional manter o País em posição de destaque na produção mundial dessa especiaria.

A superação desse desafio depende de mais adoção de tecnologias no campo, para que seja aumentada a produção, com qualidade e sustentabilidade.

Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Ronaldo Rosa

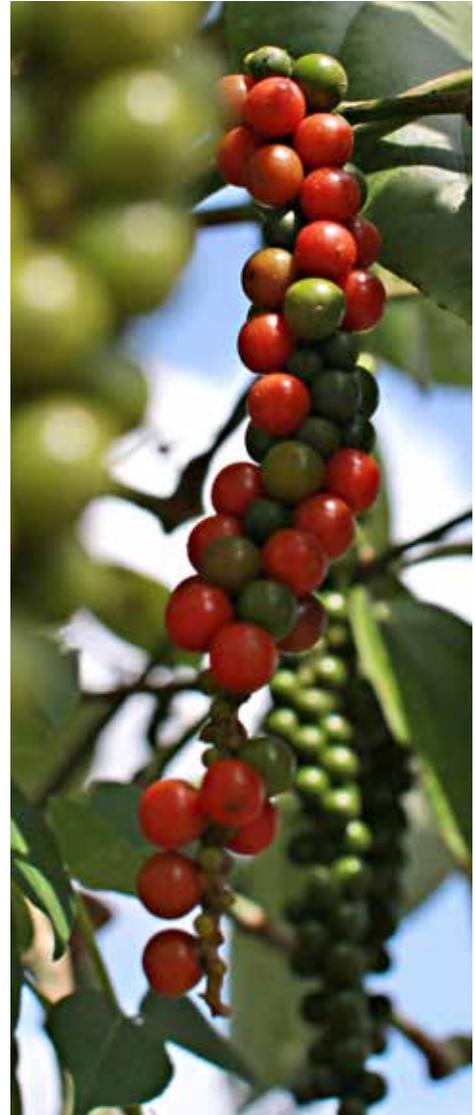


Foto: Ronaldo Rosa



Foto: Ronaldo Rosa

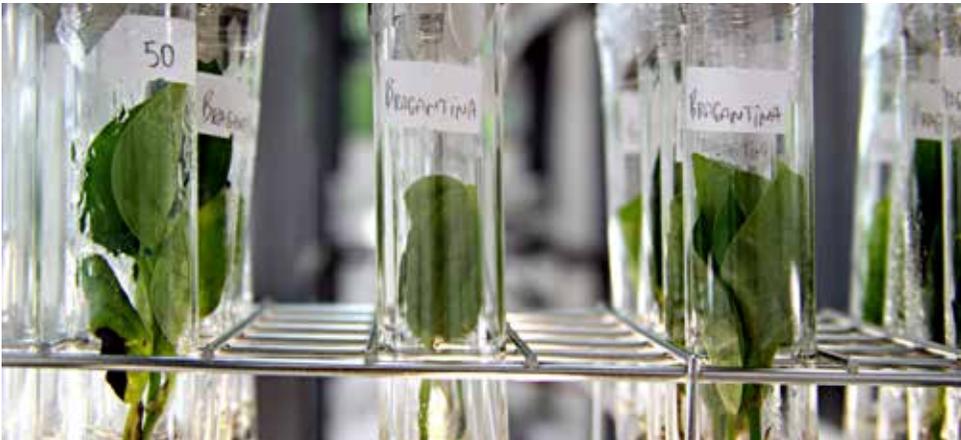


Foto: Ronaldo Rosa





Soja

A domesticação da soja ocorreu na China, há cerca de 5 mil anos. Sua ascensão ao Ocidente se deu a partir da década de 1920, nos Estados Unidos. No Brasil, o cultivo comercial da oleaginosa foi iniciado em 1941, no Rio Grande do Sul, com destinação para o consumo animal, na forma de forragem. Apenas na década de 1960, o grão passou a ter importância econômica ao atingir uma produção estimada de 1 milhão de toneladas, ocupando no verão as áreas cultivadas com trigo no inverno.

A leguminosa encontrou no Brasil as condições adequadas para expansão, por meio da disponibilidade de área, clima favorável, topografia adequada e soluções tecnológicas adaptadas à

agricultura tropical. Atualmente a soja é cultivada em 20 estados e no Distrito Federal e os principais estados produtores são: Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás. O avanço da produção no País foi motivado pelo crescimento sustentado da demanda de soja e de seus derivados, em âmbito mundial. Atualmente, o País é líder mundial na produção, seguido dos Estados Unidos e Argentina. Grande parte da produção brasileira é exportada para a Ásia (com destaque para a China) e Europa, entre outros.

A soja é um alimento calórico-proteico, que apresenta entre 36% e 40% de proteína nos grãos, sendo a principal fonte de proteína de qualidade no mundo

e disponível em grandes volumes. A leguminosa é a base das rações de animais, garantindo melhorias na qualidade da carne suína, bovina e de aves, assim como no leite, ovos e outros produtos de origem animal.

Na alimentação humana, a soja é usada diretamente na culinária (grão, óleo, farinha, farelo, proteína isolada e lecitina) ou ainda como matéria-prima pela indústria alimentícia. A partir do desenvolvimento tecnológico, o grão passou a desempenhar múltiplas funções e usos, podendo ser utilizado também para produção de biocombustível, indústria cosmética, produtos terapêuticos, pneus, além de outros usos não convencionais.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

SOJA



VERSATILIDADE



Óleo



Pneu



Combustível



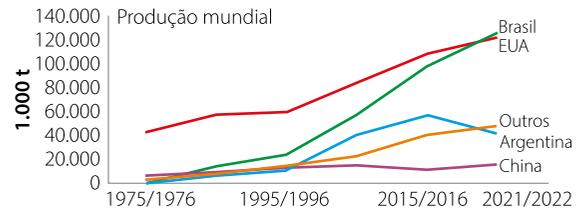
Cosmético



Ração

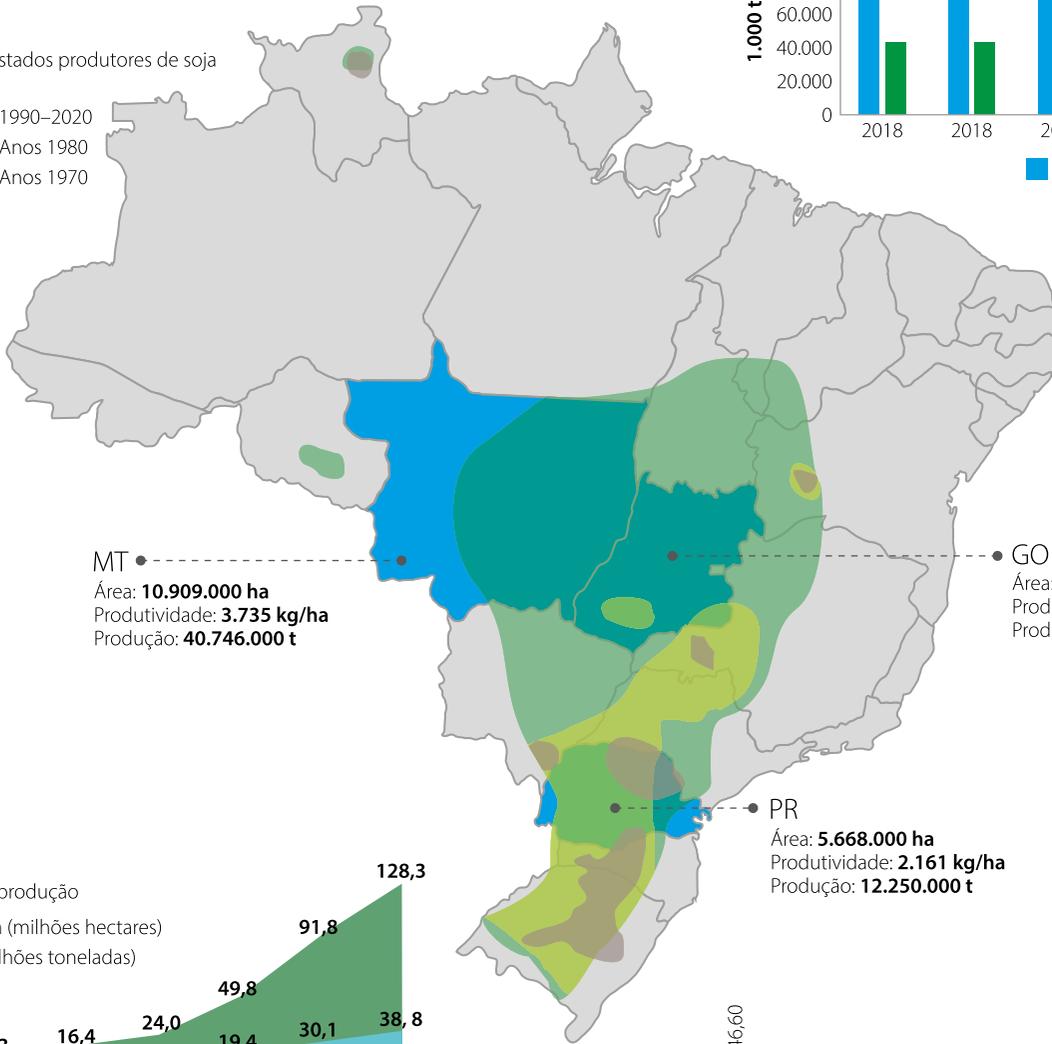


Alimento



Principais estados produtores de soja

- 1990–2020
- Anos 1980
- Anos 1970



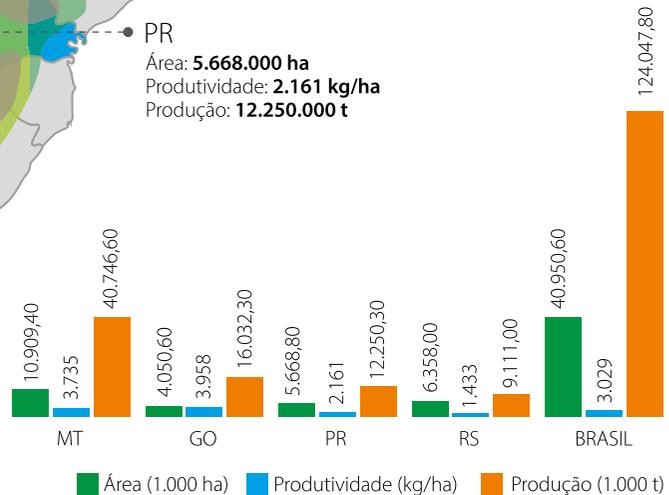
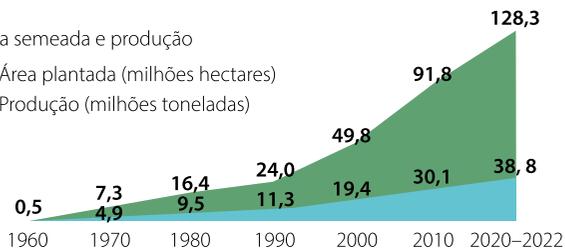
MT
 Área: **10.909.000 ha**
 Produtividade: **3.735 kg/ha**
 Produção: **40.746.000 t**

GO
 Área: **4.050.000 ha**
 Produtividade: **3.958 kg/ha**
 Produção: **16.032.000 t**

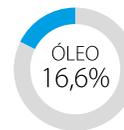
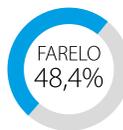
PR
 Área: **5.668.000 ha**
 Produtividade: **2.161 kg/ha**
 Produção: **12.250.000 t**

Área semeada e produção

- Área plantada (milhões hectares)
- Produção (milhões toneladas)



EXPORTAÇÃO



CONSUMO



Fonte: Adaptado de Embrapa Soja (2018), Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (2023), Conab (2023) e Estados Unidos (2023).

Alavanca do agronegócio brasileiro

A soja foi a cultura que mais cresceu no Brasil nas últimas cinco décadas. De 1973 até 2022, a produção aumentou 38 vezes, saltando de 3,2 milhões para 125 milhões de toneladas. Nesse mesmo período, a área cultivada aumentou apenas 19 vezes, de 2,2 milhões para cerca de 41 milhões de hectares. O incremento contínuo da produtividade da soja foi resultado da adoção de um conjunto robusto de tecnologias geradas pela pesquisa. E o cultivo da soja vem transformando a realidade de diversas regiões brasileiras, inclusive com melhorias nos índices de desenvolvimento humano.

A tropicalização

A expansão da cultura para diferentes regiões brasileiras só foi possível com o revolucionário trabalho de cientistas brasileiros na genética da soja. Ao entender que a floração da planta é determinada pelo comprimento do dia e que esse fator pode ser controlado geneticamente, os cientistas geraram cultivares próprias para condição de dias mais curtos, típicos das zonas tropicais no verão. Assim, a soja foi sendo adaptada às condições de clima e de solo, em diferentes latitudes do País. A primeira cultivar genuinamente brasileira foi a Doko, lançada em 1980, para o Brasil Central. Atualmente, a Embrapa Soja faz a curadoria de um dos maiores bancos ativos de germoplasma de soja do mundo – mais de 65 mil acessos (tipos) de soja.

Também contribuiu para a expansão da cultura da soja o sistema plantio direto (SPD), que é embasado na redução do revolvimento do solo, na cobertura per-

manente do solo por culturas ou resíduos vegetais e na rotação de culturas. O SPD reduz a erosão e gera economia de corretivos, fertilizantes e operações de preparo de solo. Por meio de pesquisas, foi possível recomendar soluções para solos brasileiros com elevada acidez e baixa fertilidade natural: calcário e fertilizantes com base em critérios técnicos, considerando a máxima eficiência econômica. Sem essas indicações não seria possível o cultivo de soja no Cerrado brasileiro.

Diversificação de cultivos

Outra contribuição ao sistema produtivo é a integração lavoura-pecuária (ILP), estratégia de produção que promove maior diversificação de cultivos no ambiente e, em simultâneo, intensifica as atividades agrícolas numa mesma área. Por meio da pesquisa, atual-

A expansão da cultura para diferentes regiões brasileiras só foi possível com o revolucionário trabalho de cientistas brasileiros na genética da soja

mente há modelos e técnicas de ILP para todas as regiões que produzem soja no Brasil.

A produção brasileira de soja é beneficiada também pela inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio (rizóbios). Essa solução propicia uma economia anual estimada em R\$ 38 bilhões por safra, ao dispensar o uso de adubos nitrogenados. Recentemente, pesquisadores verificaram que a co-inoculação com outra bactéria benéfica (*Azospirillum*) estimula o crescimento da soja e aumenta a eficiência da fixação de N. Essa tecnologia resulta em ganhos anuais de produtividade da ordem de 16%.

Nos últimos 50 anos, a pesquisa brasileira gerou, ainda, tecnologias que propiciam os manejos integrados de insetos-praga, doenças e plantas daninhas, por meio de diferentes métodos – químicos, mecânicos, biológicos e culturais – para prevenir e controlar esses problemas, viabilizando a produção de soja nas diferentes condições de solo e de clima do País.

Ao longo das últimas cinco décadas, a pesquisa brasileira também gerou tecnologias para melhoria da qualidade das sementes de soja. O uso de sementes com alto vigor promove ganhos de produtividade superiores a 9%, comparativamente ao uso de sementes com baixa qualidade.

Olhar para o futuro

Para atender aos desafios crescentes da sustentabilidade, pesquisas são direcionadas para aumentar a participação de



insumos biológicos no controle de insetos-praga e doenças e na promoção do crescimento de plantas, bem como a substituição de fertilizantes de origem não renovável por insumos de base biológica.

O programa Soja Baixo Carbono (SBC), lançado pela Embrapa Soja, tem por objetivo atestar a sustentabilidade da produção de soja brasileira, sendo pautado na mensuração dos benefícios e na certificação das práticas de produção que reduzam a emissão de gases de efeito estufa.

A engenharia genética vem permitindo a edição de genomas – com possibilidade de deletar ou alterar pequenas partes do DNA da própria planta para alcançar características desejáveis. No Brasil, a soja geneticamente editada pela tecnologia CRISPR/Cas, por exemplo, vem sendo considerada convencional, não transgênica, o que agiliza a sua inserção no mercado.

Os últimos anos vêm sendo marcados ainda por mudanças no campo digital, por meio de soluções de conectividade, sensoriamento remoto, sensores, drones, entre outras. A agricultura digi-

tal potencializa o monitoramento das lavouras, a racionalização no uso de insumos e no incremento da produtividade e da rentabilidade.

Nas próximas décadas, as novas tecnologias contribuirão ainda mais com a conservação dos recursos ambientais e a mitigação da emissão de gases causadores do efeito estufa. As pesquisas estarão direcionadas ao aumento da produtividade com racionalização de custos e redução de impactos ambientais, permitindo a obtenção de renda adequada ao produtor, segurança alimentar e benefícios sociais.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: valdisskudre (AdobeStock)



Foto: Alfribeiro (AdobeStock)



Foto: Luis Echeverri Urrea (AdobeStock)



Foto: Antônio Neto



Foto: Antônio Neto



Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor*), originário da África, foi domesticado pelo homem há mais de 5 mil anos. O cereal, popular nos países africanos e asiáticos, expandiu-se para o resto do mundo a partir do século 19. Segundo consta, o sorgo chegou ao Brasil por meio de africanos escravizados, e adaptou-se bem ao clima do País.

No Brasil, há predomínio do cultivo de sorgo para alimentação animal. Tanto os grãos quanto a planta inteira são usados. O grão de sorgo é o principal substituto do milho para fabricação de ração animal, principalmente pela semelhança no valor nutricional. Além disso, constata-se no mercado de grãos a prática de preço inferior ao do milho,

atuando de maneira importante nas cadeias produtivas de proteína animal.

As propriedades antioxidantes dos grãos de sorgo fazem deles importante matéria-prima para a fabricação de alimentos para o consumo humano. Por ser livre de glúten, o sorgo pode ser utilizado em dietas para pessoas com doença celíaca. Os grãos podem ser consumidos in natura ou em forma de farinha, que pode ser utilizada para a produção de pães, bolos, biscoitos, barras de cereais, bebidas funcionais e massas para doces e salgados.

O sorgo, juntamente com milho, trigo, arroz e cevada, completa a lista dos cinco cereais mais cultivados no planeta. Estima-se que mais de 300 milhões de

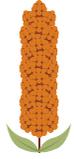
indivíduos que vivem em países em desenvolvimento dependem essencialmente do sorgo como fonte de energia.

Na África, os grãos de sorgo são utilizados no preparo de uma variedade de alimentos, como mingaus, cuscuz, pães, cervejas e farinhas pré-cozidas para uso instantâneo. Nos Estados Unidos e em países da Oceania, a maior parte da produção é destinada à alimentação animal e à produção de álcool.

No Brasil, o sorgo é cultivado principalmente para alimentação animal, entretanto, nos últimos anos, com o crescimento da produção, o uso do cereal na alimentação humana vem aumentando, em função das propriedades funcionais e nutricionais do alimento.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

SORGO



VERSATILIDADE



Alimentação animal



Alimento



Bebidas



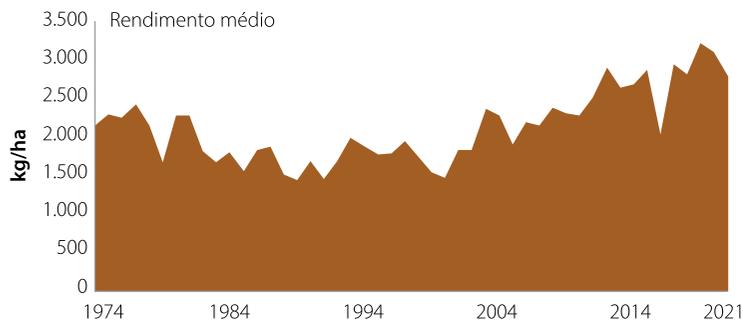
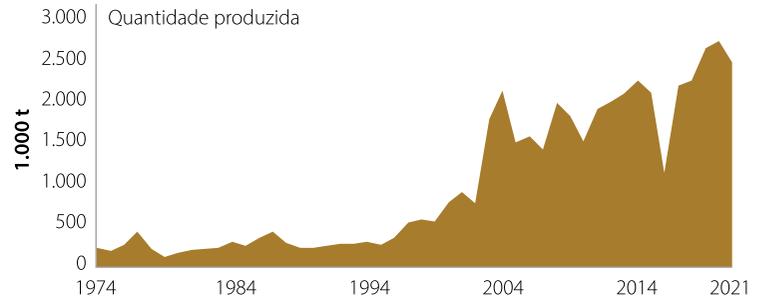
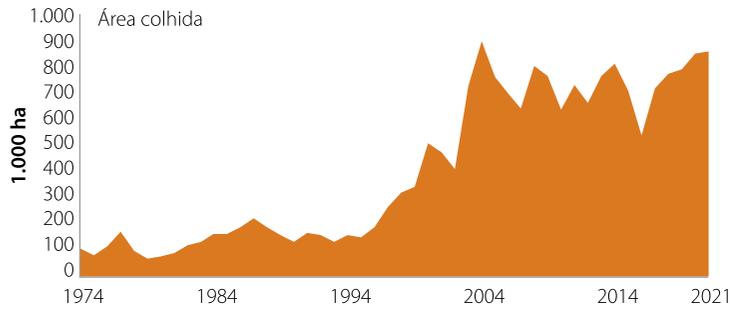
Bioetanol



Farelos de sorgo

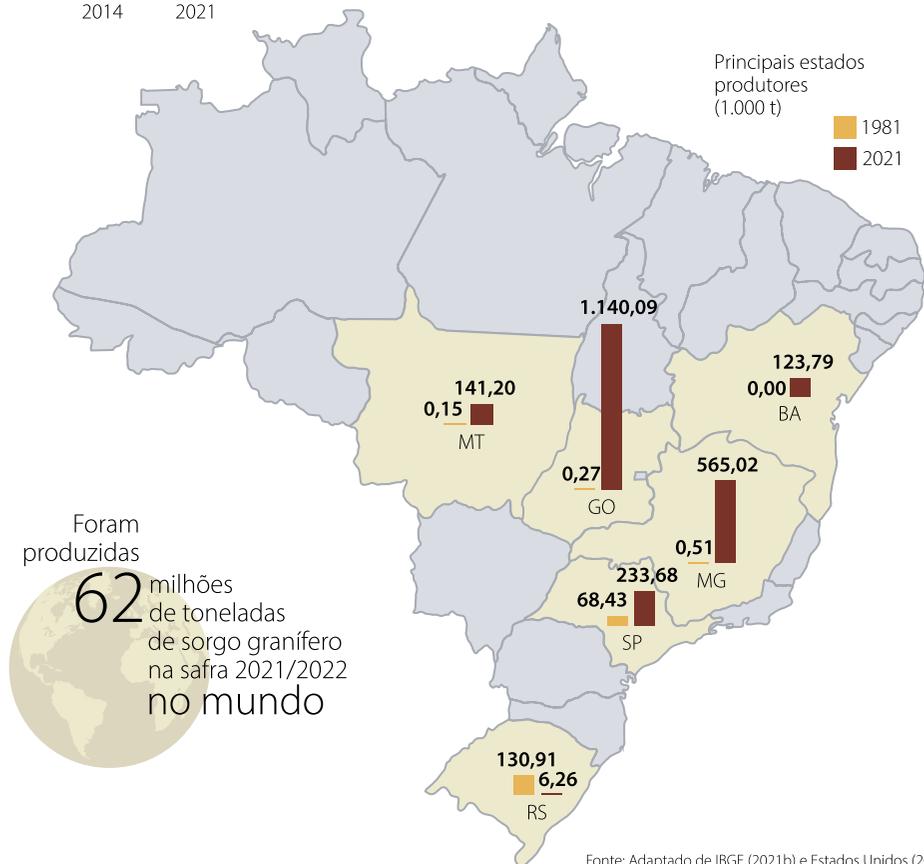


Outros usos industriais



10 países produzem 73% do sorgo no mundo

Nigéria	7.000.000 t
Sudão	5.000.000 t
México	4.850.000 t
EUA	4.770.000 t
Etiópia	4.500.000 t
Índia	4.400.000 t
Argentina	3.400.000 t
China	3.000.000 t
Brasil	2.940.000 t
Austrália	2.500.000 t



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b) e Estados Unidos (2023).

Um dos cereais mais produzidos no planeta

Existem cinco diferentes tipos de sorgo: granífero, forrageiro/silageiro, biomassa, sacarino e vassoura. Do granífero, usam-se os grãos, seus compostos bioativos e o amido comestível. Assim como o milho, pode também ser utilizado para a produção de bioetanol. O sorgo forrageiro/silageiro é usado para corte e pastejo ou para a produção de silagem, com foco em alimentação animal. O sorgo biomassa pode ser empregado na cogeração de energia térmica via queima, ou na produção de etanol de segunda geração, a partir da celulose. Na indústria de biocombustíveis, a partir de açúcares acumulados no colmo da planta, o sorgo sacarino é utilizado para etanol de primeira geração. O sorgo vassoura é usado para fabricação de vassouras (artesanal e semi-industrializadas). No Brasil, são mais cultivados os sorgos dos tipos granífero e forrageiro.

O sorgo agrega valor ao negócio agroindustrial e é opção relevante para nichos de mercado, especialmente para alimentos funcionais, rações, bioetanol e cogeração de energia, como alternativas e complementos para as matérias-primas agroalimentares e energéticas. Nas indústrias, o sorgo também fornece matéria-prima para amido, cera, bebidas, rações e óleos.

Escolha inteligente, cereal ancestral e alimento funcional

A partir de seu ancestral selvagem, o processo de domesticação do sorgo estendeu-se por séculos até chegar às ca-

racterísticas atuais da planta de sorgo granífero, com alta produtividade de grãos. Um trabalho intenso de conversão foi realizado para deixar a planta de sorgo granífero de porte baixo e insensível ao fotoperíodo.

A tolerância do sorgo à seca permitiu ao Brasil iniciar seu cultivo em condições de sequeiro, na segunda safra (cultivo realizado logo após a safra de verão, em condições de sequeiro) e o desenvolvimento da agricultura no Cerrado. Os híbridos de sorgo da série BR 300, desenvolvidos pela Embrapa, foram pioneiros na expansão da cultura nos plantios após a soja.

A partir disso, empresas criaram programas de melhoramento de sorgo com foco no desenvolvimento de híbridos mais precoces, mais tolerantes a doenças e adaptados ao clima tropical.

O sorgo se ajustou muito bem ao Sistema Plantio Direto (SPD), que se trata de um método conservacionis-

A tolerância do sorgo à seca permitiu ao Brasil iniciar seu cultivo em condições de sequeiro, na segunda safra, e o desenvolvimento da agricultura no Cerrado

ta para o preparo do solo, caracterizado pela busca de boas práticas e da máxima rentabilidade do sistema agrícola. Nesse sistema, além de contribuir com o manejo de plantas daninhas e de nematoides, o sorgo também produz uma palhada (biomassa) de alta relação carbono/nitrogênio para o cultivo sucessivo da soja.

Cultivares de sorgo silageiro também foram desenvolvidas para uso como complemento volumoso na alimentação de animais ruminantes, principalmente, para a oferta de silagem em épocas de escassez de pastagem. Os trabalhos nessa linha de pesquisa contribuíram para o desenvolvimento de materiais genéticos com alta produção de matéria verde e alta digestibilidade.

Atualmente o sorgo é uma cultura consolidada, de alta tecnologia, com sistemas de produção já bem fundamentados.

Avanços nas áreas de genética e biologia molecular, manejo de cultivos e de compreensão de dados ambientais têm ajudado no desenvolvimento de cultivares mais eficientes na utilização de nutrientes, tolerantes à seca e ao alumínio, o que garante a certeza de sucesso da cultura no País.

Pesquisas em melhoramento genético têm focado no desenvolvimento de cultivares de sorgo mais adequadas para a alimentação humana, com maiores concentrações de nutrientes e de compostos bioativos nos grãos. O potencial de novas cultivares é avaliado em ensaios com animais de laboratório e com humanos. A ampla diversidade de tipos de sorgo tem permitido a identificação

Foto: Guilherme Viana



de materiais genéticos com teores mais elevados de proteínas e fontes de ferro, zinco, vitamina E, amido resistente e de diversos compostos fenólicos (antioxidantes que combatem radicais livres).

Segurança alimentar

Nas últimas safras agrícolas, até 2022, o sorgo tem ganhado espaço no Brasil. O crescimento pode estar associado a alterações climáticas recentes, como redução de chuvas na estação destinada aos cultivos de segunda safra, fazendo com que produtores busquem culturas agrícolas mais produtivas e estáveis, tolerantes à seca, resistentes a pragas e doenças, incluindo nematoides. Assim, o sorgo, por ter maior resiliência a condições ambientais adversas tem papel cada vez mais importante para a segurança alimentar.

Cultivares de sorgo com baixo fator de reprodução de nematoides, como BRS Ponta Negra e BRS 373, da Embrapa, são alternativas interessantes para cultivo em segunda safra. O uso dessas culti-

vares traz retornos econômicos diretos, com a colheita do sorgo, e indiretos, por causa da maior produtividade da soja em função da menor incidência de nematoides na cultura principal.

Em termos mercadológicos, o cultivo de sorgo granífero em sucessão às culturas de verão, principalmente a soja, contribui para a oferta sustentável de grãos para alimentação animal e humana.

No Brasil, desde a década de 1970, a Embrapa e outras instituições públicas e privadas vêm desenvolvendo pesquisas com os diferentes tipos de sorgo, tanto para o desenvolvimento de novas cultivares como para o estabelecimento e a adequação de sistemas de produção para as diferentes regiões e condições de cultivo existentes. No entanto, apesar dos evidentes e inúmeros avanços científicos e do grande potencial dos diferentes tipos de sorgo, o cultivo e o uso dele ainda precisam ser ampliados no País, a partir de políticas públicas e programas não governamentais com ações para transferência de tecnologias

e difusão do conhecimento ao setor produtivo.

Nesse propósito, objeto de parceria de cocriação público-privada, a Embrapa coordena a estruturação do Movimento + Sorgo. O programa tem como objetivo principal promover a expansão do cultivo e uso do sorgo para ampliação da produção de alimentos e energia em regiões selecionadas do Brasil e da América Latina. Esse trabalho é realizado por meio de uma agenda estratégica de planos e metas, com foco em resultados de impacto para a agropecuária brasileira. Constam dessas tratativas em curso, de forma integrativa e complementar, um Colegiado de Governança e um Fundo de Participação, com a interveniência da Fundação de Apoio e Desenvolvimento, incluindo a inserção e contribuições (financeiras e não financeiras) de empresas e organizações interessadas em integrar este movimento de fortalecimento e desenvolvimento da cadeia de produção da cultura do sorgo.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: André May



Foto: Maria Eugénia Ribeiro

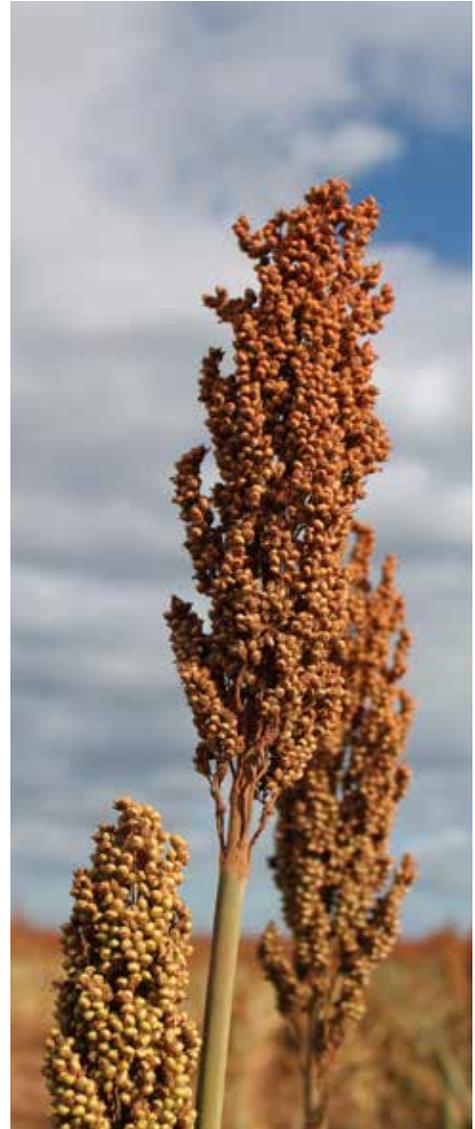


Foto: Kadijah Suleiman



Foto: Valéria Queiroz



Foto: André May



Foto: Marcos Rosa





Tomate

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) e seus parentes silvestres do gênero *Solanum* (*Lycopersicon*) são nativos no extremo ocidente da América do Sul, incluindo a área litorânea do Pacífico e as encostas da Cordilheira dos Andes (englobando Peru, Chile e Equador) e também nas Ilhas Galápagos.

Domesticado no México, o tomateiro foi levado pelos espanhóis para a Europa e hoje se tornou um cultivo cosmopolita. No Brasil, o tomate teve o seu cultivo intensificado após a chegada de imigrantes europeus e japoneses no início do século XX.

Os frutos do tomateiro se destacam pelo rico aspecto nutracêutico, acumulando minerais, vitamina E, ácido ascórbico (vitamina C), flavonoides, compos-

tos fenólicos, carotenoides (provitamina A e licopeno) e outros antioxidantes de interesse para a saúde humana.

Versátil, o tomate se destaca pela sua diversidade de usos culinários, podendo ser consumido de várias maneiras. No entanto, pensando no aproveitamento do licopeno (que é o principal antioxidante e que confere a típica cor vermelha dos frutos), os molhos caseiros e extratos concentram mais esse nutracêutico, que é termoestável.

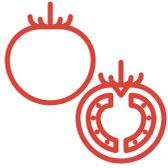
O Brasil produz quase todas as variedades desta hortaliça. Os tipos mais populares são os tomates caqui (longa-vida ou convencional), tomate Santa Cruz/Santa Clara/Débora, tomate Italiano ou Saladette, tomate mesa rasteiro e tomate industrial, tomate cereja e toma-

te grape. As principais diferenças estão no formato, tamanho dos frutos e como eles são cultivados (tutorados com estacas, todos os grupos) ou rasteiros (tomate mesa rasteiro e tomate industrial).

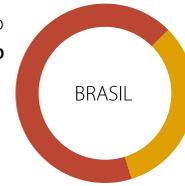
A percepção do público brasileiro de que o consumo de tomates nutricionalmente enriquecidos (e isentos de resíduos de agrotóxicos) faz parte de um estilo de vida mais saudável coloca essa hortaliça em uma posição mercadológica privilegiada. O consumo *per capita* do tomate é bastante elevado, sendo a segunda hortaliça mais consumida no mundo. No Brasil, o cultivo tem uma enorme importância social, sendo uma fonte de emprego e renda em todos os elos de sua cadeia produtiva.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

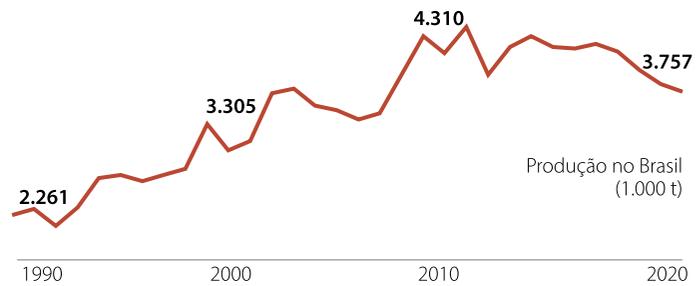
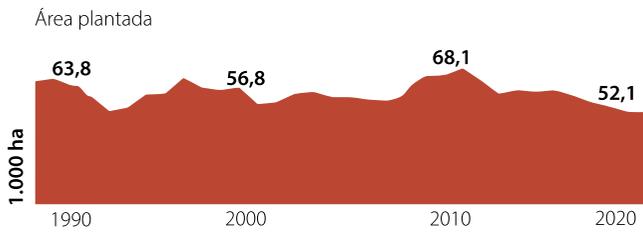
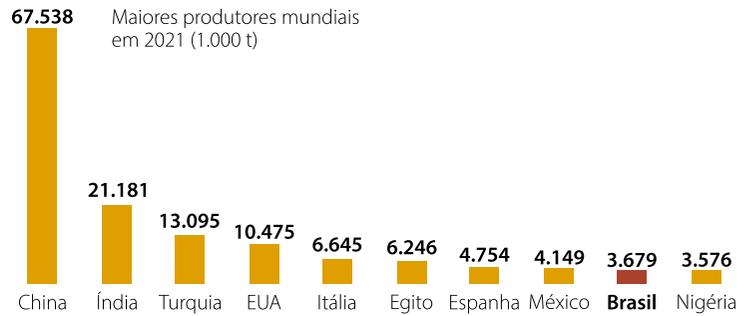
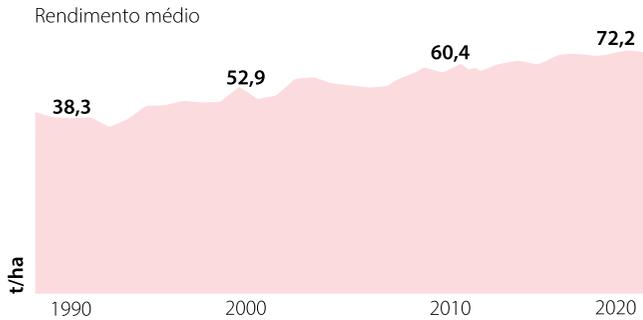
TOMATE



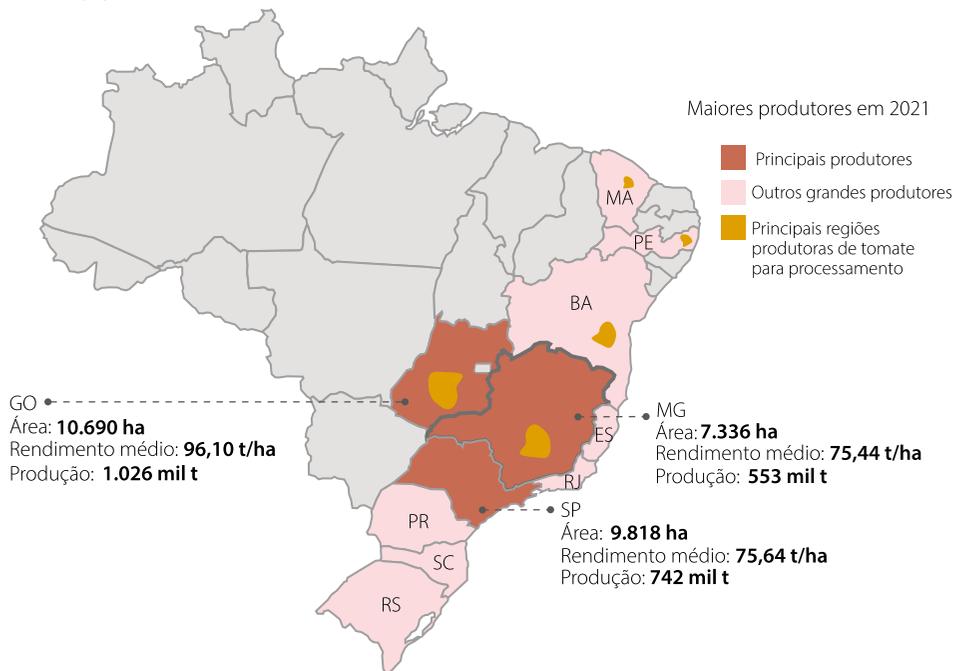
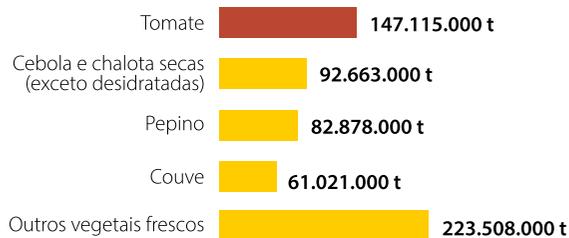
Consumo doméstico
63%



Processamento industrial
37%



Hortalças mais consumidas no mundo em 2020



Fonte: FAO (2021), IBGE (2022d) e Cepea (2023).

O desafio da produção sustentável

Os produtores de tomate no Brasil sempre enfrentaram um leque de desafios, tanto para campo aberto quanto sob cultivo protegido. A produção sustentável no País é dificultada pelo severo ataque de pragas e doenças, o que exige o uso constante e mais intenso de agrotóxicos. Além disso, a elevada demanda por insumos com preços atrelados ao dólar resulta em custos de produção elevados.

Existe um amplo espaço para a expansão do consumo dessa hortaliça no País, mesmo que o cultivo do tomateiro nos trópicos continue sendo desafiador. As chuvas torrenciais e temperaturas elevadas no verão e o frio do inverno prejudicam a produção. Com o avanço da ciência brasileira, os problemas abióticos passaram a ser, em geral, contornáveis, já que a cultura pode ser conduzida em áreas com controle de irrigação ou sob cultivo protegido. Por outro lado, cultivos em campo aberto, e mesmo sob cultivo protegido, podem ainda ser severamente castigados por pragas e doenças durante o ano inteiro.

Soluções à base de ciência

Esses problemas têm sido os principais responsáveis pelas dramáticas oscilações de preço e de oferta sazonais. Nesse cenário, o foco primordial da ciência brasileira tem sido oferecer soluções tecnológicas para o manejo sustentável da cultura. O melhoramento genético aplicado no desenvolvimento de cultivares multirresistentes e as estratégias de manejo fitotécnico da cultura enfrentam grandes desafios.

Mesmo assim, têm fornecido expressivas contribuições para sustentabilidade do cultivo. A Embrapa, por exemplo, tem se concentrado em minimizar a dependência de agroquímicos por meio do desenvolvimento de novas estratégias de manejo e via incorporação em cultivares-elite de múltiplos fatores de resistência (R) a doenças e pragas, bem como tolerância aos estresses ambientais.

Cultivares mais modernas

As modernas cultivares apresentam a maior quantidade possível de fatores genéticos incorporados, principalmente contra doenças de solo e de etiologia

As modernas cultivares apresentam a maior quantidade possível de fatores genéticos incorporados, principalmente contra doenças de solo e de etiologia viral, para as quais tratamentos curativos/químicos não são efetivos e/ou disponíveis

viral, para as quais tratamentos curativos/químicos não são efetivos e/ou disponíveis. Equipes multidisciplinares, com apoio de instituições parceiras, têm conduzido projetos e ações de pesquisa de maneira ininterrupta, sendo fomentadas por diferentes fontes financiadoras (públicas e privadas).

No melhoramento, esses esforços resultaram na disponibilização de uma ampla coleção de cultivares multirresistentes de distintos segmentos varietais. As ferramentas de biologia molecular têm sido também utilizadas para a identificação dos patógenos e de variantes de patógenos que afetam a cultura.

Top 10

Apesar das dificuldades, todos esses avanços posicionaram o Brasil entre os 10 maiores produtores de tomate do mundo, com uma produção total de 3.753.595 t, em 2022. Hoje, os dois principais tipos de cultivo de tomate no País são para mesa (consumo in natura) ou para processamento agroindustrial. A área plantada total (mesa + industrial) em 2018 foi de 57.134 ha, com uma produtividade de 71,9 t/ha.

O tomateiro para mesa é cultivado em todas as unidades da Federação, ocupando cerca de 40.000 ha/ano. São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Ceará e Pernambuco são os principais estados produtores. O cultivo para mesa é feito predominantemente em condições de campo aberto, mas as áreas sob cultivo protegido estão em franca expansão.

Foto: Henrique Carvalho



A cadeia nacional do tomate para processamento se localiza majoritariamente no Brasil Central (especialmente em Goiás) e no oeste paulista. O segmento para o processamento industrial tem ocupado uma área de cer-

ca de 20 mil hectares com produção em torno de 1,5 milhão de toneladas em 2021.

Novos ativos tecnológicos de diferentes segmentos varietais estão sendo constantemente disponibilizados por meio

de cultivares e tecnologias de manejo capazes de superar os principais entraves bióticos e abióticos que afetam negativamente a sustentabilidade e a competitividade do agronegócio do tomateiro no Brasil.

Foto: Henrique Martins Gianvecchio



Foto: Leonardo Boiteaux



Foto: Cultura Creative (AdobeStock)



Foto: Lightfield Studios (AdobeStock)



Foto: Neide Makiko Furukawa



Foto: André Luis do Nascimento Gomes



Trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é considerado alimento fundamental para a humanidade. Trigo e cevada foram responsáveis pelo início da agricultura e pela fixação do homem à vida sedentária. Admite-se que o trigo surgiu, há cerca de 10 mil anos, por meio de cruzamento natural entre gramíneas selvagens, na região chamada de Crescente Fértil, oeste da Ásia, que abarca os territórios de países como Síria, Líbano, Turquia, Iraque e Irã.

O consumo desse alimento, originalmente, era diferente do atual: do grão torrado no fogo e semelhante a pipoca ou triturado grosseiramente e cozido, passou, também, a ser consumido na forma de uma massa fina e achatada assada sobre pedras quentes (pre-

cursor do pão e do biscoito modernos). Posteriormente, com a descoberta da fermentação biológica (atribuída ao acaso), associada ao desenvolvimento de técnicas de moagem mais aprimoradas, os pães primitivos passaram a ter melhor palatabilidade.

A composição química e estrutura do grão de trigo, com predominância de carboidratos (74%) e proteínas (14%), e a possibilidade de separação em três componentes principais – endosperma (83%), farelo (14%) e gérmen (3%) – configuram esse cereal como matéria-prima de alta versatilidade. Pode ser usado em formulações domésticas e industriais, tanto para alimentação humana quanto animal, na área farmacêutica,

como colas no setor de mobiliário, entre outros.

No Brasil, o trigo foi introduzido pelos portugueses, no século 16, no centro do País, destacando-se, na sequência, no Sul, a experiência dos açorianos (por volta de 1750) e, posteriormente, com as imigrações alemã (1824) e italiana (1875).

Até 1980, a produção de trigo no Brasil estava, exclusivamente, concentrada na região Sul. Desde então, apesar de ainda majoritário no Sul, o cultivo avançou para os estados do Brasil Central, bioma Cerrado, região Centro-Oeste, consolidando uma triticultura genuinamente tropical. Um novo olhar, atualmente, tem sido voltado aos estados das regiões Norte e Nordeste.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

TRIGO



VERSATILIDADE



Alimento



Panificação



Ração/Pasto



Silagem



Etanol



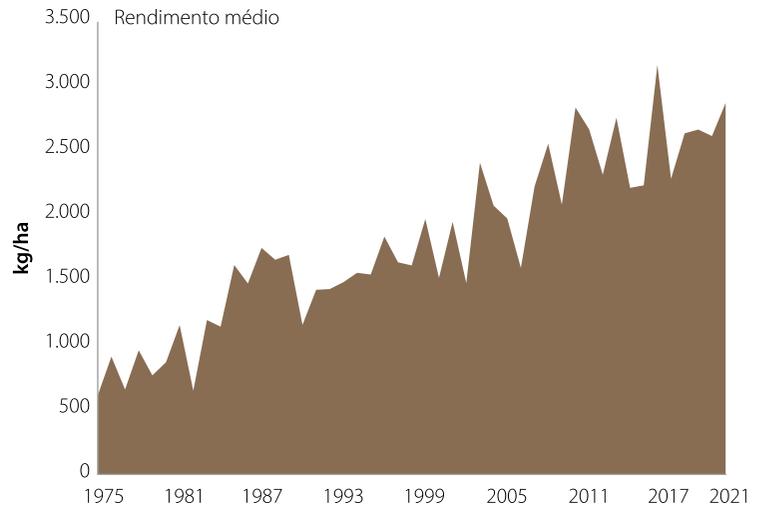
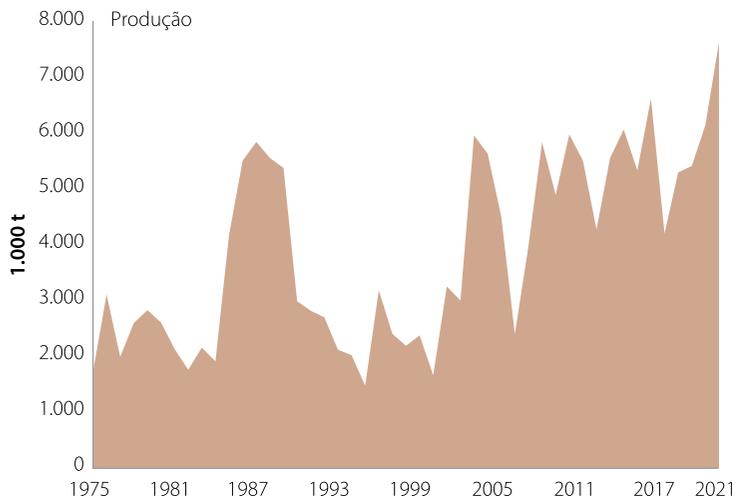
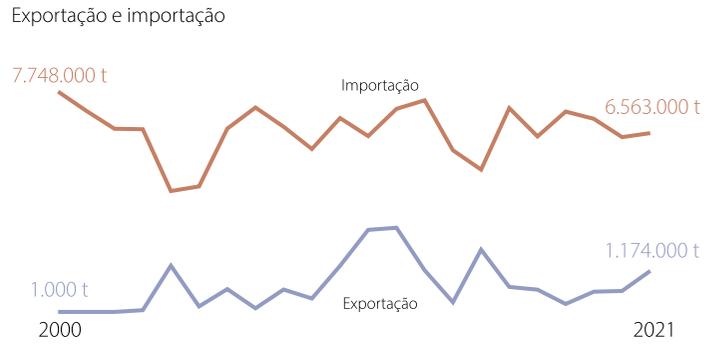
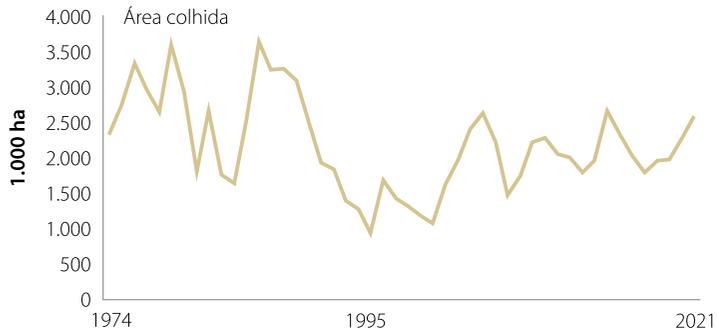
Planta de serviço



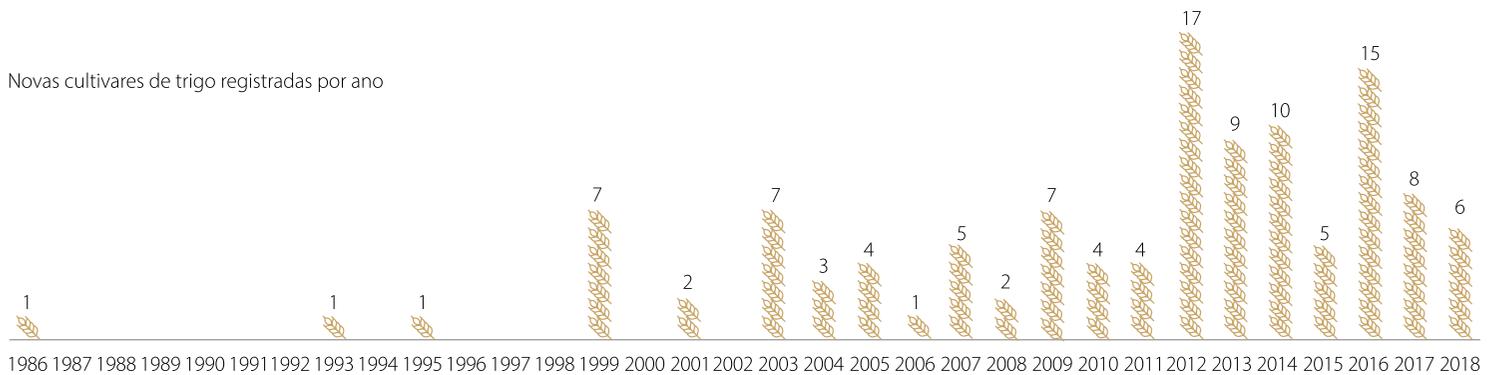
Exportação



Carbono



Novas cultivares de trigo registradas por ano



Fonte: Adaptado de Reunião... (2018), IBGE (2021b) e Agrostat (2023).

Trigo tropical, conquista da ciência

A cultura do trigo foi introduzida no Brasil em 1531, por Martin Afonso de Souza, na Capitania Hereditária de São Vicente, que hoje corresponde ao estado de São Paulo. Depois de diversas tentativas fracassadas para o cultivo desse cereal no País, o governo federal procurou incentivar o plantio do cereal com a criação, em 1919, de duas Estações Experimentais – em Ponta Grossa, no Paraná, e em Alfredo Chaves (atualmente Veranópolis), no Rio Grande do Sul. Todavia, o maior estímulo à expansão do trigo no território nacional se deu depois da Segunda Guerra Mundial. Foi quando surgiram as primeiras lavouras mecanizadas no Rio Grande do Sul e a expansão do sistema cooperativo no Sul do Brasil, dando início ao processo de modernização da agricultura brasileira. A consolidação efetiva da cultura aconteceu a partir dos anos 1960, com políticas públicas de amparo à triticultura e à indústria moageira de trigo.

Expansão

Nos últimos 50 anos, a área cultivada com trigo no Brasil quase duplicou: de 1,6 milhão de hectares, em 1973, para 3,1 milhões, em 2022. Ressalte-se que a produção, nesse mesmo período, foi quintuplicada, passando de 1,9 para 9,7 milhões de toneladas anuais (superando 80% da demanda nacional). Da mesma forma, a produtividade das lavouras atingiu o patamar de 3,1 toneladas por hectare, que corresponde a 2,7 vezes à obtida em 1973. O Brasil, atualmente, faz parte do grupo dos países importadores e exportadores de trigo.

A expansão territorial da área de cultivo também foi expressiva. Em 1973 cinco estados brasileiros apresentaram registro de plantio de trigo (Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo). Atualmente, esse número subiu para nove estados (Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo), além do Distrito Federal.

O aumento da produtividade e da área cultivada com trigo é resultado direto da pesquisa agropecuária. Destacando-se a criação de novas cultivares mais bem adaptadas às condições climáticas nacionais; o desenvolvimento de métodos mais eficientes de controle de pragas e doenças; o aprimoramento do sistema de rotação de culturas com técnicas que propiciaram melhorias na qualidade do solo; e a interação com os diferentes elos do complexo agroindustrial do trigo por meio de parcerias que visam a assegurar sustentabilidade

Depois de superada a barreira da produtividade, a pesquisa brasileira voltou seus esforços para melhorar a qualidade e a liquidez do trigo nacional

econômica, social e ambiental, desde o campo até a mesa do consumidor.

Referência mundial

O sucesso da triticultura brasileira, consolidando o trigo tropical como uma nova fronteira agrícola, pode ser atribuído ao trabalho de equipes multidisciplinares de pesquisadores lotados em cerca de 40 instituições de pesquisa públicas e privadas nacionais. Hoje, o Brasil é referência mundial em triticultura tropical.

Para estimular o cultivo e o uso do trigo nacional, o governo estabeleceu, na década de 1960, medidas protecionistas, como o Decreto-Lei nº 210, de 27 de fevereiro de 1967, que proibia a comercialização de trigo nacional e importado pelo setor privado, e o Estado, por esse decreto, assumiu a compra e a venda desse cereal.

A internacionalização da economia, no início dos anos 1990, impôs um novo desafio para a triticultura brasileira – a qualidade tecnológica do trigo – e, com ela, a determinação do fim da intervenção estatal no complexo agroindustrial do trigo no Brasil. Essa medida trouxe uma série de ameaças e oportunidades para a pesquisa brasileira, como a necessidade de estabelecer padrões de classificação comercial do trigo, a caracterização da qualidade do trigo produzido no Brasil e a inclusão da qualidade do trigo como um dos critérios para o melhoramento genético das cultivares comerciais.

Em 1973, não era conhecida a qualidade tecnológica do trigo brasileiro.



Cinquenta anos depois, todas as cultivares registradas apresentam descrição de diversas características de qualidade, objetivando atender a demanda de informações dos diferentes mercados que utilizam o trigo como matéria-prima, seja para a alimentação humana, ração para animais ou outros usos industriais. Dessa forma, depois de superada a barreira da produtividade, a pesquisa brasileira voltou seus esforços para me-

lhorar a qualidade e a liquidez do trigo nacional. Hoje estão disponíveis cultivares para os diferentes usos: panificação industrial e caseira, fabricação de massas, biscoitos, bolos, pizzas, confeitaria, indústria de proteína animal e biocombustíveis, entre outros.

Novas fronteiras

Há desafios ainda a serem vencidos. Especificamente, para maior expansão

do trigo na região tropical, consolidando novas fronteiras agrícolas no Norte e Nordeste, a superação da doença conhecida por brusone e dos problemas causados por seca e calor. E na região tradicional de trigo, o Sul do País, contornar os problemas causados pela doença giberela e pelo excesso de chuva na colheita, que pode ocasionar o início da germinação dos grãos ainda na espiga (antes da colheita).

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: João Leonardo Fernandes Pires



Foto: Pixel-Shot (AdobeStock)

Foto: Luiz Henrique Magnante



Foto: Joseani Antunes Mesquita



Foto: Luiz Henrique Magnante



Foto: Joseani Antunes Mesquita



Uva

Segundo registros, a origem da videira é anterior à do homem, datando do período Terciário, na região do Cáucaso, onde atualmente é o Irã. No período glacial, ela quase desapareceu, mas sobreviveu em três regiões que deram origem às diferentes espécies, sendo uma das plantas mais antigas cultivadas pelo homem. É provável que os primeiros cultivos da uva e a elaboração de vinhos tenham sido realizados no período entre 3300 a.C. e 1200 a.C. durante a Idade do Bronze. Depois, diferentes povos se encarregaram de difundir o cultivo, seguindo duas direções principais: uma em direção às Américas e outra à Ásia. No Brasil, as primeiras videiras chegaram em 1532, com os colonizadores portugueses.

Atualmente a área cultivada com videiras é próxima de 7,3 milhões de hectares, destinados ao consumo in natura (uvas de mesa) ou à elaboração de derivados, por exemplo, vinhos, sucos, espumantes, destilados.

É uma espécie trepadeira e na natureza sustentava-se em outras árvores; com a domesticação, passou a ser conduzida de diferentes formas. No Brasil, os dois sistemas mais encontrados são a latada, também chamada de pérgola (com dossel horizontal), e a espaldeira (dossel vertical). O primeiro é mais empregado na exploração de cultivares americanas e híbridas e em uvas de mesa. O segundo é utilizado, sobretudo, para uvas vi-

níferas destinadas à elaboração de vinhos e espumantes.

A uva é uma fruta rica em açúcares, ácidos orgânicos, minerais e compostos fenólicos, dentre eles o resveratrol, encontrado em maior quantidade nas cascas, das uvas coloridas (tintas), com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e cardioprotetoras. Outros compostos fenólicos presentes nas uvas também protegem as células do corpo humano contra os danos causados pelos radicais livres, trazendo diversos benefícios à saúde, como prevenção ao surgimento do câncer e doenças cardiovasculares, diminuição dos níveis de triglicérides e do colesterol, fazendo da uva um importante alimento funcional.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

UVA



VERSATILIDADE



Vinhos e espumantes



Destilados e licores



Sucos e refrigerantes



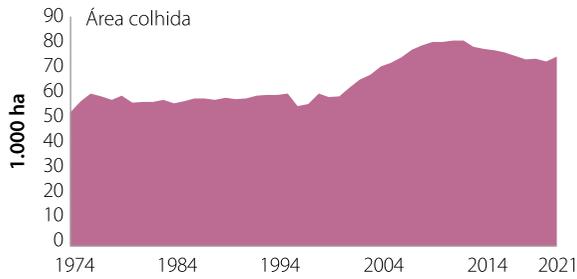
Vinagres



Cosméticos



Geleias e doces



Consumo per capita



UVAS DE MESA (IN NATURA E DOCES)
3,80 kg



UVAS-PASSAS
0,12 kg



SUCO DE UVA
1,37 L

Os cinco maiores produtores mundiais em 2021

China



11.980.000 t

Índia



2.900.000 t

Turquia



1.857.000 t

Uzbequistão



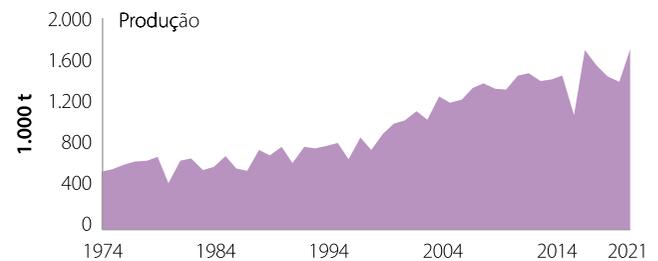
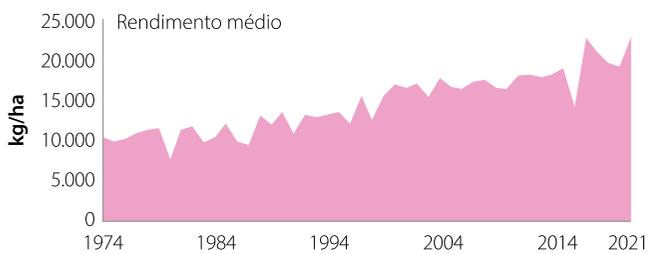
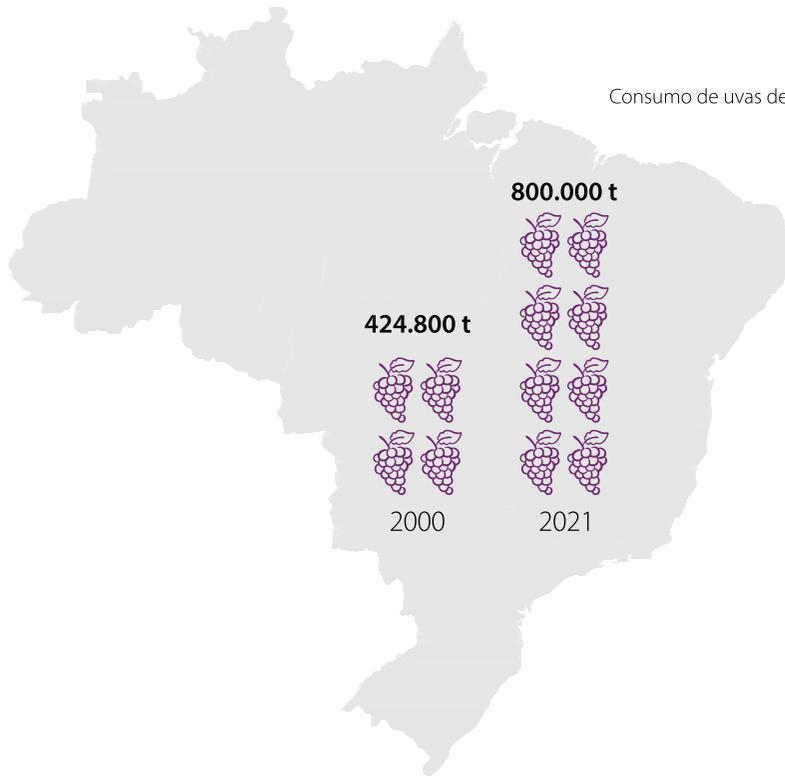
1.606.900 t

Brasil



1.435.600 t

Consumo de uvas de mesa no Brasil



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b, 2022d) e OIV (2022).

Viticultura tropical, forjada pela pesquisa

No Brasil, a videira é cultivada desde o clima temperado no Sul, passando pelo subtropical do Brasil Central, até o tropical no Semiárido brasileiro. Essa realidade de cultivo só foi possível pelo investimento na pesquisa agrícola, que ofereceu suporte tecnológico adaptando técnicas de produção para cada região.

Uma característica diferenciada da viticultura tropical brasileira é a possibilidade de colheitas escalonadas ao longo do ano. Isso ocorre devido ao manejo desenvolvido para climas tropicais, que faz o uso da irrigação e de reguladores de crescimento, possibilitando duas colheitas anuais no Semiárido nordestino, estabelecendo vantagem competitiva aos produtores de uvas de mesa que aproveitam importantes “janelas de comercialização”, na época de entressafra dos principais países competidores.

Cultivares adaptadas

Buscando oferecer alternativas mais competitivas para o setor produtivo, desde 1977, o Programa de Melhoramento Genético ‘Uvas do Brasil’ desenvolve cultivares adaptadas ao clima e ao solo das diferentes regiões. Desde a sua concepção, o programa fornece alternativas para aumentar a competitividade do setor vitivinícola em três grandes segmentos do mercado: uvas de mesa, suco e vinho. O Programa já lançou 21 cultivares que apresentam diferenciais expressivos para os produtores, como elevada produtividade, diferentes ciclos de produção, alta resistência a doenças e maiores concentrações de açúcares, aromas e sabores.

Para atender demandas da indústria de processamento, a oferta de cultivares precoces, como a Isabel Precoce, ou de tardias, como a BRS Carmem, possibilitou o escalonamento da produção, facilitando o trabalho dos pequenos produtores nas regiões de clima temperado. Na região do Semiárido, a cultivar BRS Magna vem apoiando a consolidação da indústria de elaboração de suco de uva.

Uvas sem sementes

A oferta de cultivares de uva de mesa brasileiras, como a BRS Vitória, BRS Isis e BRS Melodia, tornou a produção de uvas sem sementes uma realidade para os viticultores brasileiros. Devido à sua qualidade, ao longo dos anos, essa produção disputa espaço com os principais

países produtores tradicionais, tanto no mercado nacional, como internacional.

A qualificação da atividade também é resultado da estruturação de uma rede de viveiristas licenciados, com o objetivo de produzir e disponibilizar mudas de videira com qualidade fitossanitária superior. Associado a isso, a implementação da Produção Integrada de Uva, tanto para mesa como para processamento, resulta em ferramentas para a implantação das boas práticas agrícolas e industriais proporcionando um alimento seguro com rastreabilidade.

Sob o ponto de vista da sustentabilidade, destaca-se que o desenvolvimento de pesquisas que viabilizaram sistemas de produção sob cobertura plástica contribuiu significativamente para o cultivo sustentável de uvas, em especial de mesa, em diferentes regiões do Brasil. Nesse sistema, em relação aos tradicionais, existe expressiva redução no uso de produtos fitossanitários.

Políticas públicas

Diferentes instituições de pesquisa e extensão, públicas e privadas, tiveram importante papel na implantação de políticas públicas de apoio ao setor vitivinícola brasileiro. Dentre essas, destacam-se duas: o Zoneamento Agrícola de Risco Climático da Uva (Zarc Uva), que ampara os viticultores de 21 estados, considerando o risco associado a características do clima, do solo e da cultura, buscando quantificar os riscos climáticos, como geada e seca; e o Sistema de Informação de Vinhos e Bebidas (Sivibe), concre-

A oferta de cultivares de uva de mesa brasileiras, como a BRS Vitória, BRS Isis e BRS Melodia, tornou a produção de uvas sem sementes uma realidade para os viticultores brasileiros

Foto: sergejson (AdobeStock)



tização de uma demanda nacional inspirada no Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul, que agregará os dados da produção de uvas em todo o território nacional.

Nos desafios futuros, está a busca por soluções que alcançam desde o campo até a indústria, causando impactos positivos diretamente na sociedade brasileira nas dimensões econômica, social e

ambiental, visando uma vitivinicultura mais sustentável e competitiva, levando em consideração aspectos relacionados à segurança alimentar e às tendências de consumo.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Viviane Zanella



Foto: Viviane Zanella



Foto: After_photo (AdobeStock)



Foto: Patrícia Ritschel



Foto: Africa Studio (AdobeStock)



A hand in a white lab coat sleeve is holding a pipette, dispensing liquid into a multi-well microplate. The background is a blurred image of a line graph with a y-axis showing values 150, 200, and 250. The overall image has a soft, blue-tinted aesthetic.

E tem mais ciência...



Algodão

O algodão, do árabe *al-qu-Tun* (“o algodão”), fibra branca que se desprende dos tecidos, é uma espécie cultivada em todas as regiões do Brasil, principalmente no Cerrado dos seguintes estados: Mato Grosso, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás. Sua domesticação se deu há 4 mil anos na Arábia. Cerca de 4.500 a.C., os Incas também já faziam uso dessa fibra.

No Brasil, o algodão já era cultivado pelos nativos quando os colonizadores aqui chegaram. A partir de 1751, a economia do Maranhão se expandiu, impulsionada pelo algodão, que abastecia a indústria têxtil inglesa, a qual já não contava com a produção norte-americana devido a guerra da independência entre 1776 e 1783. Em 1780, o algodão

respondia por 24% das exportações do Brasil Colônia e sua produção foi ampliada durante a Guerra de Secessão americana, permanecendo assim até início do século XX.

O Semiárido brasileiro cultivava 3 milhões de hectares até a década de 1980. O Maranhão, por exemplo, cultivava o algodão arbóreo, perene e de fibra longa. No início do século XX, São Paulo e Paraná passaram a produzir algodão herbáceo, com maior produtividade. A concorrência com culturas como soja e cana-de-açúcar e a praga do bicudo no Semiárido induziram a migração da cultura para o Cerrado. Hoje, com vasta tecnologia embarcada no sistema produtivo, o Brasil é o segundo maior exportador de pluma de algodão e tem as

maiores produtividades do mundo em condições de chuvas.

O algodão é usado para a fabricação de tecidos, mas não apenas para produzir as roupas que vestimos. Os seguintes produtos podem ser fabricados a partir dessa fibra: óleo de cozinha, sabão, ração animal, glicerina, cosméticos, algodão hidrófilo, pólvora e até papel-moeda.

Desde o início da década de 2000, o Semiárido produz algodão colorido, orgânico e agroecológico, o que constitui uma oportunidade de mercado para os pequenos produtores e remanescentes do ciclo áureo da cultura no Nordeste. Esse algodão é utilizado na produção de peças de vestuário e calçados, visando à exportação para os mercados europeu e americano.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

ALGODÃO



VERSATILIDADE



Indústria têxtil



Indústria de produtos de enfermagem



Indústria de papel e celulose



Alimentação animal

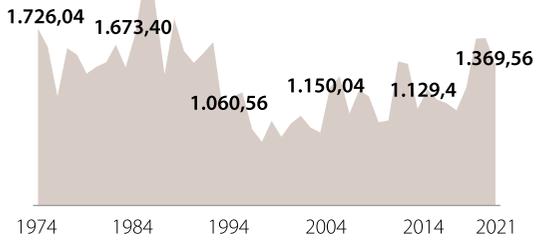


Papel-moeda

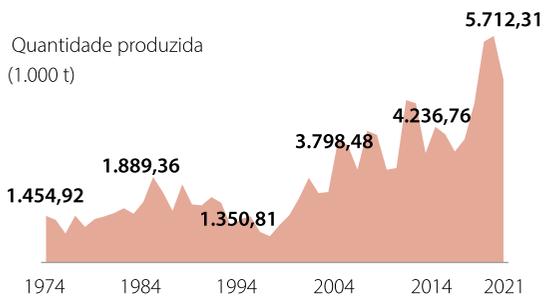


Indústria alimentícia

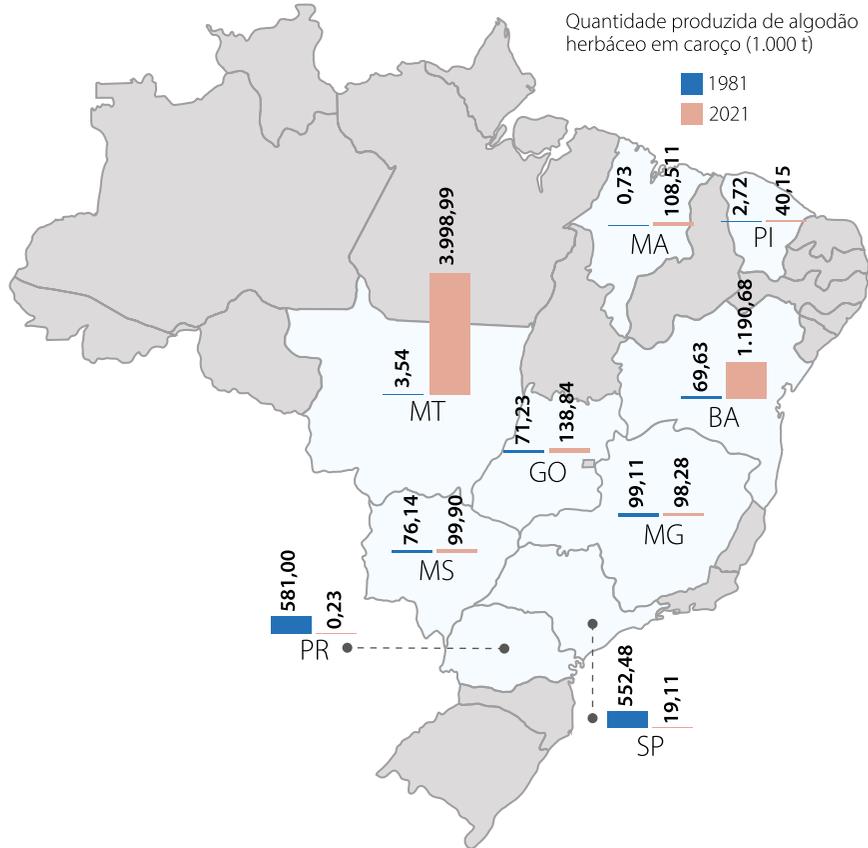
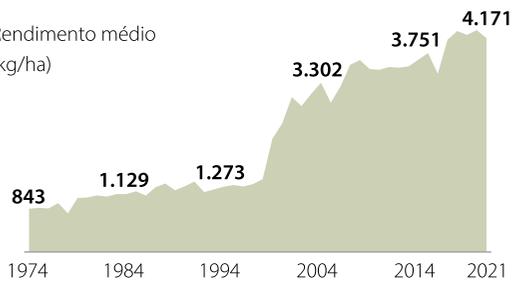
Área colhida (1.000 ha)



Quantidade produzida (1.000 t)



Rendimento médio (kg/ha)



ATAIS LÍDERES MUNDIAIS DE PRODUÇÃO (2021/2022)

- China - **12.864.000 t**
- Índia - **11.712.000 t**
- EUA - **8.411.040 t**
- Brasil - **5.625.600 t**
- Paquistão - **2.880.000 t**
- Austrália - **2.760.000 t**
- Turquia - **1.824.000 t**
- Uzbequistão - **1.296.000 t**

ATAIS LÍDERES MUNDIAIS DE EXPORTAÇÃO (2021/2022)

- EUA - **7.018.560 t**
- Brasil - **3.708.960 t**
- Índia - **1.796.640 t**
- Austrália - **1.716.960 t**
- Grécia - **1.716.960 t**

Fonte: Adaptado de IBGE (2021b) e Estados Unidos (2023).

Cultura de fibra

Do início da produção comercial de algodão no Brasil até meados da década de 1980 no Nordeste, cultivava-se o algodão arbóreo, também chamado de mocó. O sistema de produção se baseava na venda do algodão em caroço para uma usina que o beneficiava e comercializava a pluma. O aporte tecnológico à cultura era praticamente inexistente e a produtividade, em torno de 55 kg/ha a 140 kg/ha, exigia maior área ocupada com a cultura. O algodão cultivado no estado de São Paulo, já no início do século XX, era herbáceo, anual, de maior produtividade. O estado importou variedades dos Estados Unidos que foram introduzidas no Programa de Melhoramento Genético do Instituto Agrônomo de Campinas, a fim de incorporar maior produtividade, resistência a doenças e nematoides e melhor qualidade de fibra. Esse programa foi decisivo para que São Paulo se tornasse grande produtor. A média de produtividade de pluma na maioria dos estados do Nordeste, na década de 1970, era de 55 kg/ha com algodão arbóreo, enquanto em São Paulo era 10 vezes maior, situando-se em torno de 580 kg/ha.

A praga do bicudo no início dos anos 1980 causou o declínio da produção no Semiárido, transformando o Brasil em um dos maiores importadores de algodão do mundo. Ao mesmo tempo, a concorrência de outras culturas, como soja e cana-de-açúcar em São Paulo, e o alto custo da mão de obra fizeram a cultura migrar para o Cerrado, com aporte significativo de tecnologias e insumos, elevando os níveis de produtividade a patamares próximos a 2.000 kg/ha de pluma, o que tornou o Brasil o segundo

exportador mundial de algodão. Hoje a área plantada representa 1/3 do que era em meados da década de 1970 e a produção é quase 5 vezes maior.

Genética e mecanização

Para a adaptação do algodão ao Cerrado, era necessário trabalhar a arquitetura da planta para a colheita mecanizada, uma vez que a cultura passaria a ser uma alternativa para a rotação com a soja e seria plantada em extensas áreas. Nessa direção, os cientistas passaram a avaliar materiais genéticos dos Estados Unidos, onde a mecanização da lavoura estava consolidada. A incorporação das características de crescimento das variedades americanas à rusticidade de

Com o advento do algodão geneticamente modificado e a incorporação de genes de resistência a lagartas e herbicidas, o manejo integrado de pragas e o controle de ervas daninhas foram elevados a outro patamar tecnológico

cultivares já desenvolvidas para as condições de clima e solo no Brasil resultou na primeira cultivar brasileira para cultivo mecanizado, a CNPA/ITA 90. Como o algodão tem crescimento indeterminado, foi necessário que outros especialistas estudassem em profundidade o uso de reguladores de crescimento, visando manter a planta com altura ideal para que as colheitadeiras pudessem realizar seu trabalho com a máxima eficiência.

Ao avanço da cultura inicialmente no estado de Mato Grosso, seguiu-se a ocupação de diferentes áreas do Cerrado. Isso obrigou os cientistas a estudar as épocas de plantio mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura em cada região, bem como a avançar nos estudos sobre a correção e a fertilidade dos solos, a sucessão e a rotação de culturas, culturas de cobertura, o controle de ervas daninhas e o plantio direto. Esses estudos permitiram alcançar hoje a marca de mais de 90% da área plantada com algodão em sistema de plantio direto no Cerrado. Ao mesmo tempo, pelo fato de as condições de clima serem altamente favoráveis a pragas e doenças, os cientistas avançaram sobre o manejo integrado de pragas e doenças e o melhoramento genético, visando à resistência a doenças. Hoje, a maioria das cultivares de algodão possui resistência a doenças de importância econômica, e o melhoramento genético avança para a obtenção de resistência múltipla a patógenos. Com o advento do algodão geneticamente modificado e a incorporação de genes de resistência a lagartas e herbicidas, o manejo integrado de pragas e o controle de ervas daninhas foram elevados a outro patamar tecnológico, com redução do volume de pesticidas



aplicados na lavoura. O algodão brasileiro é produzido com sustentabilidade econômica, social e ambiental

Algodão diferenciado

Para atender ao mercado, fez-se necessário melhorar as qualidades intrínsecas da fibra e aumentar o rendimento de pluma. O melhoramento genético passou a atuar de forma incisiva para obter variedades com maior rendimento, maior resistência e finura da fibra, bem como maior comprimento, a fim de atender a mercados específicos de fibra longa e extralonga. Ao mesmo tempo, a união de esforços dos geneticistas com os cientistas de manejo cultural fez com que as características genéticas pudessem ser mais bem expressas e passassem a apresentar maior estabilidade nas diferentes regiões produtoras

do País, melhorando os níveis de produtividade e de qualidade da fibra. Para a região semiárida, o melhoramento genético investiu na obtenção de cultivares de pluma colorida, e os cientistas de manejo cultural avançaram na definição de sistemas de produção orgânico e agroecológico. Hoje pelo menos 3 mil pequenos produtores vivem do mercado de algodão orgânico.

Tecnologias disruptivas

O avanço do conhecimento no cultivo do algodão vem permitindo o amplo uso da agricultura de precisão para controle de ervas daninhas, visando aos seguintes objetivos: redução do volume de pesticidas aplicados na lavoura; racionalização do uso de fertilizantes pelo mapeamento inteligente da fertilidade do solo; uso de aplicativos para identi-

ficar a presença de esporos de patógenos e açúcares na fibra; e uso de drones para monitoramento da lavoura e identificação precoce de fatores limitantes à produção. Os cientistas vêm atuando na definição de sistemas produtivos que signifiquem redução nas emissões de carbono na atmosfera, bem como na utilização de culturas de cobertura para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, visando manter a sustentabilidade do agroecossistema. Em genética, os cientistas trabalham hoje na obtenção de uma cultivar transgênica com resistência ao bicudo, principal praga do algodão, responsável pelo maior volume de pesticidas aplicados à cultura, bem como na busca de cultivares sem gossipol, elemento tóxico que limita o uso do caroço na alimentação animal.

Foto: Alexandre Cunha de Bacellos Ferreira



Foto: Alexandre Cunha de Bacellos Ferreira

Foto: Alexandre Cunha de Bacellos Ferreira



Foto: Saulo Coelho



Foto: Edna Santos

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Foto: Sérgio Cobel da Silva



Cana-de-açúcar

Originária da Nova Guiné (Oceania), a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) foi inicialmente plantada para produção de açúcar e bebidas destiladas (rum, cachaça ou aguardente). No século 14, o açúcar chegou à Europa juntamente com outras especiarias do Oriente. Na década de 1490, Cristóvão Colombo enviou mudas de cana-de-açúcar para colônias espanholas nas ilhas do Caribe.

A importância dessa cultura durou séculos, sendo que Haiti, Jamaica e Cuba se sucederam como maior produtor mundial de açúcar e rum. Portugal, por sua vez, iniciou o plantio nas ilhas do Atlântico, especialmente Madeira. A cultura da cana-de-açúcar foi introduzida

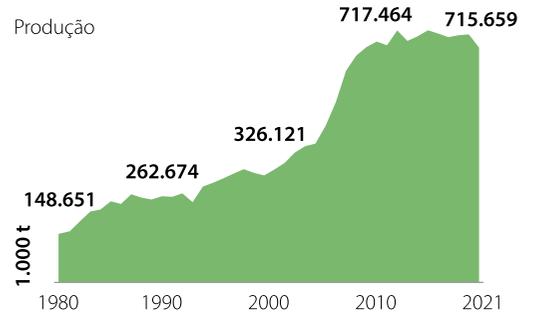
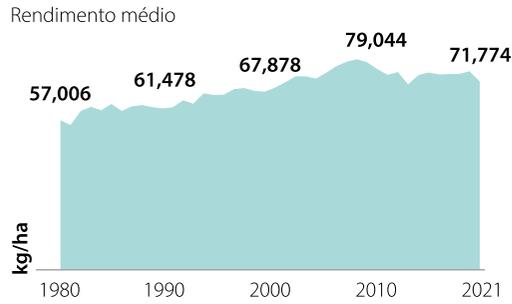
no Brasil em 1532 por Martim Affonso de Souza, na Capitania de São Vicente e, posteriormente, foi difundida para as Capitanias de Pernambuco e da Bahia, onde foram estabelecidos os principais engenhos do Brasil colonial. Nesse período, a cana-de-açúcar era destinada a produção de rapadura, açúcar mascavo e cachaça. O plantio de cana foi a base da “primeira grande empresa colonial agrícola europeia” e o açúcar foi o produto básico dessa economia agrícola.

A cultura canavieira é considerada a primeira grande cultura agrícola brasileira, e o açúcar produzido foi a primeira *commodity* nacional. Atualmente, as principais áreas produtoras, assim como

as usinas de processamento, estão localizadas na região Centro-Sul do país. A produção se destina principalmente a açúcar (sacarose), para alimentação ou indústria química, e álcool (etanol), para bebidas, indústria química e, em maior escala, para biocombustível. Cerca de 80% de todo o açúcar produzido mundialmente provém dessa cultura agrícola. No Brasil, são fabricados principalmente cinco tipos de açúcar, sendo três com coloração escura (VHP – *Very High Pol*, VVP – *Very Very High Pol* e Demerara), e dois tipos de açúcar branco, denominados como cristal e refinado. Além do açúcar mascavo, produzido em menor escala, ou de forma artesanal pela agricultura familiar.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

CANA-DE-AÇÚCAR



VERSATILIDADE



Alimentos



Bebidas



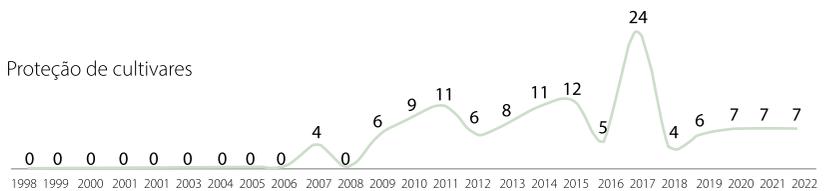
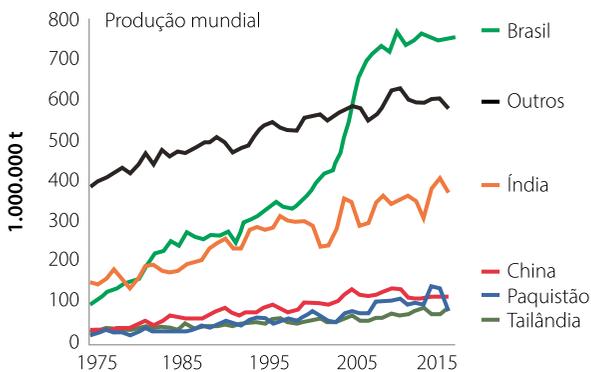
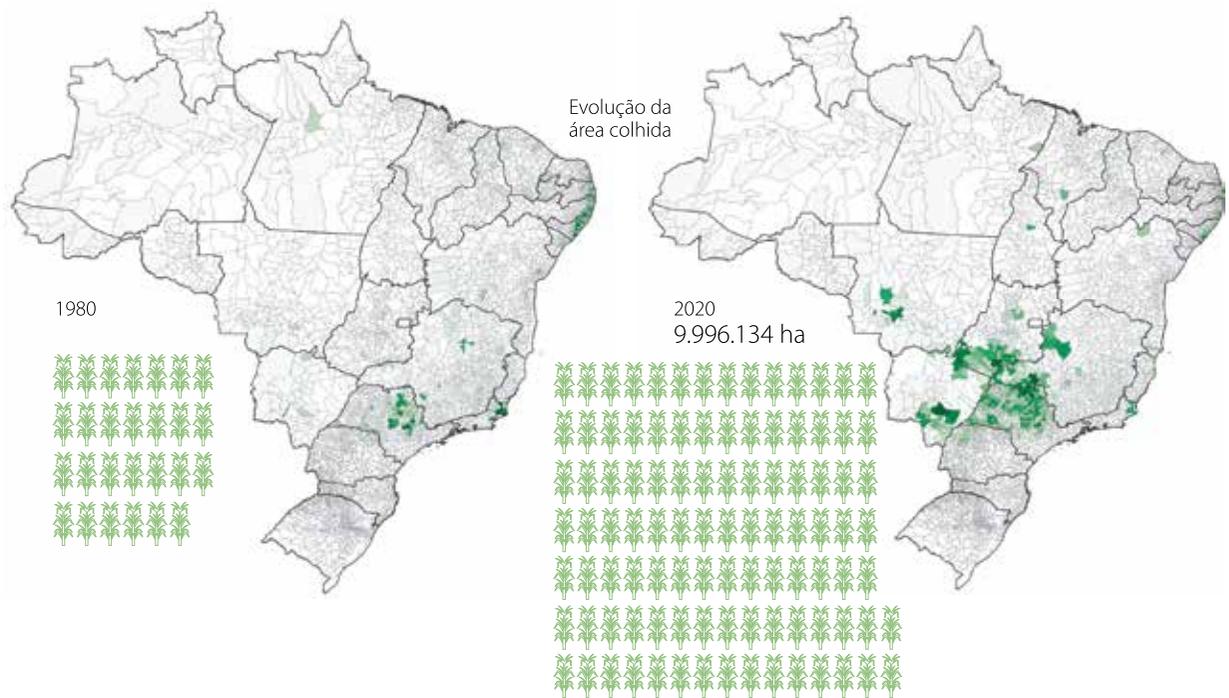
Farmoquímicos e farmacêuticos



Biocombustíveis



Produtos de borracha e de material plástico



Fonte: Adaptado de FAO (2021) Brasil (2022) e IBGE (2022d).

Energia verde e renovável

Até a década de 1930, grandes áreas eram plantadas com variedades predominantemente de *S. officinarum*. Em 1933, o governo federal criou o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), que, por mais de meio século, atuou na geração de novas variedades mais produtivas. Diferentes espécies de *Saccharum* foram incorporadas nos programas de melhoramento genético. Atualmente, as variedades comerciais são híbridos multiespecíficos de *S. officinarum* com outras espécies do gênero, especialmente *Saccharum spontaneum*.

Em 1971, o IAA iniciou o Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-açúcar (Planalsucar), que estimulou a pesquisa e desenvolvimento. Com a crise mundial do petróleo, em 1975 foi criado o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), para intensificação da produção de álcool combustível para a substituição da gasolina. O Proálcool oferecia subsídios para instalação de destilarias em usinas de açúcar e para indústria automobilística que desenvolvesse carros movidos a álcool. Tais iniciativas aumentaram grandemente a área plantada com cana-de-açúcar, principalmente na região Centro-Sul.

Na primeira década, o Proálcool foi responsável pelo aumento de 20 vezes na produção de etanol. A frota de carros a álcool tinha 6 milhões, ou 60% do mercado em 1991. Com estabilização do preço do petróleo, as usinas passaram então a focar na exportação de açúcar para obtenção de maior lucro. Em 2003, com nova alta do barril de petróleo, acordos internacionais para substituição gradual de combustíveis fósseis e

com o advento da tecnologia de motores Flex em 2003, o etanol ganhou novo impulso. O Brasil é o maior exportador mundial de açúcar e de etanol. Com o interesse crescente em fontes de energia renovável, redução de emissão de gases do efeito estufa, receio com mudanças climáticas e comercialização de créditos de carbono, o etanol ganhou destaque mundial, colocando o Brasil na vanguarda da bioenergia.

Salto de produtividade

O melhoramento genético de cana gerou 127 variedades protegidas e aproximadamente 300 registradas. Variedades

Com o interesse crescente em fontes de energia renovável, redução de emissão de gases do efeito estufa, receio com mudanças climáticas e comercialização de créditos de carbono, o etanol ganhou destaque mundial, colocando o Brasil na vanguarda da bioenergia

apresentando resistência a pragas e doenças, tolerância a estresses abióticos, grande adaptabilidade a diferentes regiões do país e qualidades agronômicas e tecnológicas superiores foram geradas. Para exemplificar, a produtividade média de 46 t/ha em 1975 aumentou para 79 t/ha em 2010. O melhoramento genético também foi direcionado para desenvolvimento de variedades de cana mais adequadas à colheita mecanizada, como porte ereto, palha destacada do colmo, uniformidade do colmo. Além de variedades geradas por meio de melhoramento genético clássico, outras foram geradas com técnicas de biologia avançada para incorporação de características não encontradas nas espécies aparentadas e sexualmente compatíveis, como tolerância a herbicidas e resistência a insetos.

Parcerias e avanços tecnológicos

Grandes avanços foram obtidos por meio da pesquisa brasileira, com parcerias do setor público-privado, no sistema de produção de açúcar e etanol. No entanto, a pesquisa deve continuar com dois objetivos principais: aumentar a eficiência da tecnologia atual de produção de etanol; e também gerar novas tecnologias. Por exemplo, a geração de variedades de cana com maior teor de sacarose, maior digestibilidade e o uso de microrganismos e enzimas modificadas para melhorar a fermentação alcoólica podem aumentar a eficiência desde o campo até a indústria. Ademais, novas tecnologias, como o etanol de segunda geração (2G), uso de biomassa e resí-

Foto: Paulo Lanzetta



duos do campo e da indústria para produção de mais etanol, eletricidade ou substitutos de carvão, podem ser desenvolvidos e otimizados. Especificamente, o etanol de segunda geração demanda pesquisas para o desenvolvimento de variedades de cana-energia, com mais biomassa e, principalmente, enzimas microbianas para catálise enzimática e digestão de biomassa lignocelulósica (celulose, hemicelulose e lignina).

Sustentabilidade

O Brasil está na vanguarda do uso de fontes de energia renováveis, com 46% da matriz energética brasileira, sendo que a cana-de-açúcar contribui com 19,1%.

Vários estudos demonstram que o etanol de cana-de-açúcar é o biocombustível com melhores características de sustentabilidade econômica, social e

ambiental. A pesquisa nacional trouxe grandes avanços nos últimos 50 anos e sua continuidade irá contribuir para aumento de produção e produtividade de forma sustentável, com aumento de usos de bioinsumos, variedades mais produtivas e resistentes a estresses abióticos e bióticos, viabilizando a redução de emissão gases de efeito estufa e contribuindo para amenizar o quadro de mudanças climáticas.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Pedro Luiz de Freitas



Foto: Paulo Lanzetta

Foto: Panini Fotografia (AdobeStock)

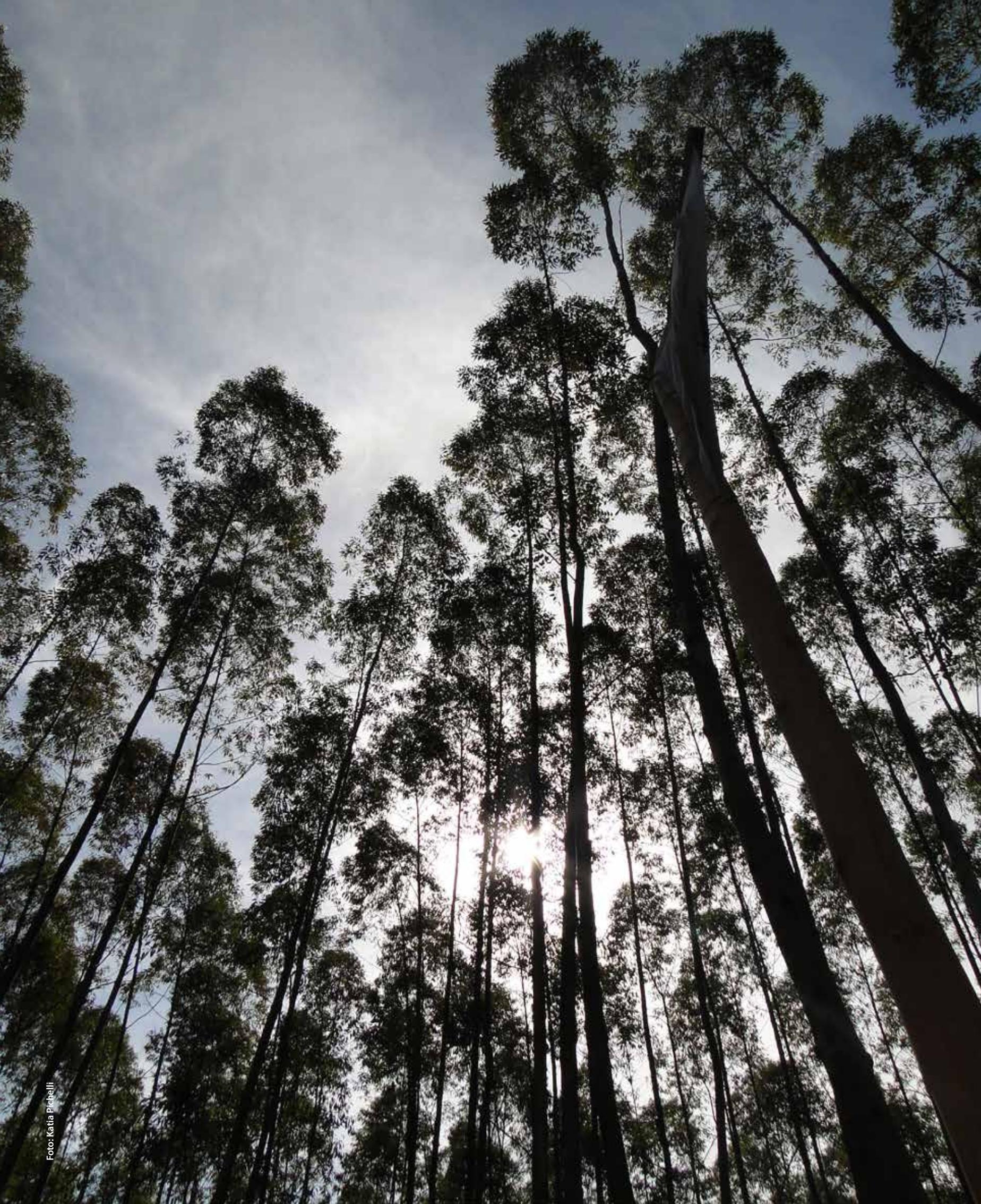


Foto: Valerii Evlakhov (AdobeStock)

Foto: Neide Makiko Furukawa



Foto: Paulo Lanzetta



Eucalipto

O gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália, Tasmânia e outras ilhas da Oceania. Não há uma data exata da sua introdução no Brasil, mas existem relatos que os primeiros exemplares foram plantados em áreas do Jardim Botânico e Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 1825 e 1868; em Amparo, SP, entre 1861 e 1863; e no Rio Grande do Sul, em 1868. Independente da data, o grande pioneiro da eucaliptocultura no país foi o engenheiro-agrônomo Edmundo Navarro de Andrade, que atendia à demanda de dormentes da Companhia Paulista de Estradas de Ferro.

Árvore de rápido crescimento, o eucalipto se adaptou às condições de clima e solo brasileiros e se tornou o principal gênero usado pelo setor de flores-

tas plantadas. Atualmente, as áreas de plantio no país ocupam 5,7 milhões de hectares, o que representa 73% do total da área do setor florestal, e estão localizadas principalmente em Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (16%). O setor de árvores plantadas, que inclui principalmente pínus e eucalipto, representa 1,3% do PIB bruto nacional e 6,9% do PIB industrial, gerando mais de 513 mil empregos diretos e cerca de 3,8 milhões indiretos.

É, atualmente, o gênero mais plantado em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), uma das mais promissoras estratégias de produção agropecuária que busca otimizar o uso da terra com mitigação ou baixa emissão de gases de efeito estufa.

Por ser versátil, o eucalipto atende múltiplas finalidades: energia, celulose e papel, laminação, serraria, construção civil e outras utilidades não tão conhecidas como medicamentos, cosméticos e tecidos.

Ambientalmente traz benefícios como sequestro de carbono, melhoria da qualidade do ar, conforto térmico, redução dos níveis de poluição sonora, redução da intensidade da erosão, melhoria da vazão de mananciais hídricos, recuperação de áreas degradadas, redução da pressão sobre as florestas nativas e aumento da biodiversidade, entre outros.

No âmbito social, promove a geração de empregos e renda.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

EUCALIPTO



VERSATILIDADE



Aviação



Construção civil



Gráfico/editorial



Indústria alimentícia



Indústria automobilística



Indústria de cosméticos e higiene pessoal



Indústria de eletrônicos



Indústria farmacêutica e médica



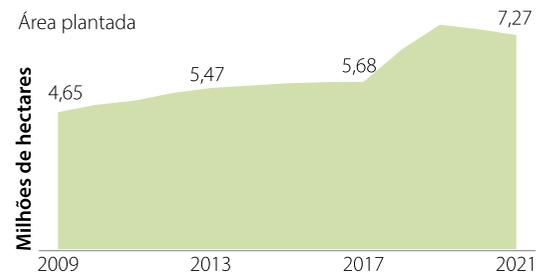
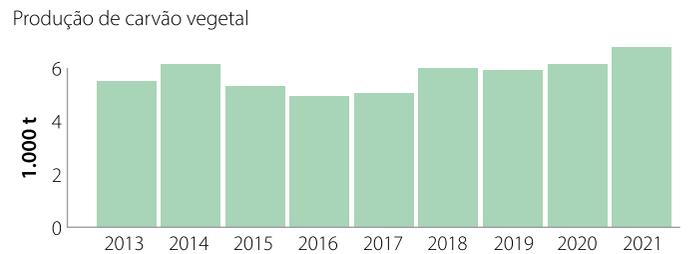
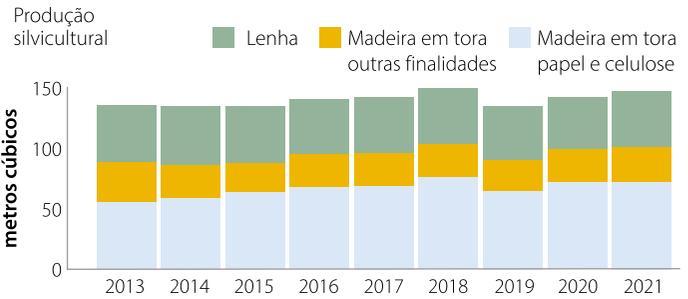
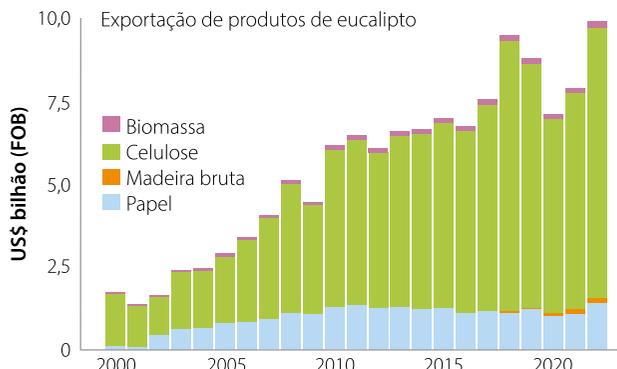
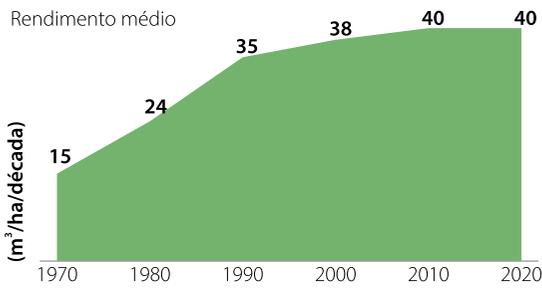
Indústria moveleira



Indústria química



Indústria têxtil



Fonte: Adaptado de Instituto Brasileiro de Árvores (2022) e Comex Stat (2023).

Floresta multifuncional

Os estudos com o eucalipto no Brasil começaram em 1904, com Edmundo Navarro de Andrade, no Horto Florestal de Rio Claro/SP. O crescimento da área de plantios florestais produtivos foi realmente marcante a partir da Lei de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento, em 1966.

A pesquisa científica teve um papel fundamental na implantação do eucalipto no Brasil e no seu desenvolvimento ao longo dos últimos 50 anos. Graças a ela, estabeleceu-se a base genética utilizada hoje em muitas plantações, além de tecnologias que contribuíram para a criação de um sistema de produção inovador.

Na década de 1970, foi instalada rede experimental de eucalipto para testes contando com 35 instituições. As pesquisas concentraram-se na escolha das espécies mais adequadas às condições de clima e solo e nas técnicas silviculturais básicas, tais como espaçamento, idade de corte, condução da brotação e proteção contra pragas.

Em 1983, houve a reintrodução de materiais genéticos de eucalipto considerados estratégicos para o Brasil, com uma nova rede experimental, do Rio Grande do Sul ao Amapá. A prioridade era melhorar a produtividade dos plantios e a qualidade da madeira. Em 1983 e 1984, pesquisadores brasileiros foram à Austrália para coletar sementes em populações naturais, por meio de uma cooperação internacional, quando trouxeram sementes de 10 espécies de eucalipto, o que possibilitou, de 1985 até 1990, o estabelecimento de outros testes, incluindo o uso de sementes me-

lhoradas geneticamente e de clones de árvores selecionadas aliados às técnicas silviculturais intensivas, como preparo do solo, fertilização mineral, combate às formigas e cupins e tratos culturais.

Também em 1983, os resultados foram disponibilizados em uma publicação contendo aspectos socioeconômicos, ambientais e legais; indicações de espécies para plantio e clones; produção de sementes e de mudas; sistemas de plantio; nutrição, adubação e calagem; pragas; doenças; manejo de plantações para desdobro e mercado e comercialização.

Experimentação

Um dos maiores desafios para a pesquisa, na época, era indicar espécies para áreas com risco de geadas. A experimentação instalada na região Sul teve o objetivo de fornecer indicativos sobre a adaptação das diferentes espécies às condições de solo e clima e, também, sobre o potencial produtivo de madeira, para orientar futuros programas de melhoramen-

to genético. Os resultados apontaram para o *Eucalyptus dunnii* e o *Eucalyptus benthamii*. Em 1988, o *Eucalyptus benthamii* foi introduzido como opção para regiões frias.

O programa de melhoramento genético continuou avançando com resultados que impactaram em ganhos de produtividade em diversas regiões do país. Várias empresas passaram a desenvolver pesquisas em melhoramento genético de forma isolada e em consórcios com universidades e institutos de pesquisa.

Metodologias para produção de sementes e mudas foram desenvolvidas, além de híbridos. Com estudos aprofundados, a comunidade científica passou a trabalhar com genética molecular, mapeando seu genoma. A silvicultura clonal foi massificada de 1990 a 2000, com clones para usos específicos conforme diferentes situações de solo e ambiente.

Linhas de pesquisa

Pesquisas para controle de doenças e pragas tiveram forte impacto na produtividade e em toda a cadeia produtiva. Para isso, pesquisadores se debruçaram na identificação de agentes causais e sua ecologia; mapas de zoneamento; desenvolvimento de estratégias de manejo e controle, especialmente com agentes biológicos ou reduzindo a utilização de químicos; seleção de material genético resistente a determinadas pragas e doenças, entre outras estratégias.

O manejo florestal recebeu atenção com estratégias de campo e o desen-

Pesquisas para controle de doenças e pragas tiveram forte impacto na produtividade e em toda a cadeia produtiva

Foto: Katia Pichelli



volvimento de softwares para manejo de plantios de eucalipto e, mais recentemente, para eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Eles orientam o produtor quanto ao manejo e planejamento florestal, permitindo otimizar a produção e aumentar a renda.

A pesquisa com eucalipto também se dedica a projetos sobre geração de energia a partir da biomassa, aplicação de resíduos, serviços ecossistêmicos e restauração florestal, entre outros temas. Atenção especial tem sido dada,

recentemente, à questão da mudança do clima, com estudos tanto de impactos na cultura do eucalipto quanto do seu papel mitigador ao promover o sequestro de carbono, além de seu amplo uso em sistemas de ILPF.

Nanotecnologia e química verde

E um novo conceito avança nas fronteiras do conhecimento: o de biorrefinaria, entendendo que o eucalipto pode ser a matéria-prima para desenvolvimento

de diversos produtos a partir de nanotecnologia e química verde, tais como fertilizantes, biocidas e feromônios de liberação lenta e controlada; revestimento em embalagens e em alimentos minimamente processados; produção de filmes curativos com liberação lenta e controlada de fármacos; biocombustíveis entre outros.

Todo esse desenvolvimento conta com forte parceria entre instituições de pesquisa e empresas, que investem em pesquisa e inovações.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

Foto: Rodolfo Bühner



Foto: Rodolfo Bühner

Foto: André Kaszszén



Foto: Katia Pichelli

Foto: Rodolfo Bühner

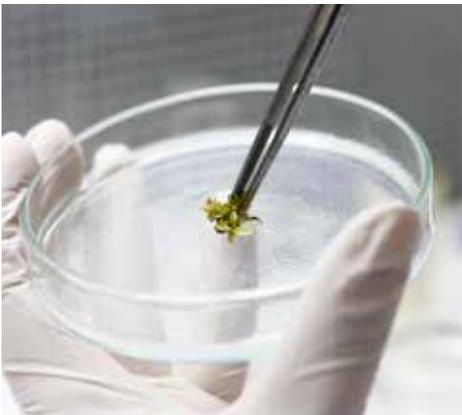


Foto: Rodolfo Bühner



Pastagens

No Brasil, as pastagens correspondem a uma das mais importantes formas de uso da terra. Noventa por cento da carne e do leite dos ruminantes produzidos no Brasil têm origem nos rebanhos mantidos exclusivamente em pastagens. A produção em pasto possibilita a prestação de serviços ecossistêmicos e proporciona melhores condições de conforto e bem-estar animal quando comparado à modalidade de confinamento. As pastagens assumem dois aspectos fundamentais: viabilizam a competitividade brasileira e possibilitam o atendimento da grande demanda mundial por alimento produzido de forma natural, com respeito ao ambiente e aos animais. O Brasil é líder mundial

na produção e exportação de sementes forrageiras tropicais.

Até o início dos anos 1970, o uso de pastagens no Brasil foi predominantemente caracterizado pelo baixo emprego de insumos e de tecnologias. Até 1985 as áreas de pastagens naturais no Brasil superavam as de pastagens cultivadas. A partir de 1996, essa tendência se inverteu, persistindo até o presente. Atualmente, apenas 30% do total das pastagens brasileiras são de pastagens naturais. As pastagens cultivadas até a década de 1960 eram dos capins jaraquá, colômbio, gordura e napier. A grande revolução ocorreu na década de 1970 com a introdução da braquiária. Esse capim adaptou-se perfeitamente

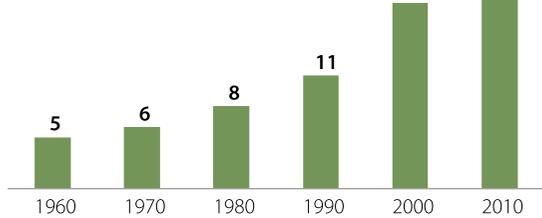
às condições brasileiras de clima e de solo, e foi plantado do norte ao sul do País.

A partir da década de 1980, com a coleta de recursos genéticos forrageiros tanto no Brasil, como na África, formou-se novo conceito de desenvolvimento de cultivares, visando explorar a variabilidade natural das coleções, bem como a gerar nova variabilidade por meio de cruzamentos. Nesse contexto, vários capins e leguminosas forrageiras foram liberados ao longo desses 40 anos. Além disso, as novas cultivares têm possibilitado a inclusão produtiva de pequenos produtores à medida que elas aumentam a produtividade e a eficiência do sistema de produção.

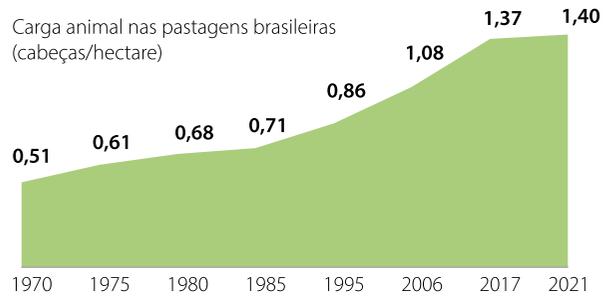
PASTAGENS



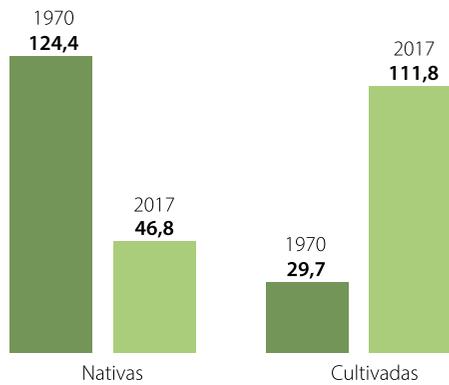
Número de cultivares de pastagens lançadas por décadas



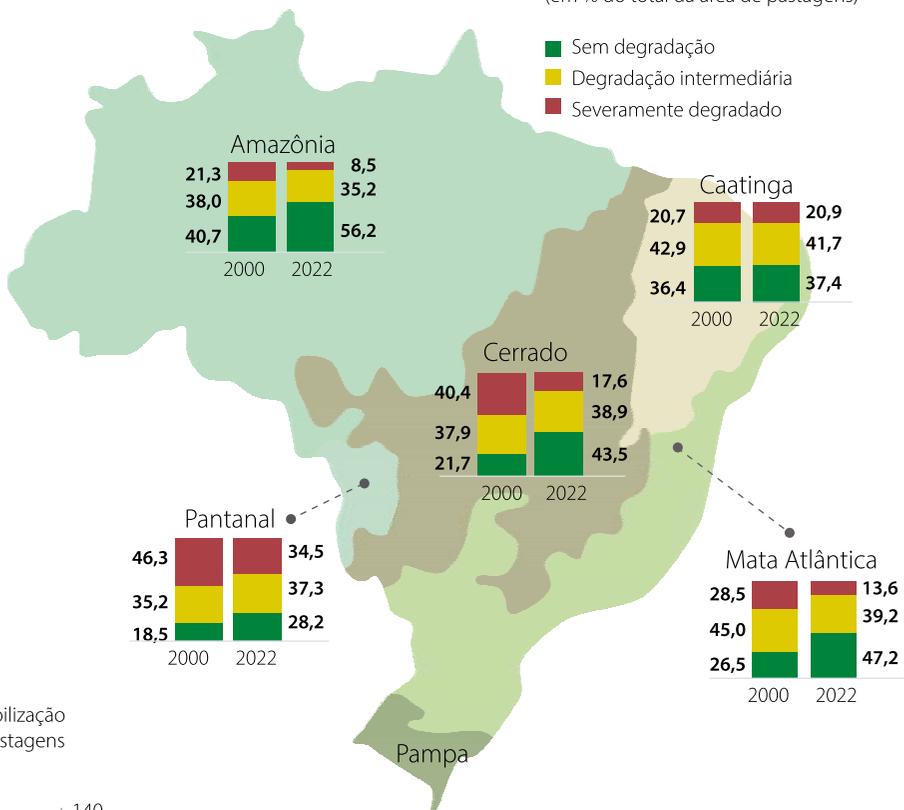
Carga animal nas pastagens brasileiras (cabeças/hectare)



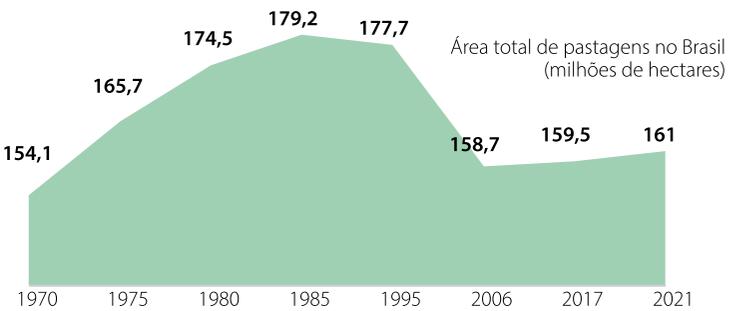
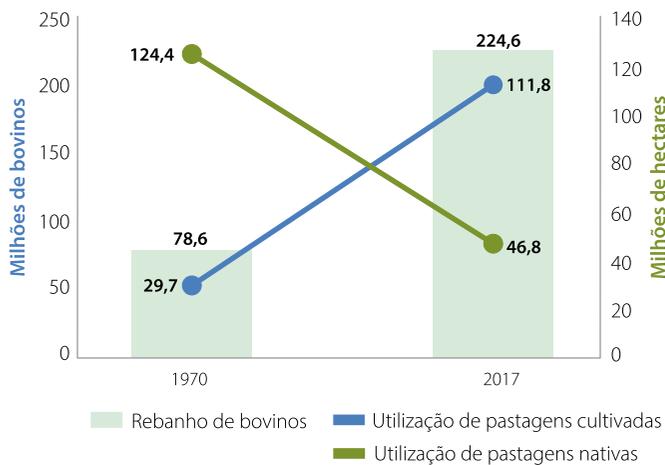
Áreas de pastagens nativas x cultivadas (milhões de hectares)



Mudança do nível de degradação das pastagens tropicais no território nacional (em % do total da área de pastagens)



Desenvolvimento de novas tecnologias para a disponibilização de cultivares de forrageiras e opções de manejo das pastagens



Fonte: Adaptado de IBGE (2006, 2017), Martha Júnior et al. (2012), Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (2021), Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (2021), Brasil (2022b).

Produção com sustentabilidade

A baixa fertilidade dos solos é um dos principais problemas para o desenvolvimento da produção animal em pastagens no Brasil. Cultivares adaptadas às essas condições e recomendações de boas práticas agrônômicas relacionadas com a aplicação de fertilizantes e corretivos em pastagens têm sido de grande relevância para manter a produtividade das pastagens. Também pode-se destacar avanços no desenvolvimento de novas fontes de fertilizantes e de bioinsumos. Recentemente foi lançado inoculante de bactérias fixadoras de nitrogênio para uso em áreas de implantação de braquiária, que, além de contribuir para minimizar o uso de adubo químico, reduzem a emissão de gás de efeito estufa (GEE).

Outro grande desafio para a pecuária é a degradação de pastagens. Na década de 1990, esse tema passou a ser uma das prioridades de pesquisa. Assim várias tecnologias e práticas de manejo foram disponibilizadas para a recuperação dessas áreas, tornando possível o aumento da produção sem a expansão das áreas de pastagem por meio do desmatamento. A adoção de sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF) é considerada uma alternativa para viabilizar a recuperação e a manutenção da produtividade dessas pastagens com redução de custos e ganhos ambientais. Como resultado da Conferência das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (COP-15), o país se comprometeu a recuperar 15 milhões de hectare (mha) de pastagens degradadas e incrementar em 5 mha as áreas com sistemas de ILPF. Esse objetivo vem sendo alcançado pelo uso

de novos conhecimentos e tecnologias e, especialmente, pela estruturação de uma rede envolvendo instituições de pesquisa e extensão e o setor produtivo para a condução de unidades de referência tecnológicas que constituem a base física de atividades de Transferência de Tecnologias em integração lavoura e pecuária (ILP) e integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF) e do Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), possibilitando quase dobrar a meta na primeira fase do programa, quando 26 mha de pastagens foram recuperadas, sendo a área de adoção de sistemas ILPF de 14,6 mha.

Foram disponibilizadas práticas de manejo do pastejo para os principais capins e leguminosas utilizados nos sistemas de produção, visando manter o sistema sustentável ao longo do tempo, evitando a degradação das pastagens

Manejo

Nesses 50 anos, o manejo do pastejo foi preocupação constante da pesquisa forrageira. No entanto, a partir dos anos 2000, ocorreram grandes mudanças e avanços significativos nos estudos sobre ecofisiologia de plantas forrageiras, permitindo melhor entendimento sobre o funcionamento das plantas forrageiras, como premissa para planejar sua utilização e seu manejo. Nesse contexto, foram disponibilizadas práticas de manejo do pastejo para os principais capins e leguminosas utilizados nos sistemas de produção, visando manter o sistema sustentável ao longo do tempo, evitando a degradação das pastagens. Além disso, pastagens bem manejadas contribuem para redução de GEE.

Existe também uma rede de pesquisa bem estruturada trabalhando no desenvolvimento de novas tecnologias fundamentais para a continuidade da exploração pecuária em pastagens naturais. Elas estão atualmente confinadas nos biomas Pantanal, Caatinga e Pampa e nas áreas de inserção na Amazônia, onde as condições edafoclimáticas resultam em extrema vulnerabilidade para as pastagens cultivadas. A preocupação com a conservação dos recursos naturais não renováveis, associada à fragilidade desses ambientes, impõe práticas específicas para o desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável.

Mudanças climáticas

Situações de risco tendem a se agravar com as mudanças climáticas globais, que provocam alterações no regime de chu-



vas, causando secas em regiões que não tinham esse problema e chuvas excessivas em outras regiões, além do aumento na incidência de pragas e doenças com o aumento da temperatura. Nesse sentido, o lançamento de capins de diferentes gêneros, que permitam a diversificação sustentável de pastagens com maior estabilidade produtiva, tem sido um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético de forrageiras. Com apoio de ferramentas genômica e proteômica, será possível orientar e dinamizar o trabalho de seleção de genótipos e a realização de cruzamentos em coleções de germoplasma.

O aumento das pressões políticas e de mercado sobre as questões ambientais tem exigido o desenvolvimento e a exploração de sistemas produtivos ambientalmente sustentáveis, limitando, ainda mais, a expansão dos pastos em áreas da região Norte, principalmente na Amazônia Legal. Há necessidade de se intensificar a pecuária evitando-se pressão sobre novas fronteiras com potencial de crescimento do desmatamento. A utilização de forrageiras melhoradas pode contribuir para a intensificação sustentável de sistemas integrados de produção, com múltiplos benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Avanços

Recentes avanços têm sido obtidos na área de pecuária de precisão e devem ser aplicados de forma a atender demandas, como: aprimorar as recomendações de adubação de manutenção e do manejo do pastejo para as principais forrageiras; desenvolver ferramentas de suporte à tomada de decisão em manejo de pastagens com base em informações climáticas; e desenvolver modelos para simulação de sistemas de produção em pastos que permitam comparar diferentes cenários da produção animal, entre outras possibilidades.

Foto: Ronaldo Rosa



Foto: João Costa Júnior



Foto: Andréa Shibata



Foto: Diva Conceição Gonçalves

Foto: Paulo Odilon Kurtz





Pínus

Na biologia, o gênero *Pinus* faz parte da ordem Pinales, assim como outros tipos de pinheiro, e apresenta mais de 100 espécies. O pínus é originário do hemisfério norte, com ocorrência natural na Europa, Ásia, norte da África, Ilhas Canárias, Filipinas, Cuba, Bahamas, América do Norte e América Central.

No Brasil, diversas espécies foram introduzidas há mais de cem anos, trazidas por imigrantes europeus, sendo utilizadas inicialmente para fins ornamentais e, com o passar do tempo, para produção de madeira, mas o plantio comercial começou apenas na década de 1960.

Os plantios com pínus no Brasil fizeram parte de uma estratégia de desen-

volvimento na década de 1960, implementada por meio de incentivos fiscais para plantios florestais visando garantir os suprimentos de matéria-prima para a indústria madeireira. Essa ação é considerada um marco na silvicultura brasileira, perdurando até 1986.

Hoje, as plantações florestais do gênero *Pinus*, juntamente com o *Eucalyptus*, são as principais fontes de matéria-prima para desenvolvimento da indústria de base florestal, abastecendo um mercado altamente diversificado.

As principais características da madeira de pínus são a cor clara, variando de branca a amarelada; fibra longa, apropriada para a fabricação de papel de alta resistência para embalagens, papel

de imprensa e outros tipos de papel, e possibilidade de extração de resina, em escala comercial, em algumas espécies. Devido a essas características, o pínus é muito usado pelas indústrias de madeira serrada e laminada, chapas, resina, celulose e papel.

Atualmente, os plantios de pínus ocupam 1,57 milhão de hectares e concentram-se no Paraná (42%) e em Santa Catarina (34%). Em termos econômicos e sociais, o setor de árvores plantadas, que inclui principalmente pínus e eucalipto, representa 1,3% do PIB nacional e 6,9% do PIB industrial, gerando mais de 513 mil empregos diretos e cerca de 3,8 milhões indiretos.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

PÍNUS

SEGMENTOS DE UTILIZAÇÃO



Aviação



Indústria alimentícia



Indústria de eletrônicos



Indústria química



Construção civil



Indústria automobilística



Indústria farmacêutica e médica



Indústria têxtil



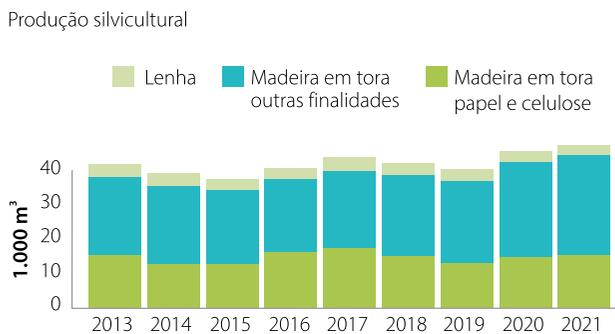
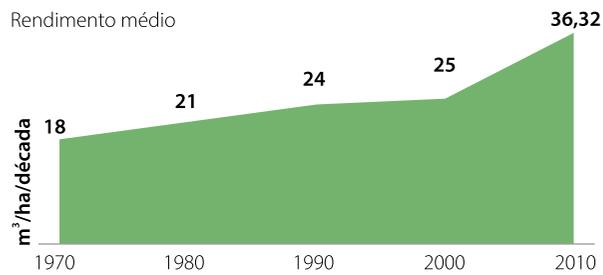
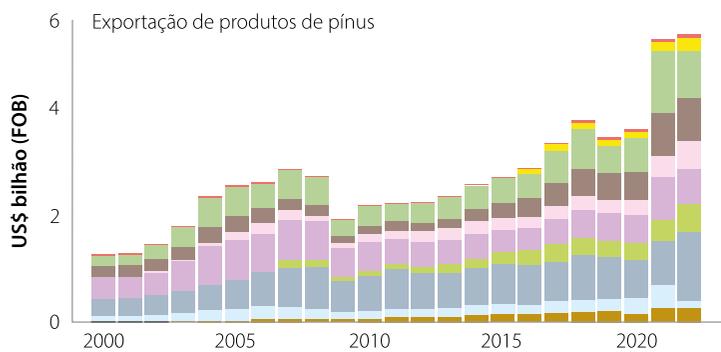
Gráfico/Editorial



Indústria de cosméticos e higiene pessoal



Indústria moveleira



Fonte: Adaptado de IBGE (2021b), Instituto Brasileiro de Árvores (2022) e Brasil (2023a).

Uma vitória da ciência

Na década de 1930, foram iniciados os primeiros ensaios de introdução de pínus no Brasil para fins silviculturais utilizando-se espécies europeias. Os ensaios não foram bem-sucedidos, por causa da má adaptação ao clima brasileiro. Em 1948, novos ensaios foram realizados com espécies originárias do Sul e Sudeste dos Estados Unidos. Desde então, um grande número de espécies continuou sendo introduzido e experimentado a campo por instituições governamentais e empresas privadas. Só a partir da década de 1960, iniciou-se o plantio de pínus em escala comercial, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país.

A diversidade de espécies testadas, provenientes também do México, da América Central, das ilhas caribenhas e da Ásia, foi fundamental para traçar um perfil das características de desenvolvimento de cada uma e viabilizar plantios comerciais. Destacaram-se para cultivo no Brasil o *Pinus taeda*, para plantios na região do planalto do Sul e Sudeste, e *Pinus elliottii*, para ambientes característicos de Cerrado das regiões Sul e Sudeste, e planície costeira.

As instituições de pesquisa florestal seguiram trabalhando com melhoramento genético. Indústrias de papel e celulose passaram a utilizar, de forma mais intensiva, sementes provenientes de povoamentos melhorados, obtendo, assim, ganhos de produtividade.

O lançamento de publicações com resultados de pesquisa intensificou-se a partir de 1983, abordando temas como as espécies mais plantadas no Brasil, a produção de sementes de alta qualida-

de genética e de mudas, danos de origem abiótica, doenças e pragas, exigências climáticas e sistemas de plantio, planejamento e manejo de plantações, importância socioeconômica, coeficientes técnicos e custos da produção, sistemas silvipastoris, propagação vegetativa, micropropagação por meio de embriogênese somática, tecnologia da madeira e certificação florestal.

Pesquisa contra pragas

Em 1988, foi registrada no Brasil a entrada da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*), uma espécie originária da Europa, Ásia e norte da África e que, por não possuir inimigos naturais no país, tornou-se a principal praga em plantios de pínus, causando a morte de milhares de árvores e prejuízos de milhões de dólares. Essa praga tinha a capacidade de inviabilizar o cultivo de pínus no país e seu controle é uma das atividades mais marcantes da pesquisa florestal. Com a união dos esforços de instituições de pesquisa e

empresas, foi estabelecido um programa nacional para controle da vespa-da-madeira e um fundo nacional para o controle de pragas florestais. Com apoio de cientistas australianos, chegou-se ao controle biológico pela introdução, criação massal e liberação do nematoide *Deladenus siricidicola*, associado ao programa de manejo integrado de pragas (MIP). O método tem praticamente 100% de eficiência de controle e pode reduzir as perdas em pelo menos 70% e manter a população da praga em níveis aceitáveis. Além disso, foram introduzidos dois parasitoides, também inimigos naturais, que auxiliam no controle biológico. As pesquisas de melhoria no MIP continuam até hoje, de forma cooperativa.

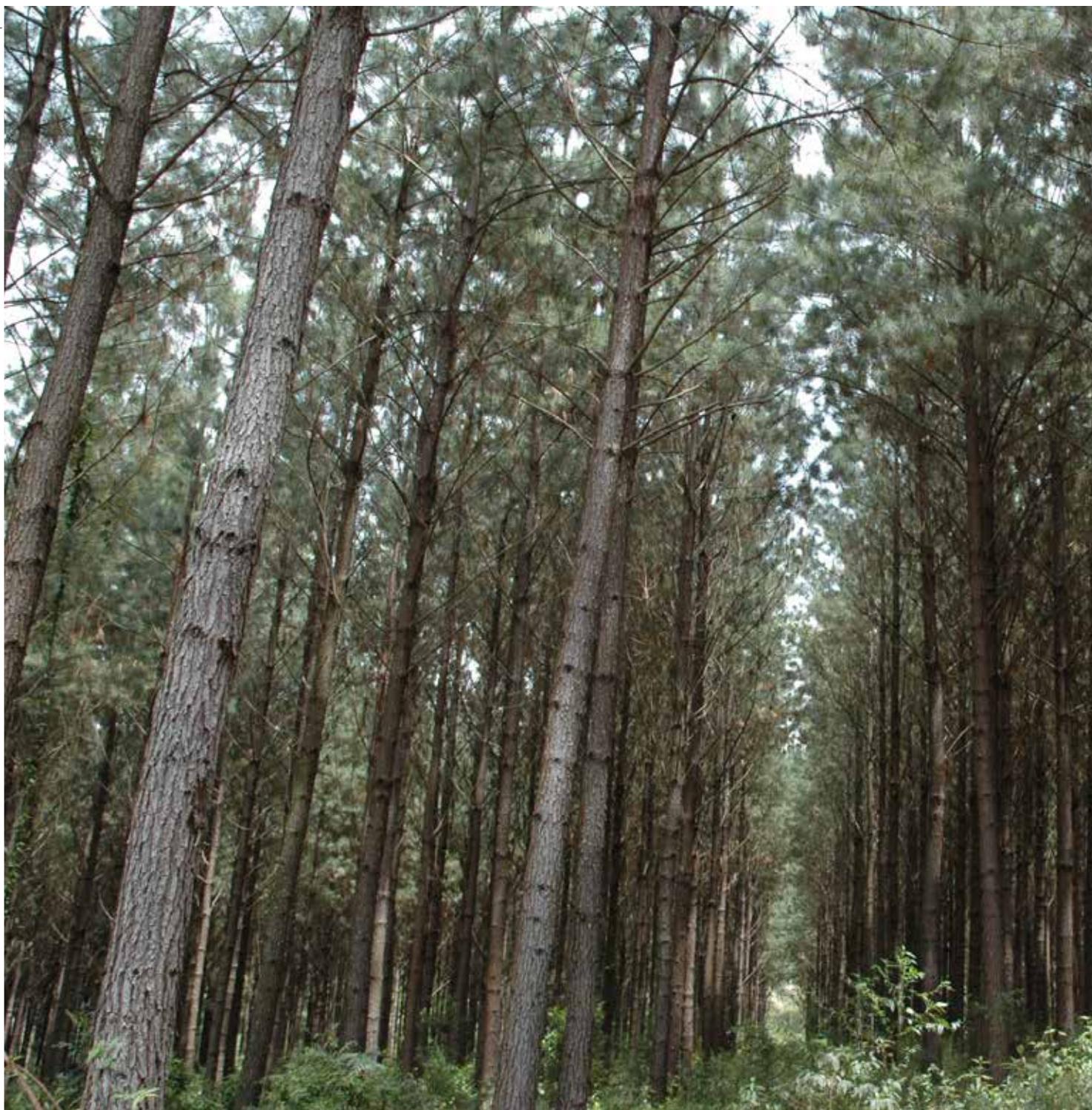
O controle de outras pragas e doenças também contou com esforços da ciência aliada a empresas, especialmente na busca por formas de controle biológico, como no combate ao pulgão-gigante-do-pínus, formigas cortadeiras e à armilariose.

Gestão inteligente

A evolução da pesquisa permitiu o desenvolvimento, a partir da década de 1990, de softwares para auxiliar nas decisões de manejo e para calcular parâmetros de avaliação econômico-financeira. São simuladores que auxiliam na decisão de quando, quanto e como desbastar, idade mais recomendada para a colheita final, crescimento e produção da floresta. Para os aspectos econômicos, possibilitam o cálculo de custos operacionais de implantação,

Graças a todos esses anos de pesquisa com pínus no Brasil, houve uma grande evolução em termos de qualidade e diversificação de produtos, gerando valor agregado

Foto: Luciane Cristine Jaques



manutenção e colheita florestal, obtendo-se estimativas de fluxo de caixa.

Graças a todos esses anos de pesquisa com pínus no Brasil, houve uma grande evolução em termos de qualidade e diversificação de produtos, gerando valor agregado.

União de esforços

A pesquisa científica continua sendo desenvolvida em diversas frentes: um exemplo é a união recente de instituições de pesquisa e empresas do setor florestal em um projeto cooperati-

vo de melhoramento de pínus, com o objetivo de viabilizar o desenvolvimento de materiais genéticos melhorados para produção de serrados e resina, incluindo híbridos específicos para atendimento às crescentes demandas por matéria-prima de alta qualidade.

Foto: Luiz Costa



Foto: Rodolfo Buhner



Foto: André Kaszcszen



Foto: Katia Pichelli



Foto: André Kaszcszen



Foto: Katia Pichelli



Foto: Katia Pichelli





Vinho

O vinho é a bebida resultante da fermentação exclusiva de uvas sãs, maduras e frescas. Evidências indicam que foi elaborado pela primeira vez no atual Irã, por volta de 7400 a.C. a 7000 a.C., de maneira acidental, com a fermentação natural de uvas esquecidas em um recipiente. São muitas as histórias relacionadas à sua dispersão. Juntamente com a uva, foi levado pelos etruscos, bárbaros e fenícios por toda a região do Oriente Médio e Mediterrâneo. Com a expansão do Império Romano, a vinificação difundiu-se pelos diferentes territórios conquistados, seguindo as principais rotas de comércio. No final da Idade Média, com o início das navegações, uma nova fase de expansão da viticultura começou, influenciada pe-

los colonizadores, chegando aos países da Europa e, mais recentemente, aos países do Novo Mundo, como Estados Unidos, Chile, Argentina, Uruguai, África do Sul, Austrália, Nova Zelândia e Brasil.

O cultivo da videira no Brasil começou em 1532, mas só com a chegada dos imigrantes italianos no final do século XIX, principalmente na Serra Gaúcha, ganhou importância socioeconômica. O domínio das técnicas de cultivo e processamento da uva, o hábito de consumo e a paixão pela vinho foram fundamentais para a consolidação da vitivinicultura. Tradicionalmente localizada em regiões mais frias, aos poucos foi se espalhando e hoje está em franco desenvolvimento nas mais diversas regiões do país, brindando os consumi-

dores com produtos típicos de cada região e de excelente qualidade, incluindo espumantes e vinhos de guarda.

No Brasil, o vinho é classificado como bebida alcoólica. Nos países em que o consumo é habitual, o vinho é tratado como importante complemento alimentar de consumo diário. O vinho possui propriedades benéficas ao ser consumido de forma moderada, durante as refeições, regularmente e por pessoas que não apresentam contraindicações ao consumo de bebidas alcoólicas. A presença dos polifenóis, principalmente nos vinhos tintos, que têm potente efeito antioxidante e ação antibiótica, fazem do vinho um alimento funcional diferenciado.

BRASIL EM 50 ALIMENTOS

VINHO

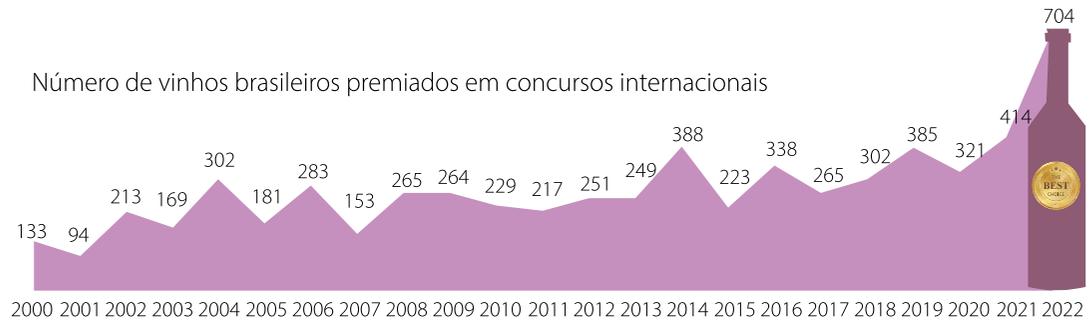
Processo de elaboração do vinho



Produção brasileira (milhões de litros)



Número de vinhos brasileiros premiados em concursos internacionais



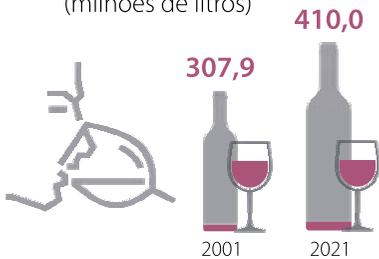
Consumo per capita

O consumo brasileiro de vinhos em 2021 foi da ordem de **2,4 litros** por pessoa

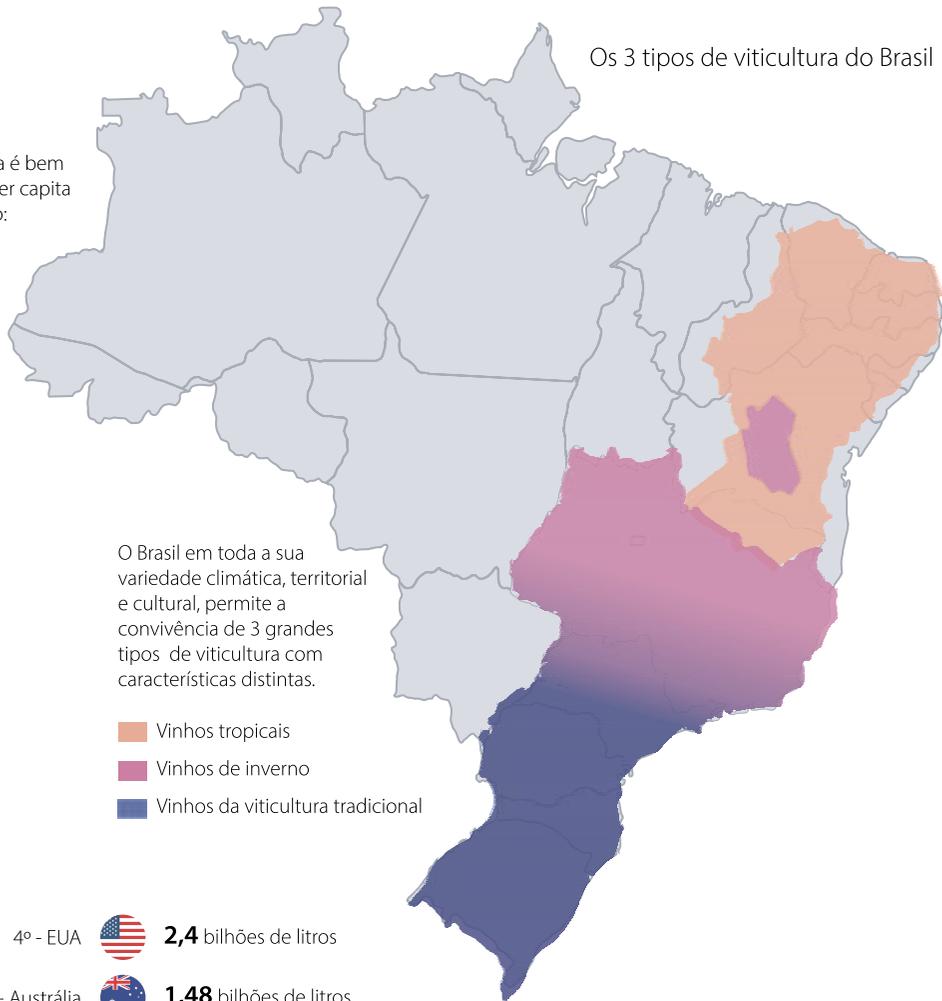


O consumo tem aumentado, mas ainda é bem inferior ao consumo per capita de outros países como: **Argentina (24,2 L)**, **França (47,3L)**, **Portugal (51,6L)**

Consumo brasileiro (milhões de litros)



Os 3 tipos de viticultura do Brasil



Maiores produtores mundiais (2021)

1º - Itália		5,02 bilhões de litros	4º - EUA		2,4 bilhões de litros
2º - França		3,76 bilhões de litros	5º - Austrália		1,48 bilhões de litros
3º - Espanha		3,5 bilhões de litros	14º - Brasil		0,36 bilhões de litros

Fonte: Adaptado de OIV (2021), Associação Brasileira de Enologia (2022).

Terroir genuinamente brasileiro

Até a década de 1980, a produção de vinhos se concentrava na região Sul, principalmente na Serra Gaúcha e em Santa Catarina. Hoje pode-se afirmar que o vinho brasileiro reflete a diversidade do país, com a oferta de produtos diferenciados que agradam aos mais diversos paladares, atingindo uma diversidade de sabores a serem explorados na taça.

A vitivinicultura brasileira é muito própria, com a coexistência de vinhos finos elaborados com uvas de *Vitis vinifera* e os vinhos de mesa produzidos com uvas americanas e híbridas (*Vitis labrusca* e outras). Essas cultivares americanas e híbridas, de maneira geral, apresentam altas produtividades e são mais resistentes a doenças, não exigindo tantas intervenções, principalmente para controle de doenças. Os vinhos de mesa apresentam menor complexidade aromática quando comparados às viníferas, porém representam o maior volume da produção e do consumo nacional, refletindo a grande relação cultural com os imigrantes. Com o apoio de instituições de pesquisa e extensão, a produção do vinho de mesa ou colonial se qualificou, trazendo um grande valor agregado e a manutenção da tradição transgeracional de elaborar vinhos.

Uvas do Brasil

A partir de 1977, o Programa de Melhoramento Genético 'Uvas do Brasil' desenvolveu cultivares adaptadas ao clima e ao solo nas diferentes regiões brasileiras, oferecendo alternativas para aumentar a competitividade dos produtores. O maior acervo de germoplas-

ma de videira da América Latina, o Banco Ativo de Germoplasma da Uva, concentra mais de 1.500 acessos disponíveis para cruzamentos de melhoramento, nos quais se buscam elevada produtividade, maior resistência a doenças em comparação às uvas viníferas e qualidade enológica diferenciada. Até 2022, quatro cultivares foram lançadas com essas características: Moscato Embrapa, BRS Lorena, BRS Margot e BRS Bibiana.

As cultivares brasileiras colocaram o Brasil numa posição privilegiada e hoje pode-se dizer que existem opções nacionais que atendem a demanda por uma vitivinicultura mais sustentável. Muitas vinícolas já comercializam vinhos varietais de diferentes formas: dos emblemáticos garrafões às latas, que são a nova aposta para o aumento do consumo, sem esquecer das tradicionais garrafas de vidro.

As cultivares
brasileiras
colocaram o Brasil
numa posição
privilegiada e
hoje pode-se
dizer que existem
opções nacionais
que atendem a
demanda por uma
vitivinicultura mais
sustentável

Vinhos do Sul ao Nordeste

Instituições de pesquisa, junto com os produtores e outros atores do segmento vitivinícola, souberam aproveitar a diversidade brasileira, explorando suas diferentes características geográficas, para produzir uvas e vinhos ajustados a cada uma dessas realidades. Com isso, o Brasil tornou-se o único país do mundo com três diferentes macrorregiões vitivinícolas.

A tradicional está presente há mais de um século e se desenvolve amplamente nas regiões de clima temperado nos estados do Sul, em especial no Rio Grande do Sul, mas também em Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais. Nessa viticultura tradicional, há uma poda de inverno e uma safra anual no verão.

A viticultura tropical está situada no Vale do Submédio São Francisco, na região semiárida do Nordeste brasileiro, onde as características naturais são aliadas a tecnologias como irrigação, uso de reguladores de crescimento e o manejo diferenciado da copa da planta. A atividade iniciou-se com uvas de mesa na década de 1970; com uvas para vinhos na década de 1980 e com sucos nos anos 2000. Dessa forma, é possível colher uvas e elaborar vinhos todos os dias do ano, a partir do planejamento das podas nas diferentes parcelas vitícolas. A colheita é definida pelo produtor, que consegue escalonar a produção de uvas de forma ininterrupta, fazendo com que uma videira produza duas vezes por ano. No caso de variedades mais precoces, é possível colher até cinco safras de uvas a cada dois anos.

Foto: Jarek Pawlak (AdobeStock)



A chamada viticultura de inverno abrange locais com altitude entre 700 m e 1.200 m, e começou em Minas Gerais nos anos 2000. Diversas vinícolas investiram no segmento e agora produzem vinhos de inverno nos estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, bem como na Chapada Diamantina, BA, e no Distrito Federal. Nesse modelo, a técnica da dupla poda, que consiste num sistema com

duas podas e uma colheita anual, permite realizar a colheita no inverno, que é o período mais seco, com elevada amplitude térmica e radiação solar, possibilitando a obtenção de uvas com elevado potencial enológico.

Indicações geográficas

Outro avanço na viticultura nacional são as indicações geográficas, que já são 12 concedidas para vinhos. O destaque

é para o pioneirismo da Indicação de Procedência Vale dos Vinhedos, obtida em 2002, que se tornou referência também em enoturismo, alavancando todo o ecossistema local. Em 2022, foram obtidas a Indicação de Procedência Vale do São Francisco, a primeira de vinhos tropicais, e a Denominação de Origem de Espumantes de Pinto Bandeira, mostrando o pioneirismo e a inovação na qualificação dos vinhos com alcance internacional.

Foto: FreeProd (AdobeStock)



Foto: barmalini (AdobeStock)



Foto: markorbely (AdobeStock)



Foto: FreeProd (AdobeStock)



Foto: vasanty (AdobeStock)



Referências

A IMPORTÂNCIA da genética na produção de frangos de corte. **Revista do AviSite**: o portal da avicultura, ano 14, n. 139, jun. 2022. 92 p. Disponível em: <https://www.avisite.com.br/revistas/revista-do-avisite-edicao-139/>. Acesso em: 17 fev. 2023.

AGROSTAT: estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>. Acesso em: 13 fev. 2023.

ASSIS, M. de; SANTOS, A. M. dos; MACHADO, A. L.; FERNANDES, A.; SEVERO, M. I.; TORCHELSEN, G. B.; MIGLIORINI, L. C.; PRITSCH, M. P.; SILVA, J. H. da. **Diagnóstico da cultura do morango**. Pelotas: EMBRAPA-Uepae de Cascata: Emater-RS: FDRH: Cebræ: STR, 1980. 48 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATES, AMENDOIM E BALAS. Disponível em: <https://www.abicab.org.br>. Acesso em: 23 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE. **Estatística**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Beef Report**: perfil da pecuária no Brasil 2021. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021>. Acesso em: 23 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENOLOGIA. Bento Gonçalves, RS, 2022. Disponível em: <https://www.enologia.org.br/premiacoes/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2022**. Disponível em: <https://abpa-br.org/estatisticas-setoriais/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE MEL. [Rio Claro], 2022. Disponível em: <https://brazilletsbee.com.br/abemel.aspx>. Acesso em: 15 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Rebanho bovino bate recorde em 2021 e chega a 224,6 milhões de cabeças. Brasília, DF: Mapa, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2022/09/rebanho-bovino-bate-recorde-em-2021-e-chega-a-224-6-milhoes-de-cabecas>. Acesso em: 15 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **SNPC**: cultivar web. Brasília, DF, 2022a. Disponível em: https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/SNPC_CW.html. Acesso em: 15 fev. 2023.

gov.br/pages/SNPC_CW.html. Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **1º Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura**. Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Relação anual de informações sociais**: número de empregos diretos formais. Brasília, DF, 2023b. Disponível em: <http://www.rais.gov.br/sitio/index.jsf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

BRASIL. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. **Instrução normativa/SARC nº 012, de 18 de setembro de 2003**. [Brasília, DF], 2003. Disponível em: <file:///C:/Users/m335688/Downloads/instrucao-normativa-sarc-no-012-18-de-setembro-de.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

BRASIL. Secretaria de Comércio Exterior. **Exportação de produtos de pinus**. Brasília, DF, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior>. Acesso em: 13 fev. 2023.

BRASIL. Secretaria de Política Agrícola. **Valor bruto da produção agropecuária (VBP)**. Brasília, DF: Mapa, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>. Acesso em: 13 fev. 2023.

CAMARGO FILHO, W. P. de; ALVES, H. S. Mercado de cenoura no Brasil: contribuições da pesquisa, alterações na produção e na sazonalidade. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 18-27, 2005.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>. Acesso em: 9 mar. 2023a.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Hortifrúti**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/hortifruti.aspx>. Acesso em: 15 mar. 2023b.

COMEX STAT. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 1 mar. 2023.

CONAB. **Prohort**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort>. Acesso em: 15 mar. 2023a.

CONAB. **Safra brasileira de grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. Acesso em: 23 mar. 2023b.

EMBRAPA SOJA. **Embrapa Soja**: inovação, tecnologia, resultado. Londrina: Embrapa Soja,

2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1092757/embrapa-soja-inovacao-tecnologia-resultados>. Acesso em: 23 mar. 2023.

EPAGRI. 2021. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/>. Acesso em: 15 fev. 2023.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Data and analysis**: production, supply and distribution online (PS&D). Washington, DC: 2022. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data>. Acesso em: 30 out. 2022.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Production, supply and distribution database**. Washington, DC: 2023. Disponível em: <https://data.nal.usda.gov/dataset/production-supply-and-distribution-database>. Acesso em: 13 fev. 2023.

FAO. **Faostat**. Rome, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 13 fev. 2023.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**: Towards BlueTransformation. Rome, 2022.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of economic entomology**, 108, n. 3, p. 849-857, 2015.

GOMES, M. F. M.; GIOTTO, A. F.; TALAMINI, D. J. D. **Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos no Brasil**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1992. 108 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 26).

HY LINE DO BRASIL. Disponível em: <https://hyline.com.br/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

IBGE. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: https://direito.mppr.mp.br/arquivos/File/Politica_Agraria/7censo.pdf. Acesso em: 13 fev. 2023.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

IBGE. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, 2022a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=resultados>. Acesso em: 13 fev. 2023.

IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal**: produção. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=resultados>. Acesso em: 13 fev. 2023.



Foto: monticellio (AdobeStock)

IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal:** Tabela 3940 - Produção da aquicultura, por tipo de produto. 2022f. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>. Acesso em: 15 mar. 2023.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares:** 2017-2018: perfil das despesas no Brasil: indicadores de qualidade de vida. Rio de Janeiro, 2021a. 54 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101886.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

IBGE. **Pesquisa industrial anual:** valor bruto da produção industrial. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?=&t=destaques>. Acesso em: 13 fev. 2023.

IBGE. **Pesquisa trimestral do abate de animais.** Rio de Janeiro, 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?=&t=destaques>. Acesso em: 13 fev. 2023.

IBGE. **PEVS - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura.** Rio de Janeiro, 2022e. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=destaques>. Acesso em: 2 mar. 2023.

IBGE. **Produção agrícola municipal.** Rio de Janeiro, 2021b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=destaques>. Acesso em: 15 fev. 2023.

IBGE. **Produção de ovos de galinha.** Rio de Janeiro, 2022c. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9216-pesquisa-trimestral-da-producao-de-ovos-de-galinha.html?=&t=resultados>. Acesso em: 13 fev. 2023.

IBGE. **Sidra:** banco de tabelas estatísticas. Rio de Janeiro, 2022d. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfrg/nordeste>. Acesso em: 15 fev. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2022.** Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Banco de dados:** preços no varejo. 2023. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/Bancodedados.php>. Acesso em: 13 fev. 2023.

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL. 2023. Disponível em: <https://www.internationaloliveoil.org/>. Acesso em: 15 fev. 2023.

INTERNATIONAL ORGANISATION OF VINE AND WINE – OIV. **Country statistics.** 2021. Disponível em: <https://www.oiv.int/what-we-do/country-report?>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO. **Atlas das pastagens.** [Goiânia: Lapig-UFG, 2021]. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177, 2012.

MIELE, M.; SANDI, A. J. **Coefficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de frangos de corte e suínos na região Sul do Brasil, 2022.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2022. 18 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 592). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1149413/coeficientes-tecnicos-para-o-calculo-do-custo-de-producao-de-frangos-de-corte-e-suinos-na-regiao-sul-do-brasil-2022>. Acesso em: 15 mar. 2023.

PEIXE BR. **Anuário 2023:** Peixe BR da Piscicultura. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 11., 2018, Cascavel. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2018.** Cascavel: Comissão de Pesquisa de Trigo e Triticale. 2018. 258 p. Editores técnicos: Francisco de Assis Franco e Adriel Evangelista.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. da. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 187-194, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200002>

SATATISTA. 2021. Disponível em: <https://www.statista.com>. Acesso em: 9 mar. 2023.

SEAFOOD BRASIL. **Anuário Seafood Brasil 2022.** Edição n. 45, 2022. Aquicultura e pesca em números de 2021. Disponível em: <https://www.seafoodbrasil.com.br/revista/seafood-brasil-45-8th-yearbook-8-anuario>. Acesso em: 23 mar. 2023.

Unidades da Embrapa

EMBRAPA ACRE

Criada em 1976, é um centro de pesquisa com foco regional na busca por desenvolvimento de soluções tecnológicas para o uso sustentável dos recursos naturais, planejamento territorial estratégico, adequação de sistemas de produção regionais, bem como agregação de valor à produção agropecuária e florestal brasileira. As pesquisas são concentradas em quatro núcleos temáticos: Produção Florestal, Produção Animal, Solos e Agricultura e Fruticultura e Plantas Nativas. As tecnologias geradas têm como base demandas das populações extrativistas, comunidades indígenas, ribeirinhos, agricultores e pecuaristas.

Endereço

Rodovia BR-364, Km 14
CEP 69900-970 Rio Branco, AC

Fone: (68) 3212-3200

EMBRAPA AGRICULTURA DIGITAL

Em 1985, a Embrapa enxergou nas tecnologias da informação e comunicação o potencial para a transformação digital que agora é uma realidade no campo. Naquele ano, foi criada a Embrapa Informática Agropecuária, hoje Embrapa Agricultura Digital. Em parceria com o governo, academia, empresas privadas, startups e cooperativas, a Unidade atua no desenvolvimento de soluções para atender às demandas do setor produtivo, apoiar políticas públicas e fortalecer o ecossistema de inovação visando à sustentabilidade da agricultura. Instalada em Campinas, SP, conta com equipe multidisciplinar e infraestrutura computacional de alto desempenho para promover a evolução tecnológica no campo.

Endereço

Av. André Tosello, nº 209, Campus da Unicamp, Barão Geraldo
CEP 13083-886 Campinas, SP

Fone: (19) 3211-5700

EMBRAPA AGROBIOLOGIA

Teve início na década de 1950 no antigo Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônomicas, do Ministério da Agricultura, onde, liderado pela pesquisadora Johanna Döbereiner, um grupo de pesquisadores atuou em estudos sobre fixação biológica de nitrogênio (FBN). Os resultados serviram de base para o estabelecimento do uso de inoculantes com rizóbio na cultura da soja no Brasil, melhorando a competitividade do produto no mercado externo. Suas principais linhas de pesquisa envolvem, além da FBN, agroecologia e produção orgânica, microbiologia e insumos biológicos, ciclagem de nutrientes e emissão de gases

de efeito estufa, recuperação de áreas degradadas, genética molecular e bioquímica.

Endereço

Rodovia BR-465, Km 7 (antiga Rodovia Rio/São Paulo), Bairro Ecologia

CEP 23891-000 Seropédica, RJ

Fone: (21) 3441-1500

EMBRAPA AGROENERGIA

A Unidade foi criada em 2006, com o objetivo de assegurar o aumento da participação de fontes renováveis no Balanço Energético Nacional. O modelo de negócios é focado na geração de ativos pré-tecnológicos e tecnológicos para inserção no mercado de inovação, buscando promover a competitividade da bioeconomia brasileira. Para tanto, busca soluções eficientes e sustentáveis de conversão de biomassa e resíduos agroindustriais em biocombustíveis e bioprodutos. O modelo de gestão da Unidade está estruturado em quatro eixos: Biomassas para Fins Industriais, Biotecnologia Industrial, Química de Renováveis e Materiais Renováveis.

Endereço

Parque Estação Biológica (PqEB), s/nº, Asa Norte
CEP 70770-901 Brasília, DF

Fone: (61) 3448-4246

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL

Fundada em 1987, em Fortaleza, Ceará, o então Centro Nacional de Pesquisa de Caju atuou nos anos iniciais exclusivamente com o desenvolvimento de soluções tecnológicas para o segmento agrícola da cajucultura. Em 1993, a missão do centro foi ampliada, passando a incorporar muitas outras cadeias produtivas, com foco na agroindustrialização. A Unidade passou a se chamar, então, Embrapa Agroindústria Tropical. Entre seus principais focos de atuação estão os processos agroindustriais de transformação das matérias-primas tropicais, o estudo e a adequação de insumos para produção e indústria e a valorização da biodiversidade brasileira.

Endereço

Rua Dra. Sara Mesquita, nº 2.270, Bairro Planalto do Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Fone: (85) 3391-7100

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Originou-se da fusão de três instituições existentes no Rio de Janeiro com longa tradição de pesquisa: o Instituto de Tecnologia Alimentar, o Instituto de Tecnologia de Óleos e o Instituto de Tecnologia de Bebidas e Fermentações, que, a partir de 1973, foram incorporadas

à Embrapa. Busca diversificar o uso e melhorar o aproveitamento de matérias-primas agropecuárias, além de desenvolver técnicas de processamento que permitam a ampliação de seu período de consumo e/ou comercialização, para a garantia da segurança e a qualidade dos produtos. Por meio do desenvolvimento e da transferência de tecnologias, contribui para maior competitividade e sustentabilidade do segmento agroindustrial de alimentos

Endereço

Avenida das Américas, nº 29.501, Guaratiba
CEP 23020-470 Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 3622-9600.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE

Fundada em 1975, em Dourados, MS, teve grande participação na consolidação de importantes cadeias produtivas. Atualmente desempenha papel preponderante nos sistemas de produção de soja, milho, mandioca, cana-de-açúcar, feijão, forrageiras, incluindo manejo de solos, doenças, pragas, zoneamento agrícola de risco climático e piscicultura. De forma transversal, atua em sistemas integrados de produção, com destaque para sistema plantio direto, integração lavoura-pecuária, integração lavoura-pecuária-floresta, sistemas agroflorestais, comportamento ambiental de agrotóxicos e atividades voltadas para a agricultura familiar.

Endereço

Rodovia BR-163, Km 253,6, Zona Rural
Caixa Postal 449
CEP 79804-970 Dourados, MS

Fone: (67) 3416-9700

EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL

Criada em 7 de maio de 2009, tem atuação no estado de Mato Grosso nas áreas de Cerrado e Amazônia, e de transição entre os dois biomas. Unidade ecorregional, desenvolve pesquisas com diferentes cadeias produtivas de interesse do estado, com foco principal em soluções tecnológicas para sistemas integrados de produção agropecuária, como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Entre as cadeias produtivas em que atua estão pecuária de leite, pecuária de corte, produção de grãos, fruticultura, piscicultura, sistemas agroflorestais, bioenergia, mandiocultura e silvicultura. Faz pesquisas relacionadas à adequação ambiental e recomposição de reserva legal.

Endereço

Rodovia MT-222, Km 2,5, s/nº, Zona Rural
CEP 78.550-970 Sinop, MT

Fone: (66) 3211-4220

EMBRAPA ALGODÃO

Fundada em 1975 com o propósito de gerar tecnologias para a cultura do algodão no Brasil. O principal desafio era aumentar a produtividade do algodão arbóreo pela introdução de cultivares mais produtivas e melhoria no sistema de produção. Lançou cultivares de algodão mais produtivas e de algodão herbáceo mais precoces para convivência com o bicudo, além da definição de sistema de produção para o Semiárido, cultivares convencionais e transgênicas para os Cerrados, bem como sistemas de produção e manejo integrado de pragas. Atua com tecnologias para as culturas do amendoim, da mamona, do gergelim e do sisal.

Endereço

Rua Osvaldo Cruz, nº 1143, Centenário
CEP 58428-095 Campina Grande, PB

Fone: (83) 3182-4300

EMBRAPA ALIMENTOS E TERRITÓRIOS

Prioriza a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação em rede para atender às demandas da sociedade relacionadas à alimentação e ao desenvolvimento territorial sustentável. Busca criar oportunidades a partir da cocriação de valor de ativos associados aos patrimônios natural, alimentar e cultural dos territórios. Suas principais linhas de pesquisa são: Patrimônio Alimentar e Biodiversidade; Selos de Qualidade e Origem; Circuitos Curtos de Produção e Consumo; Sistemas Agroalimentares Diferenciados e Agregação de Valor; Gastronomia e Turismo Rural; Nutrição e Saúde; e Antropologia e Sociologia da Alimentação.

Endereço

Rua Cincinato Pinto, nº 348, Centro
CEP 57020-050 Maceió, AL

Fone: (82) 3512-3400

EMBRAPA AMAPÁ

Desde 1991, em Macapá, tem seu histórico pautado nas ações de pesquisa, inovação e tecnologias sobre o desenvolvimento do estado do Amapá e estuário amazônico, incluindo as relações de fronteiras com a Guiana Francesa e o Suriname. Tornou-se referência em pesquisas e tecnologias com foco em proteção vegetal (mosca-da-carambola), recursos florestais (manejo de açais de várzea e terra-firme), aquicultura (quelônios, camarão-da-amazônia e sanidade de peixes) e bioeconomia (boas práticas de fabricação do açaí, andiroba, pracaxi e copaíba). As tecnologias atendem a diferentes perfis e tamanho de atividades agrícolas, contribuindo para valorar os produtos, processos e serviços agropecuários, beneficiando toda a sociedade.

Endereço

Rodovia Josmar Chaves Pinto, Km 5, nº 2.600
CEP 68903-419 Macapá, AP

Fone: (96) 3203-0200

EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Atua no estado do Amazonas desde 1974. Desde sua origem realiza pesquisas agrônomicas com o guaraná, em continuidade ao Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental (IPEAAOc). Diversos conhecimentos para a cultura do guaranazeiro vêm sendo disponibilizados pela Embrapa Amazônia Ocidental, que continua se dedicando à pesquisa e transferência de tecnologias para a sustentabilidade dos sistemas de produção de guaraná, no contexto de sua atuação ecorregional, voltada à fruticultura, olericultura, culturas agroindustriais, piscicultura, uso e conservação da biodiversidade e sistemas integrados de produção.

Endereço

Rodovia AM-010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara
Caixa Postal 319
CEP 69010-970 Manaus, AM
Fone: (92) 3303-7800

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Atua em todas as regiões do estado do Pará, e suas linhas de pesquisa são direcionadas a partir de três grandes temas, os quais dão suporte a políticas públicas para a promoção do desenvolvimento sustentável da região: Ordenamento, Gestão e Monitoramento territorial; Manejo, Valoração e Valorização da Floresta; Uso de Áreas Alteradas com Opções Tecnológicas e Sistemas Sustentáveis. Essa Unidade da Embrapa foi criada em 23 de janeiro de 1975, em Belém, sob a estrutura do antigo Instituto Agrônomo do Norte (IAN), fundado em 4 de maio de 1939.

Endereço

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/nº, Bairro Marco
CEP 66095-903 Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO

Fundada em 1974, tem como finalidade assegurar a sustentabilidade da produção de arroz e feijão e a oferta de alimentos saudáveis. Atua junto com instituições nacionais de pesquisa e participa de trabalhos colaborativos com várias instituições internacionais. Está focada no desenvolvimento de cultivares de arroz e feijão e de práticas de manejo sustentáveis voltadas aos diversos perfis e tamanhos de propriedades agrícolas. Essas tecnologias são colocadas à disposição de sistemas de produção e contribuem para a rentabilidade do produtor, gerando benefícios para toda a sociedade.

Endereço

Rodovia GO-462, Km 12, Zona Rural
CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 35332210

EMBRAPA CAFÉ

Foi criada em 1999 com a finalidade de coordenar, formular, propor e orientar estratégias e ações de geração, desenvolvimento e transferência de tecnologia do Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, executado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. Como coordenadora do Consórcio Pesquisa Café no Brasil, a Embrapa Café mantém pesquisadores do seu quadro nas instituições consorciadas, em parceria com os pesquisadores dessas instituições. São mais de 1.000 pesquisadores que desenvolvem projetos estratégicos para a cafeicultura nacional. As pesquisas são focadas principalmente nas áreas de biotecnologia, melhoramento genético, fitotecnica, colheita e pós-colheita e geoprocessamento.

Endereço

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4378

EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS

Desde 1975, a Unidade tem feito ciência por meio da conversão do conhecimento em benefícios para a caprinocultura e ovinocultura. A Unidade possui núcleos avançados e equipes multidisciplinares em Campina Grande, PB, Coronel Pacheco, MG, e Campo Grande, MS. São 33 pesquisadores, que geram tecnologias para a inovação de sistemas pecuários sustentáveis, segurança zoossanitária e agregação de valor aos produtos caprinos e ovinos. Eles atuam em redes estratégicas multidisciplinares com entes públicos e privados, apoiando a formulação de políticas públicas e a superação de desafios não tecnológicos relevantes, com impactos positivos tanto para o fortalecimento da agricultura familiar, quanto para o desenvolvimento de negócios sustentáveis.

Endereço

Estrada Sobral/Groaíras, Km 4, Fazenda Três Lagoas
CEP 62010-970 Sobral, CE
Fone: (88) 3112-7400

EMBRAPA CERRADOS

A Unidade foi criada em 1975 com o desafio de viabilizar a produção agrícola no Cerrado brasileiro. É um centro de pesquisa ecorregional com foco no desenvolvimento sustentável da agricultura no bioma Cerrado. Atua em atividades de pesquisa e desenvolvimento que buscam ampliar o conhecimento, a preservação e a utilização racional dos recursos naturais do bioma Cerrado, além de desenvolver sistemas de produção sustentáveis em equilíbrio com a oferta ambiental da região. Desenvolveu tecnologias de uso simples, a fim de minimizar problemas considerados complexos, contribuindo para transformar a região numa das maiores fronteiras agrícolas do mundo e em referência internacional em produtividade.

Endereço

Rodovia BR-020, Km 18
CEP 73310-970 Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO

Centro de pesquisa ecorregional criado em 1993, com histórico de atuação desde 1938. Abriga quatro bases físicas: a Sede (RS) realiza estudos com planejamento ambiental e territorial, recursos naturais, recursos genéticos, frutas, hortaliças, bioinsumos e agroenergia; a Estação Experimental Terras Baixas (RS) foca em grãos, integração lavoura-pecuária (ILP), forrageiras e pecuária leiteira; a Estação Experimental Cascata (RS) se dedica à agricultura familiar e à produção de base ecológica; e a Estação Experimental de Canoinhas (SC) atua como hub de transferência de tecnologia e inovação. Ao todo, são 252 empregados e 24 laboratórios.

Endereço

Rodovia BR-392, Km 78, 9º Distrito, Monte Bonito
CEP 96010-971 Pelotas, RS

Fone: (53) 3275-8100

EMBRAPA COCAIS

Unidade ecorregional, criada em 14/12/2009, com sede em São Luís, MA, e Unidades de Pesquisa em Balsas, MA, e em Arari, MA. Conta com 47 colaboradores e tem seu foco de atuação na intensificação sustentável da produção agrícola e pecuária, bem como na agregação de valor e inclusão produtiva da agricultura familiar. Suas áreas de atuação são as seguintes: fertilidade de solos; agregação de valor à biodiversidade (bioeconomia); uso sustentável dos recursos naturais; equipamentos, práticas e processos para agricultura familiar; sistemas integrados e de baixo impacto ambiental; conservação, manejo e uso de palmeiras nativas, com ênfase no babaçu.

Endereço

Praça da República, nº 147, Bairro Diamante
CEP 65020-500 São Luís, MA

Fone: (98) 3878-2234

EMBRAPA FLORESTAS

A Embrapa Florestas foi criada em março de 1978. Desde então, disponibilizou significativo número de tecnologias para o setor florestal e para a sociedade brasileira, garantindo melhor eficiência produtiva, redução dos custos de produção, aumento da oferta de produtos florestais e agrícolas no mercado e, simultaneamente, conservação do meio ambiente. Desenvolve pesquisas nas áreas de recursos naturais e mudança no uso da terra; bioeconomia e mudanças no clima; sistemas produtivos; e ecologia e fitossanidade.

Endereço

Estrada da Ribeira, Km 111, Bairro Guaraituba
Caixa Postal 319
CEP 83411-000 Colombo, PR

Fone: (41) 3675-5600

EMBRAPA GADO DE CORTE

Iniciou as atividades em 18/8/1975 e foi inaugurada em 28/4/1977. Dispõe de 4.693 ha, 2.450 bovinos, 31 laboratórios e 14 casas de vegetação para apoio à pesquisa. A equipe é formada por 193 colaboradores, dos quais 44 são pesquisadores, com atuação em pesquisa animal, vegetal e sistemas de produção. Com tecnologias pioneiras no desenvolvimento de cultivares de pastagens tropicais, genética, nutrição e saúde animal, sistemas de produção de baixo carbono e gestão, a Unidade continua sua missão para a evolução dos sistemas de produção de carne bovina, em benefício da sociedade brasileira.

Endereço

Av. Rádio Maia, nº 830, Zona Rural
CEP 79106-550 Campo Grande, MS

Fone: (67) 3368-2000

EMBRAPA GADO DE LEITE

Criado em 26 de outubro de 1976, o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, hoje Embrapa Gado de Leite, tem se consolidado como referência mundial em pesquisas para pecuária leiteira de clima tropical. Sua atuação abrange soluções para toda a cadeia produtiva, tendo como destaques as áreas de produção animal, nutrição, ambiência e bem-estar para produção nos trópicos, melhoramento genético e biotecnologias da reprodução em raças zebuínas, desenvolvimento e manejo de forrageiras tropicais, biossegurança e qualidade do leite, além de sistemas integrados de produção e sua bioeficiência e estudos econômicos e de competitividade do setor.

Endereço

Rua Eugênio do Nascimento, nº 610, Dom Bosco
CEP 36038-330 Juiz de Fora, MG

Fone: (32) 3311-7405

EMBRAPA HORTALIÇAS

A trajetória começa em 1975, com a criação da Unidade de Pesquisa de Âmbito Estadual de Brasília (Uepae de Brasília). Em 1981, foi elevada a Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, com o objetivo de superar os fatores que limitavam o desenvolvimento das hortaliças em condições tropicais. Dois anos depois, passou a coordenar o Programa Nacional de Pesquisa de Hortaliças e, em 1997, recebeu a denominação atual. Destaca-se pelos trabalhos de melhoramento genético, que resultaram em cultivares adaptadas, e pelo desenvolvimento de sistemas de produção adequados ao País.

Endereço

Rodovia BR-060, Km 09 (Brasília/Anápolis), Fazenda Tamandua
Caixa Postal 218
CEP 70275-970 Brasília, DF

Fone: (61) 3385-9000

EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO

Fundada em 1984, a Unidade inovou ao atuar de forma multidisciplinar com físicos, químicos, engenheiros eletrônicos, de materiais e outras áreas – aliados ao conhecimento de agrônomos e veterinários – para produzir inovações em instrumentos, sensores, metodologias e materiais. Pioneirismo, liderança e pesquisas na fronteira do conhecimento são marcas de uma equipe altamente capacitada que busca contribuir para o aumento da produtividade e para a sustentabilidade do agronegócio, pautada no rigor científico, alinhada às necessidades do mercado – sua atuação contempla desde as startups até os produtores rurais. Coordena os laboratórios nacionais multiusuários em Agricultura de Precisão, Agro-Fotônica e Nanotecnologia, e possui uma rede de parcerias no Brasil e no exterior.

Endereço

Rua XV de Novembro, nº 1452, Centro

Caixa Postal 741

CEP 13560-970 São Carlos, SP

Fone: (16) 2107-2800

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA

Instituída em 1975, é a única Unidade da Embrapa na Bahia. Tem missão de abrangência nacional focada nas seguintes culturas: abacaxi, banana, citros, mamão, mandioca e maracujá. Busca desenvolver tecnologias sustentáveis, como variedades mais produtivas e resistentes a doenças e pragas, sistemas orgânicos de produção, metodologias, softwares e práticas agropecuárias que aumentem a qualidade dos alimentos e reduzam custos de produção. A Unidade tem investido na qualificação de parcerias institucionais nacionais e internacionais, com a implantação e o fortalecimento de campos avançados em regiões estratégicas do País.

Endereço

Rua Embrapa, s/nº

Caixa Postal 007

CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA

Fone: (75) 3312-8048

EMBRAPA MEIO AMBIENTE

Criada em 1982, em Jaguariúna, SP, a Unidade é reconhecida pela abordagem sistêmica e integradora das questões ambientais e qualidade dos produtos agropecuários, pela geração de soluções para gestão ambiental e pelo apoio a políticas públicas. Sua missão institucional é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para promover uma agricultura sustentável e melhorar a qualidade ambiental em benefício da sociedade brasileira. Desde 2005 é certificada pela norma ISO 9001.

Endereço

Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho

CEP 13918-110 Jaguariúna, SP

Fone: (19) 3311-2700

EMBRAPA MEIO-NORTE

A Embrapa Meio-Norte, com área experimental de aproximadamente 3.500 ha, desde 1975, gera tecnologias como Centro Ecorregional de Pesquisa Agropecuária. Realiza pesquisas na conservação e no uso de recursos genéticos animais: bovinos Curraleiro Pé-Duro, cabras Marota e Azul, ovinos Santa Inês, bovinocultura leiteira, galinha caipira e sistemas integrados de produção. A Unidade é líder nacional em pesquisas com o melhoramento genético de feijão-caupi e feijão-mungo e desenvolve importantes trabalhos com arroz, milho, soja, sorgo, gergelim, algodão, forrageiras, fruticultura, apicultura e meliponicultura, solos, irrigação, manejo integrado de pragas e doenças, integração de sistemas e sustentabilidade.

Endereço

Av. Duque de Caxias, nº 5.650, Bairro Buenos Aires

Caixa Postal 001

CEP 64008-780 Teresina, PI

Fone: (86) 3198-0500

EMBRAPA MILHO E SORGO

Inaugurada em 14 de fevereiro de 1976, a Unidade está localizada em Sete Lagoas, Minas Gerais. Sua missão é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação, com foco em milho e sorgo, que contribuam para a sustentabilidade da agricultura em benefício da sociedade brasileira. Nas últimas décadas, tem disponibilizado tecnologias e produtos, como cultivares (e outros ativos genéticos), bioinsumos e práticas, processos e recomendações de manejo, que contribuem para aumentos de produtividade, com maior sustentabilidade, para sistemas de produção de grãos de milho e de sorgo, de forragens e de bioenergia.

Endereço

Rodovia MG-424, Km 45, Zona Rural

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

EMBRAPA PANTANAL

Começou suas pesquisas na Planície Pantaneira em 1975. Inicialmente atendia demandas da pecuária pantaneira. Hoje, com uma equipe multidisciplinar, atua em pesquisas voltadas para o desenvolvimento sustentável rural na busca do bem-estar socioeconômico em harmonia com o ambiente, principalmente para as atividades de pecuária e de pesca. A Embrapa Pantanal desenvolve boas práticas agropecuárias, soluções tecnológicas inovadoras e também apoia políticas públicas, a fim de atender diferentes perfis e tamanhos de propriedades, com o objetivo de proporcionar entregas de valor para toda a sociedade.

Endereço

Rua 21 de Setembro, nº 1880, Bairro Nossa Senhora de Fátima

Caixa Postal 109

CEP 79320-900 Corumbá, MS

Fone: (67) 3234-5800

EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE

Está entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, o que permite diversificar as pesquisas em sustentabilidade. Busca eficiência na produção de carne e leite, com bem-estar animal e menor impacto ambiental. Abriga sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta para monitorar bovinos e a primeira ordenha robotizada voluntária a pasto em regiões tropicais com conceito baixo carbono. Criada em 1975, tem hoje uma equipe de 132 pessoas, das quais 41 são pesquisadores. Destacam-se tecnologias para mitigação de gases de efeito estufa (GEEs), pecuária de precisão, bem-estar animal, gestão da água e marcadores moleculares para segurança e qualidade de produtos.

Endereço

Rodovia Washington Luiz, Km 234, s/nº, Fazenda Canchim
Caixa Postal 339
CEP 13560-970 São Carlos, SP
Fone: (16) 3411-5600

EMBRAPA PECUÁRIA SUL

Criada em 1975, tem trajetória de pesquisa relacionada ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para a pecuária dos campos sul-brasileiros. Orienta seus trabalhos científicos na busca pela produção de alimentos saudáveis a partir de sistemas sustentáveis, por meio do conceito de saúde única, ou seja, a saúde dos animais de produção, do ambiente e do clima, assim como dos consumidores finais dos produtos gerados. Instalada em uma área de 2,8 mil hectares, conta com um corpo funcional de 109 empregados, dos quais 32 são pesquisadores.

Endereço

Rodovia BR-153, Km 632,9, Vila Industrial, Zona Rural
Caixa Postal 242
CEP 96401-970 Bagé, RS
Fone: (53) 3240-4650

EMBRAPA PESCA E AQUICULTURA

Criada em 2009, tem mandato nacional de desenvolver tecnologias e conhecimento a respeito de toda a cadeia produtiva da pesca e aquicultura, trabalhando com distintas espécies, tais como pirarucu, tambaqui, tilápia, camarão e garoupa. Quanto ao mandato regional, além da cadeia do pescado, desenvolve soluções inovadoras para aumentar a eficiência dos sistemas agropecuários e reduzir o impacto no ambiente, integrando diversas áreas do conhecimento e fazendo uso da modelagem de agroecossistemas como ferramenta de predição de cenários resilientes às incertezas climáticas.

Endereço

Prolongamento da Avenida NS 10, cruzamento com a Avenida LO 18, sentido Norte, loteamento Água Fria
Caixa Postal 90
CEP 77008-900 Palmas, TO
Fone: (63) 3229-7800

EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA

Criada em 22 de novembro de 1974, a Unidade atua nos cenários nacional e internacional, a fim de “viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação em recursos genéticos para a sustentabilidade da agricultura brasileira”. Trabalhando com intercâmbio e quarentena de germoplasma vegetal, contribui para a continuidade dos programas de melhoramento, conserva coleções a longo prazo e desenvolve tecnologias para preservação e uso dos recursos genéticos.

Endereço

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W5 Norte (final)
Caixa Postal 02371
CEP 70770-917 Brasília, DF
Fone: (61) 34484700

EMBRAPA RONDÔNIA

Fundada em 10 de julho de 1975, possui atuação pautada no desenvolvimento sustentável da Amazônia com foco na agricultura de baixo carbono. Desenvolve produtos e processos para fortalecer as cadeias produtivas de café, mandioca, banana, soja, arroz, milho, sorgos, feijão, girassol, algodão, gergelim, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), castanha-da-amazônia, açaí, cacau, pecuária de corte e de leite. O portfólio de projetos e tecnologias da Embrapa Rondônia busca a melhoria econômica, social e ambiental capaz de gerar benefícios à sociedade brasileira, com ênfase na Amazônia.

Endereço

Rodovia BR-364, Km 5,5, Zona Rural
Caixa Postal 127
CEP 76815-800 Porto Velho, RO
Fone: (69) 3219-5000

EMBRAPA RORAIMA

Fundada em 1981, tem trajetória relacionada ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para atender demandas do agronegócio, da agricultura familiar e indígena. Entre os principais temas de pesquisas desenvolvidos estão: grãos e cultivos alimentares adaptados para o Cerrado de Roraima, pecuária, sistemas de integração lavoura-pecuária-pastagem, sistema plantio direto de grãos, fixação biológica de nitrogênio, manejo e fertilidade de solos, manejo florestal madeireiro e não madeireiro, pragas quarentenárias, fruticultura, horticultura, ovinocultura, aquicultura e pesca, biodiversidade, sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Endereço

Avenida Brasil, nº 3911,
Distrito Industrial Governador Aquilino Mota Duarte
CEP 69315-292 Boa Vista, RR
Fone: (95) 4009-7100

EMBRAPA SEMIÁRIDO

Unidade ecorregional, fundada em 1975, com atuação no Semiárido brasileiro. Ao longo de sua história, executa ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a geração de conhecimentos e ativos tecnológicos que promovem a sustentabilidade da agricultura e da pecuária, a preservação dos recursos naturais e a melhoria dos indicadores sociais e econômicos do Semiárido. Os temas de atuação são principalmente Biodiversidade, Cultivos Dependentes de Chuva, Fruticultura, Olericultura, Produção Animal, Produção de Biomassa e Energia, Recursos Genéticos e Melhoramento Vegetal e Uso de Água.

Endereço

Rodovia BR-428, Km 152, s/nº, Zona Rural
Caixa Postal 23
CEP 56302-970 Petrolina, PE
Fone: (87) 3866-3600

EMBRAPA SOJA

Fundada em 1975, tem seu histórico pautado no desenvolvimento de soluções tecnológicas para a cultura da soja. Participante de uma rede interinstitucional de parcerias, tornou-se referência mundial na geração de tecnologias para regiões tropicais. A Embrapa Soja defende e orienta sobre práticas de manejo responsável que vão desde a semeadura até a pós-colheita da soja. As tecnologias são colocadas a serviço da sustentabilidade dos sistemas de produção e atendem diferentes perfis e tamanhos de propriedades agrícolas, contribuindo para a rentabilidade do produtor, gerando assim benefícios para toda a sociedade. A Embrapa Soja também estimula o desenvolvimento da cultura do girassol no Brasil e do trigo no Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

Endereço

Rodovia Carlos João Strass, s/nº, acesso Orlando Amaral
Distrito de Warta
Caixa Postal 4006
CEP 86085-981 Londrina, PR
Fone: (43) 3371-6000

EMBRAPA SOLOS

A sede da Unidade (Rio de Janeiro, RJ) e a Unidade de Execução de Pesquisa (Recife, PE) foram fundadas em 1975. É uma instituição de referência internacional em solos tropicais, coordena e executa em todo o território brasileiro estudos sobre a gestão e o uso racional do solo e da água e suas interações com o ambiente. Sua missão é viabilizar soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro, com atuação em cinco eixos temáticos: Intensificação Sustentável na Agricultura, Convivência Produtiva com a Seca, Uso da Terra e Serviços Ecossistêmicos, Pedologia e Zoneamento, Fertilizantes e Insumos para a Agricultura Tropical.

Endereço

Rua Jardim Botânico, nº 1024, Jardim Botânico
CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2179-4500

EMBRAPA SUÍNOS E AVES

Desde 1975, desenvolve tecnologias para produção de carne suína, frangos e ovos para pequenos, médios e grandes produtores. Trabalha com controle de doenças, aperfeiçoamento de raças, melhoria da qualidade genética dos animais, desenvolvimento de equipamentos que reduzem o custo de produção e preservam a qualidade dos produtos, agregam valor às atividades, garantem o bem-estar animal e do trabalhador e a preservação do meio ambiente.

Endereço

Rodovia BR-153, Km 110, Distrito de Tamanduá
Caixa Postal 321
CEP 89715-899 Concórdia, SC
Fone: (49) 3441-0400

EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS

Criada em 1993, sua sede localiza-se em Aracaju, SE, antigo Centro Nacional de Pesquisa de Coco. Conta com uma Unidade de Execução de Pesquisa (UEP) em Rio Largo, AL, e quatro campos experimentais em Sergipe. Como centro de pesquisa ecorregional, possui atuação definida em 570 municípios situados em uma faixa contínua próxima ao litoral no Nordeste brasileiro, que se estende do Ceará ao sul da Bahia. As ações de PD&I são focadas em ativos tecnológicos para as principais cadeias produtivas presentes nessa região, incluindo coqueiro, milho, citros, cana-de-açúcar, soja, ovino-cultura e aqüicultura.

Endereço

Avenida Gov. Paulo Barreto de Menezes, nº 3250, Jardins
CEP 49025-040 Aracaju, SE
Fone: (79) 4009-1300

EMBRAPA TERRITORIAL

Inaugurada em 1989, por determinação da Presidência da República, é instrumento do Estado para desenvolver soluções de inteligência, gestão e monitoramento territorial com foco na sustentabilidade e na competitividade da agropecuária. Dedicar-se à compreensão da dinâmica da atribuição, uso e ocupação das terras; ao apoio à inclusão produtiva e à governança fundiária e ambiental; ao monitoramento territorial com ênfase na logística, na agropecuária e na zoofitossanidade; à redução da pobreza e à diversificação de renda por meio da indicação geográfica, da produção orgânica e do turismo rural; e à valorização do agro por seus serviços ecossistêmicos.

Endereço

Av. Soldado Passarinho, nº 303, Fazenda Jardim Chapadão
CEP 13070-115 Campinas, SP
Fone: (19) 3211-6200

EMBRAPA TRIGO

Criada em 28 de outubro de 1974, sua missão é viabilizar soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável do agronegócio de trigo e de cereais de inverno. As pesquisas estão alinhadas às novas tendências de consumo, preservação da saúde e do meio ambiente e geração de renda. O programa de melhoramento genético contribuiu com 125 cultivares de trigo e tem sido determinante para o crescimento dos cultivos de inverno nos mais diversos ambientes do País. O programa de melhoramento genético de cevada conta com 23 cultivares lançadas e está dividido entre cevada cervejeira, desenvolvido em parceria com a indústria de malte, e cevada forrageira, desenvolvido junto com a indústria de proteína animal.

Endereço

Rodovia BR-285, Km 294
 Caixa Postal 3081
 CEP 99050-970 Passo Fundo, RS
Fone: 54-3316-5800

EMBRAPA UVA E VINHO

Fundada em 1975, tem a missão de desenvolver e viabilizar soluções tecnológicas para a vitivinicultura. A partir de 1993, incorpora a cultura da maçã e de outras fruteiras de clima temperado em sua missão. Participa de uma rede interinstitucional de parcerias, tornando-se referência na geração de tecnologias para regiões de clima temperado e tropical, sempre alinhada às principais demandas dos setores produtivos da vitivinicultura e da pomicultura. As tecnologias são disponibilizadas visando, sobretudo, ampliar a competitividade e a sustentabilidade dos diferentes segmentos das cadeias produtiva e de valor. Atende pequenos produtores familiares, grandes produtores e empreendimentos empresariais, sempre considerando as crescentes exigências do mercado consumidor.

Endereço

Rua Livramento, nº 515
 Caixa Postal 130
 CEP 95701-008 Bento Gonçalves, RS
Fone: (54) 3455-8000

Unidades descentralizadas da Embrapa no território brasileiro



Concepção e organização

Jorge Duarte

Coordenação técnica

Kepler Euclides Filho
Marcos Antonio Gomes Pena Júnior
Paulo Roberto Galerani
Jorge Duarte

Supervisão de informações econômicas

Marcos Antonio Gomes Pena Júnior

Revisão de informações econômicas

Adalberto Aragão

Responsável pela edição

Superintendência de Comunicação

Coordenação editorial

Carla Alessandra Timm
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial

Josmária Madalena Lopes

Revisão de texto

Francisca Elijani do Nascimento
Jane Baptistine de Araújo

Normalização bibliográfica

Iara Del Fiaco Rocha
Márcia Maria Pereira de Souza
Rejane Maria de Oliveira Cechinel Daros

Projeto gráfico e diagramação

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Capa

Paula Cristina Rodrigues Franco

Foto da capa

Felipe Bastos (Colmeia Fotografia)

Confecção página de dados

Roberta dos Santos Barbosa

Texto "Brasil em 50 Alimentos"

Maurício Antônio Lopes

Mapa da página 359

Gustavo Spadoti Amaral Castro,
Oswaldo Oshiroe e Carlos Alberto de
Carvalho

Agradecimentos

Daniela Garcia Collares
Eduardo Pinho Rodrigues
Elisio Contini
Lebna Landgraf
Mara Rubia Cândido Francozo

Colaboradores técnicos

Abacate: Tadeu Gracioli Guimarães
Abacaxi: Aristoteles Pires de Matos, Domingo Haroldo Reinhardt e José da Silva Souza
Açaí: Alfredo Kingo Oyama Homma, João Tomé de Farias Neto, José Antonio Leite de Queiroz, Rafaella de Andrade Mattietto, Vinicius Soares Braga e Virgínia Martins da Matta
Afacê: Fábio Akiyoshi Suinaga
Algodão: Alderi Emídio de Araújo
Alho: Francisco Vilela Resende
Amendoim: Taís de Moraes Falleiro Suassuna e Augusto Guerreiro Fontoura Costa
Arroz: Luís Fernando Stone e Alcido Elenor Wander
Azeite: Enilton Fick Coutinho
Banana: Ana Lúcia Borges, Edson Perito Amorim, Eliseth de Souza Viana e Áurea Fabiana Apolinário de Albuquerque Gerum
Batata: Arione da Silva Pereira, Carlos Alberto Lopes e Élcio Irano (in memoriam)
Batata-doce: Larissa Pereira de Castro Vendrame
Cacau: Alfredo Kingo Oyama Homma, Antônio Zugaib, Fernando Antonio Teixeira Mendes, José Marques Pereira, Kélem Silene Cabral Guimarães e Lucimara Chiari
Café: Antônio Luiz Oliveira Heberlé
Caju: Francisco Fábio de Assis Paiva, Lucas Antônio de Sousa Leite, Ebenézer de Oliveira Silva, Antônio Calixto Lima, Arthur Cláudio Rodrigues de Sousa
Camarão: Valdemir Queiroz de Oliveira e Anísio Ferreira Lima Neto
Cana-de-açúcar: Rodrigo da Rocha Fragoso, Melissa Braga e Adilson Kenji Kobayashi
Carne bovina: Antônio do Nascimento Ferreira Rosa, Sérgio Raposo de Medeiros, Guilherme Cunha Malafaia e Gelson Luís Dias Feijó
Carne caprina e ovina: Ana Clara Rodrigues Cavalcante, Cicero Cartaxo Lucena, Lisiane Dorneles de Lima, Octávio Rossi de Moraes, Espedito Cezário Martins e Aline Costa Silva
Carne de frango: Fernando de Castro Tavernari, Dirceu Talamini, Marcelo Miele, Vivian Feddern e Jane de Oliveira Peixoto
Carne suína: Elsio A. P. de Figueiredo, Cícero J. Monticelli, Dirceu Talamini, Marcelo Miele e Mariana Groke Marques
Castanha-do-brasil: Alfredo Kingo Oyama Homma, Ana Laura Silva de Lima Costa, Lúcia Helena de Oliveira Wadt e José Edmar Urano de Carvalho
Cebola: Valter Rodrigues Oliveira, Carlos Antonio Fernandes Santos e Daniela Lopes Leite
 Cenoura: Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho
Cevada: Joseani Antunes, Aloísio Alcântara Vilarinho, Valéria Carpentieri Pipolo, Adão da Silva Acosta, Eliana Maria Guarenti e Gilberto Rocca da Cunha
Cupuaçu: Rafael Moysés Alves e Kélem Silene Cabral Guimarães
Erva-mate: Katia Pichelli, Ivar Wendling, Ives Goulart, Luciane C. Jaques e Paulo Saiz
Eucalipto: Erich Schaitza, Katia Pichelli, Paula Saiz, Luciane C. Jaques, José Mauro M. Ávila Paz Moreira, José Elidney Pinto Jr.
Feijão: Pedro Marques da Silveira e Osmira Fátima da Silva
Girassol: Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite, Cesar de Castro e Claudio Guilherme Portela de Carvalho
Goiaba: José Mauro da Cunha e Castro e João Ricardo Ferreira de Lima

Guaraná: Sígla Regina dos Santos Souza, André Luiz Atroch e Firmino José do Nascimento Filho

Laranja: Walter dos Santos Soares Filho, Orlando Sampaio Passos, José da Silva Souza e Áurea Fabiana Apolinário de Albuquerque Gerum

Leite de cabra: Ana Clara Rodrigues Cavalcante, Nivea Regina Felisberto, Leandro Silva de Oliveira, Antônio Sívio do Egito, Luis Eduardo Laguna, Viviane de Souza, Cicero Cartaxo Lucena e Espedito Cezário Martins

Leite de vaca: Duarte Vilela e Dênis Teixeira da Rocha

Limão: Eduardo Sanches Stuchi, Eduardo Augusto Girardi, José da Silva Souza e Áurea Fabiana Apolinário de Albuquerque Gerum

Maçã: Andréa de Rossi, Fábio Ribeiro dos Santos, Gilberto Nava e Viviane Zanella

Mamão: Arlene Maria Gomes Oliveira, Clóvis Oliveira de Almeida, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki, Jaeveson da Silva e Paulo Ernesto Meissner Filho

Mandioca: Alberto Duarte Vilarinhos, Clóvis Oliveira de Almeida e Carlos Estevão Leite Cardoso

Manga: Diógenes da Cruz Batista, Maria Aparecida do Carmo Mouco e João Ricardo Ferreira de Lima

Maracujá: Fábio Gelape Faleiro e Nilton Tadeu Vilela Junqueira
Mel: Cristiano Menezes

Melão: João Ricardo Ferreira de Lima, Jony Eishi Yuri, Rita de Cássia Souza Dias e Tiago Cardoso da Costa Lima

Milho: Frederico Ozanan Machado Durães, Maria Marta Pastina, Lauro José Moreira Guimarães, Maria Cristina Dias Paes, Rubens Augusto de Miranda, José Heitor Vasconcelos, Guilherme Ferreira Viana, Sandra Maria Brito e Edna Maria Morais Oliveira

Morango: Sandro Bonow e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Ovos: Fernando de Castro Tavernari, Elsio A. P. de Figueiredo, Helenice Mazzuco, Marcelo Miele e Vivian Feddern

Pastagens: Rodrigo Amorim Barbosa, Valéria Pacheco Batista Euclides, Patrícia Menezes Santos e Mauricio Marini Kopp

Peixe: Danielle de Bem Luiz e Manoel Xavier Pedroza Filho

Pimenta-do-reino: Alfredo Kingo Oyama Homma, Ana Laura Silva de Lima Costa, João Paulo Castanheira Lima Both, Moisés Cordeiro Mourão de Oliveira Junior, Marli Costa Poltronieri, Nádia Elgija Nunes Pinto Paracampo e Oriel Filgueira de Lemos

Pinus: Erich Schaitza, Katia Pichelli, Paula Saiz, Luciane C. Jaques, José Mauro M. Ávila Paz Moreira, José Elidney Pinto Jr.

Soja: Alexandre Lima Nepomuceno, Alvaldi Antonio Balbinot Jr. e Lebna Landgraf do Nascimento

Sorgo: Frederico Ozanan Machado Durães, Maria Marta Pastina, Edna Maria Morais Oliveira, Flavio Dessaune Tardin, Cícero Beserra de Menezes, Rubens Augusto de Miranda, Valéria Aparecida Vieira Queiroz, José Heitor Vasconcelos, Sandra Maria Brito e Guilherme Ferreira Viana

Tomate: Leonardo Silva Boiteux e Maria Esther de Noronha Fonseca

Trigo: Joseani Antunes, Álvaro Dossa, Adão Acosta, Eliana Maria Guarenti e Gilberto Rocca da Cunha

Uva: Rodrigo Monteiro, Viviane Zanella e Fábio Ribeiro dos Santos

Vinho: Rodrigo Monteiro, Viviane Zanella e Fábio Ribeiro dos Santos

1ª edição

1ª impressão (2023): 350 exemplares

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Superintendência de Comunicação

Brasil em 50 alimentos / Embrapa. – Brasília, DF : Embrapa, 2023.
359 p. : il. color. ; 22 cm x 27 cm.

ISBN 978-65-89957-68-3

1. Nutrição humana. 2. Alimento animal. 3. Alimento vegetal. I. Lopes, Maurício Antônio. II. Embrapa.

CDD (21. ed.) 641.1

Iara Del Fiaco Rocha (CRB-1/2169)

© Embrapa, 2023

Impressão e acabamento
Teixeira Gráfica e Editora

A pesquisa pública, liderada pela Embrapa, foi decisiva para que o Brasil passasse de importador a um dos maiores produtores mundiais de alimentos.

Esse processo foi impulsionado pela coragem, criatividade, empreendedorismo e dedicação de produtores rurais, pesquisadores de universidades e institutos de pesquisa, agentes de organizações públicas e privadas, cooperativas e extensão rural.

Em comemoração aos 50 anos da Embrapa, o livro *Brasil em 50 Alimentos* traz uma amostra das conquistas da ciência brasileira, nas últimas cinco décadas, as quais garantiram o aumento na produção de alimentos, assegurando sua diversidade e qualidade.

Uma publicação para conhecer, comemorar e saborear.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



CGPE 018041