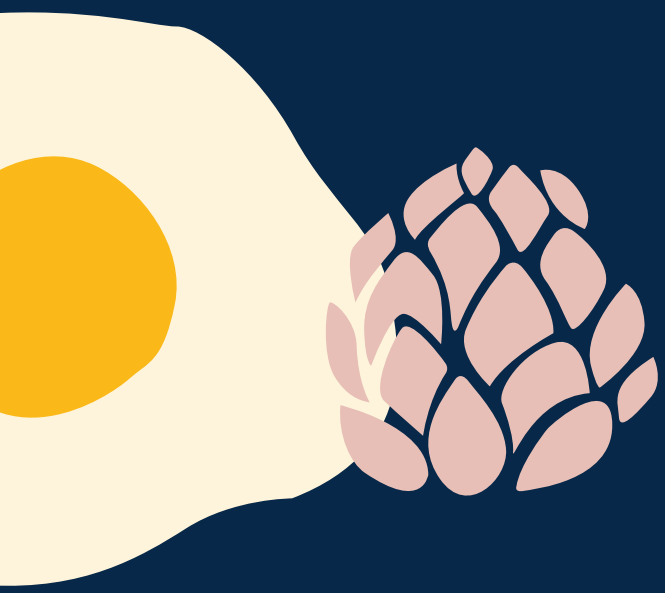




# PRATODO MUNDO

COMIDA PARA 10 BILHÕES



Museu do **Amanhã**





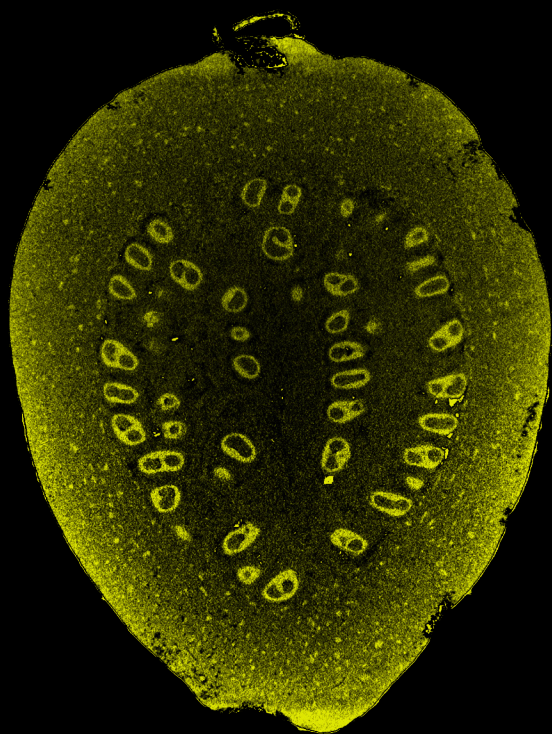


MINISTÉRIO DA CIDADANIA, SECRETARIA MUNICIPAL DE  
CULTURA, CARREFOUR E MUSEU DO AMANHÃ

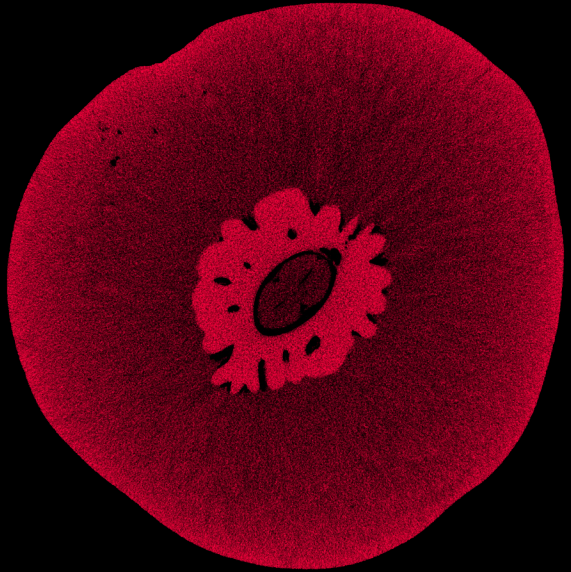
APRESENTAM

# PRATODO MUNDO

COMIDA PARA 10 BILHÕES



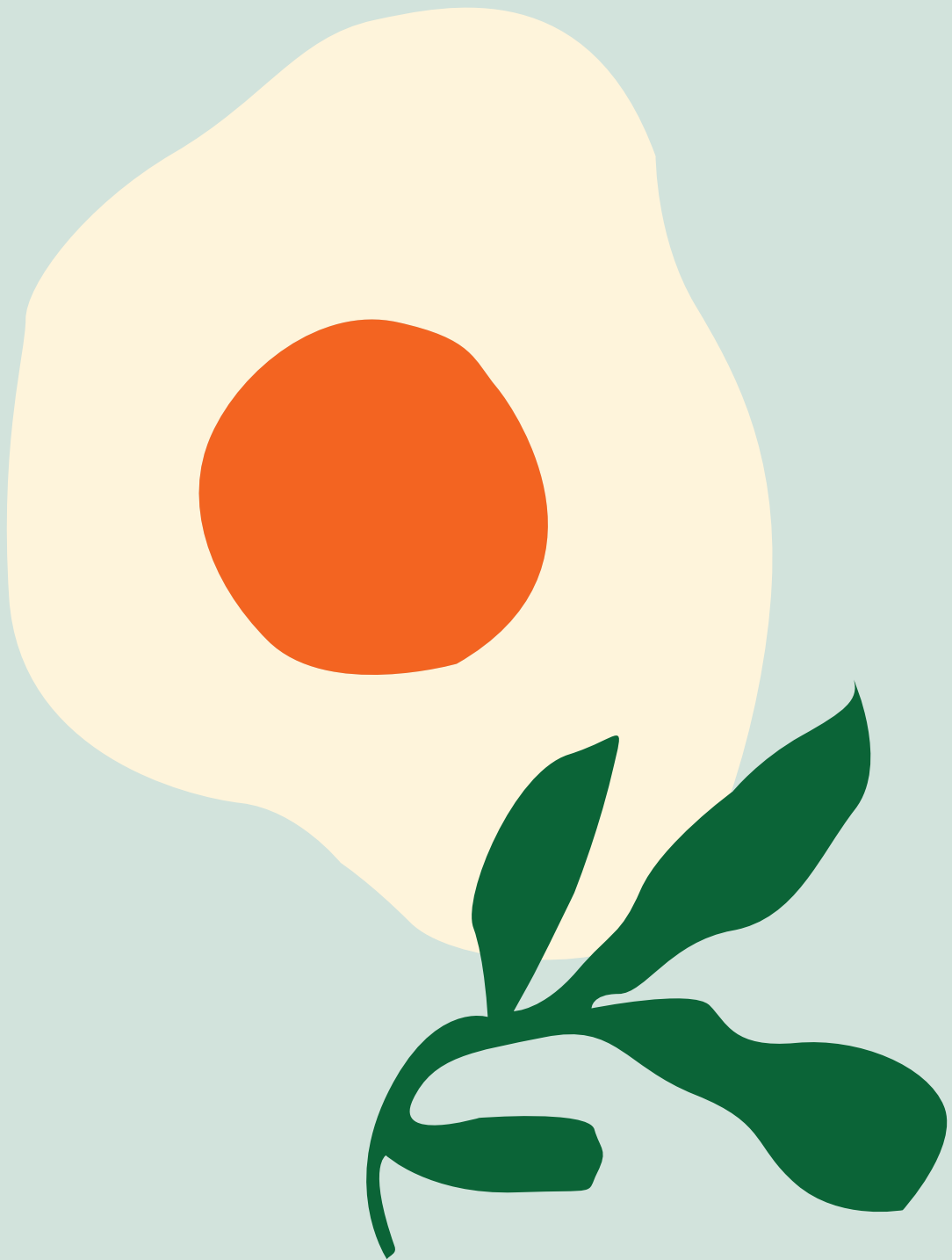
DA ESQUERDA PARA A DIREITA: MICROTOMOGRAFIAS DA GOIABA, JABUTICABA, MAÇÃ E PÊSSEGO.  
AS IMAGENS FORAM FEITAS POR EQUIPES DA PUC-RIO ESPECIALMENTE PARA A EXPOSIÇÃO PRATODOMUNDO.



OOO  
DDO  
TAIN  
RID  
MI



07 APRESENTAÇÕES • 07 CATÁLOGO • 10 IDG  
• 11 SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA •  
12 CARREFOUR • 13 IBM • 15 CURADORIA  
• 16 CULTURA DO COMER • 22 O MUNDO  
EM 2050 • 24 ORIGEM DOS ALIMENTOS • 26  
VIAGEM AO CENTRO DO PRATO • 28 FICA,  
VAI TER BOLO! • 30 NOVAS FRONTEIRAS  
AGRÍCOLAS • 42 TUNDRAS E DESERTOS •  
44 FLORESTAS • 46 OCEANOS • 48 CIDADES  
• 50 TECNOLOGIAS • 60 RESÍDUOS DE  
AGROTÓXICOS • 62 BANCOS DE SEMENTES  
• 64 UM NOVO ALIADO NA POLINIZAÇÃO  
• 66 CARNE DE LABORATÓRIO • 68 GENES  
À LA CARTE • 70 SAÚDE & SOCIEDADE •  
78 CARÊNCIA X EXCESSO • 80 O PODER  
DAS PANCS • 82 FONTES ALTERNATIVAS  
DE PROTEÍNAS • 84 VAMOS SEMEAR A  
IGUALDADE • 86 COMIDA PARA O AMANHÃ  
• 94 QUE GOSTO TERÁ A COMIDA DO  
FUTURO? • 96 ONDE OS ALIMENTOS SERÃO  
PRODUZIDOS? • 98 COMO A TECNOLOGIA VAI  
MUDAR O CAMPO? • 100 COMIDA E SAÚDE  
• 102 PRATO DO MUNDO COMEMORAR •  
106 ENGLISH • 132 ESPAÑOL • 162 CRÉDITOS



# PRATODOMUNDO

## COMIDA PARA 10 BILHÕES

É uma exposição que se pergunta como iremos alimentar bilhões de pessoas nas próximas décadas. Mas, como diria aquela canção de rock: a gente não quer só comida. A gente quer um mundo em que a produção de alimentos seja compatível com a preservação do meio ambiente, para que se conserve a biodiversidade e se amenize o processo de aquecimento global.

A gente quer, também, a valorização dos trabalhadores e, especialmente, das trabalhadoras rurais, para que eles recebam uma remuneração justa e possam trabalhar em condições seguras. Além disso, quer que o campo se torne um ambiente cada vez mais igualitário, superando a disparidade salarial que existe hoje, baseada em recortes de gênero e etnia.

A gente quer encurtar a distância entre quem produz e quem consome, já que o transporte de alimentos — principalmente por meio de estradas e rodovias — envolve a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um dos gases que mais contribui para a mudança climática, além de gerar desperdício e levar ao encarecimento do produto final.

A gente quer que todo mundo tenha acesso a informações sobre o que come, assim como a opções saudáveis, evitando doenças crônicas que afetam nossa qualidade de vida e sobrecarregam o sistema de saúde.

A gente quer tudo isso e muito mais. Porque o tema é abrangente e complexo. Falar sobre alimentação é falar sobre afeto, identidade cultural, economia, sustentabilidade, saúde, tecnologia...

A exposição — assim como este catálogo — não tem a pretensão de esgotar o assunto. Mas tem, sim, o desejo de contextualizar questões cruciais, identificar tendências e propor soluções possíveis.

Ao analisar o cenário atual, compreendemos que parte da população mundial passa fome, ao mesmo tempo que cada vez mais pessoas enfrentam problemas decorrentes da obesidade, devido a uma dieta rica em açúcar, gordura e

alimentos ultraprocessados. Também vemos um modelo agrícola que não é sustentável.

Quando olhamos para o futuro, vemos desafios enormes, que podem agravar essa situação. Um deles diz respeito ao crescimento demográfico. Segundo dados do Banco Mundial, a proporção de terras aráveis era de 38 hectares por pessoa em 1960, quando a população era de quase 3 bilhões. Em 2019, quando a população mundial chega a 7,6 bilhões, essa proporção cai para 19,6 hectares por pessoa. Agora imagine esse cenário na década de 2050, quando for necessário produzir comida para alimentar 10 bilhões de pessoas.


Além disso, temos de lidar com o aquecimento global. Esse fenômeno pode levar à desertificação de áreas hoje cultiváveis, além de prejudicar o cultivo de algumas espécies, menos resistentes ao calor. O fenômeno também já foi associado ao desaparecimento das abelhas, responsáveis por boa parte da polinização dos alimentos que consumimos.

Ainda assim, nosso olhar envolve muita esperança. Pois também conseguimos identificar uma série de iniciativas promissoras em curso. Elas incluem desde projetos para o cultivo sustentável de alimentos em florestas, desertos e tundras até o desenvolvimento de sensores para otimizar o uso da água nas lavouras. Pessoas em todo o mundo vêm se dedicando à conservação e popularização de vegetais comestíveis que foram sendo abandonados com o tempo, enquanto outras apostam no potencial da carne sintética. Conhecer essas iniciativas pode servir de inspiração para que cada um de nós tente mudar aquilo que está ao nosso alcance, privilegiando hábitos saudáveis. Afinal, a mudança do padrão alimentar atual é indispensável para a construção de um sistema sustentável.

Por fim, esperamos que você também encontre nas páginas a seguir muita diversão e arte — ingredientes que fazem parte dos projetos desenvolvidos pelo Museu do Amanhã.








Mais do que uma necessidade, do que simples nutrição para sobrevivência, alimentar-se é um ato social. Quando se fala em alimentação, o que está em jogo não é apenas comida, mas também História, cultura, afeto. Não à toa, é um assunto que mobiliza a todos, sem distinção. O Instituto de Desenvolvimento e Gestão (IDG) tem o maior orgulho de apresentar **Pratodomundo - Comida para 10 bilhões**, uma exposição que nos permite trabalhar de uma vez só alguns de nossos principais temas à frente do Museu do Amanhã: inovação, tecnologia, sustentabilidade, saúde e futuro. E também a despertar o interesse das pessoas por ciência e cultura.

Os desafios são imensos: em cerca de 30 anos, precisaremos aumentar em 60% não apenas a produção, mas a qualidade dos alimentos, para conseguir alimentar os 10 bilhões de habitantes que o planeta terá. Não é tarefa fácil, mas temos algumas certezas: esse futuro só será possível se sustentabilidade, inovação e diversidade forem os faróis que norteiam o caminho até lá.

Acreditamos que a saída é encontrar o equilíbrio ideal entre futuro e passado, de certa forma. Se as tecnologias são essenciais para o aumento na produtividade, não serão elas sozinhas que vão resolver o problema. O amanhã precisa ser mais cooperativo e conectado às culturas locais. O mesmo mundo globalizado que possibilita o acesso à informação para todos é aquele em que passamos todos a comer os mesmos alimentos. A dieta de comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira, por exemplo, que antes era composta principalmente de alimentos produzidos localmente, como peixe com farinha de mandioca, passou a incluir alimentos industrializados, como enlatados e frangos congelados produzidos nas Regiões Sul e Sudeste do país.

A exposição vai mostrar muito do que já vem sendo feito e propor uma série de soluções: o cultivo em locais até então tidos como inexplorados, como desertos e áreas geladas, é um exemplo. O investimento num futuro feminino nas lavouras também: as mulheres já respondem, hoje, por 45% da produção de alimentos no Brasil e em outros países em desenvolvimento. Se tivessem o mesmo acesso a recursos produtivos que os homens, a produção poderia aumentar de 20% a 30%. Na administração do Museu do Amanhã, o IDG quer ser agente ativo nesta mudança de cultura que nos levará a um futuro com alimentos nutritivos - e sem agressão ao meio ambiente - para todos.


**HENRIQUE OLIVEIRA,  
DIRETOR-EXECUTIVO  
DO MUSEU DO AMANHÃ / IDG**

A stylized green silhouette of a tree with a thick trunk and a canopy of large, rounded leaves. The tree is positioned on the right side of the page, with its trunk extending from the top to the bottom. The background is a solid green color.

A exposição Pratodomundo – Comida para 10 bilhões une arte e responsabilidade social, cultura e ciência, contemplação e interação. As conexões entre alimentação, cultura, relações humanas, sustentabilidade e redução das desigualdades são apresentadas de maneira original e instigante.

Em sua forma e conteúdo, a mostra representa a materialização da filosofia do Museu do Amanhã: ser um museu experiencial, voltado à reflexão e ao estímulo de atitudes transformadoras. O mais cativante é que o museu faz isso de forma tão natural e lúdica, que torna a programação imperdível, capaz de atrair e encantar visitantes de todas as idades e origens. A Prefeitura do Rio tem certeza de que esta será mais uma realização inovadora e de sucesso, dando continuidade a um trabalho que já transformou o espaço no museu mais visitado do Brasil e da América do Sul.


**MARIANA RIBAS,  
SECRETÁRIA MUNICIPAL  
DE CULTURA DO RIO DE JANEIRO**



Os métodos de produção intensiva atingiram seus limites, e o que comemos está impactando as mudanças climáticas, o meio ambiente e a saúde das pessoas. Diante disso, o Carrefour está plantando uma poderosa semente, derrubando antigas barreiras que nos separavam da boa alimentação e buscando práticas mais saudáveis e sustentáveis para as pessoas e para o planeta. Ao acreditar que, juntos, podemos transformar a maneira pela qual nos alimentamos, o Carrefour lançou um poderoso movimento global. O *Act For Food* reúne uma série de ações concretas para ampliar o acesso do consumidor a alimentos de qualidade, seguros, produzidos com responsabilidade socioambiental e vendidos a preços justos. Ao lado do Museu do Amanhã, o Carrefour quer construir um futuro diferente, propondo novos caminhos. Ciente do poder transformador das nossas atitudes, sugere que se enfrentem os próximos desafios da humanidade a partir de ações inovadoras e sustentáveis.

Para mobilizar a sociedade durante esta transição de hábitos de consumo e formas de produção, o grupo estimula profundas mudanças em todas as etapas da cadeia, tendo em mente que a causa precisa ser transversal e objeto de trabalho de agentes públicos e privados. O *Act For Food* traduz esse compromisso de longo prazo do Carrefour, um movimento que, ao promover a saudabilidade democrática, vai fortalecer o importante elo de confiança com o consumidor, atendendo adequadamente às demandas e preocupações deste. Atualmente, diversas iniciativas já permitem ao consumidor brasileiro acessar alimentos realmente frescos, provenientes de produtores locais, seguros e rastreáveis, com diversas opções saudáveis, marcas próprias com o melhor custo-benefício, sem excesso de agrotóxicos e pesticidas, zelando pela sustentabilidade e responsabilidade social em todas as etapas, com bem-estar animal, aproveitamento dos alimentos e gestão de resíduos. O Carrefour convida todos a se juntarem a este movimento. Juntos, podemos colher um mundo mais saudável e justo. Afinal de contas, todos merecem o melhor.

CARREFOUR

A large, stylized green silhouette of a tree with a thick trunk and a canopy of broad, lobed leaves. The tree is positioned on the right side of the page, with its trunk extending from the bottom towards the top. The background is a solid, light green color.

Redução do desperdício, segurança alimentar e sustentabilidade são alguns dos pilares fundamentais para cumprirmos a agenda alimentar para os próximos anos. A IBM acredita que o acesso à informação e transparência, potencializadas por meio da tecnologia, podem colaborar nessa jornada fundamental. Acreditamos que, juntos, podemos contribuir no desafio da alimentação nos próximos anos.

**IBM**



# DESAFIOS PARA O FUTURO DA ALIMENTAÇÃO

Comer é um dos alicerces da vida, mas alimentar-se é mais do que nutrir o corpo. Os alimentos vinculam-nos uns aos outros, quase como uma rede social ancestral. A comida também representa um dos elos mais profundos que temos com a Terra, da qual dependemos para sobreviver. Desde o surgimento da agricultura, seguimos modificando nosso planeta. Das alterações na composição da atmosfera até mudanças na biodiversidade, cobrimos gigantescas áreas, inclusive desertos, com plantações e criações de animais para suprir nossas necessidades.

Estimular a consciência a respeito do ato de comer e refletir sobre as consequências de nossas escolhas alimentares é, cada vez mais, uma postura política e social. Afinal, essas ações impactam nossa sociedade e o mundo. Por exemplo: aproximadamente um terço da comida produzida em todo o planeta é desperdiçada, seja em sua produção ou distribuição, o que gera montanhas de alimentos rejeitados ao longo de alguns meses. Como comer faz parte do nosso cotidiano, a escolha do que colocamos em nosso prato e do que deixamos nele torna-se uma responsabilidade individual e coletiva, já que afeta a comunidade e o meio ambiente.

Projeções da Organização das Nações Unidas apontam que, por volta da década de 2050, a população global atingirá cerca de 10 bilhões de pessoas, 30% a mais que o atual contingente populacional. Ao mesmo tempo, as mudanças climáticas previstas deverão representar um dos maiores desafios à produção alimentar mundial. A boa notícia é que pesquisas indicam ser possível atender de forma sustentável à demanda mundial de alimentos, desde que sejam realiza-

das adequações nos setores agrícola, pecuário, florestal e pesqueiro.

Megatendências globais, como o aumento do poder de compra das classes médias em todo o mundo, o crescimento da urbanização, migrações em grande escala devido a conflitos e mudanças ambientais, tenderão a homogeneizar as dietas no mundo. Isso significa que um número cada vez maior de pessoas consumirá uma quantidade crescente de trigo, arroz, milho, batata e algumas outras culturas relativamente baratas e facilmente transportáveis. A falta de diversidade nos cultivos de plantas comestíveis, inclusive as pouco usuais, deve ser revista para garantirmos uma alimentação saudável e sustentável para todos.

Será que conseguiremos alimentar com qualidade a população mundial na década de 2050, diminuindo a desigualdade e sem impactar demasiadamente a biodiversidade? O Museu do Amanhã apresenta “Pratodomundo – Comida para 10 Bilhões”, uma exposição sobre o futuro da alimentação e o dilema de como alimentar bilhões de pessoas nas próximas décadas com qualidade nutricional, diversidade de produção e sustentabilidade. Descubra as possíveis soluções para a alimentação global em um planeta em transformação e as alternativas para que haja uma produção eficiente e uma distribuição justa de alimentos seguros, nutritivos e em quantidade suficiente para todos.

**Leonardo Menezes e  
Luiz Alberto Oliveira**  
pela equipe curatorial



Custodio Coimbra

01

# CULTURA DO COMER

COMO ATENDER À  
DEMANDA GLOBAL POR  
ALIMENTOS SEM PERDERMOS  
AGROBIODIVERSIDADE?



**P**roust construiu uma das cenas mais clássicas da literatura quando fez com que uma madeleine (bolinho típico da França) funcionasse como um verdadeiro portal para o passado de Marcel, protagonista de *Em busca do tempo perdido*. O sabor do bolinho mergulhado no chá leva o personagem, imediatamente, às lembranças de sua infância. Quem de nós nunca viveu uma experiência semelhante? Pode ser uma fruta que remete a férias num sítio. Ou o pudim dos almoços de domingo. Nossa relação com a comida está fortemente ligada à nossa história — tanto individual como coletiva. Muitas receitas e costumes ao redor da mesa narram a história de um povo, relembrando momentos de escassez, reforçando crenças religiosas, preservando um saber tradicional, refletindo as trocas que ocorreram entre diferentes culturas, graças a rotas comerciais e processos migratórios. Se os ingredientes pudessem falar, nos levariam a capítulos mais antigos ainda. O trigo presente na madeleine remeteria ao sudoeste asiático, de onde é originário. E contaria como foi parar em um prato de macarrão na China, 4.000 anos atrás.

**NAS PÁGINAS A SEGUIR, PROPOMOS UM PASSEIO POR ESSE PASSADO COMO PONTO DE PARTIDA PARA UMA REFLEXÃO SOBRE O PRESENTE: QUE HISTÓRIA ESTAMOS ESCRREVENDO HOJE? QUE PERSPECTIVAS ELA OFERECE PARA A ALIMENTAÇÃO NO FUTURO?**

Nesse momento, somos testemunhas de uma grande mudança em relação à oferta de alimentos, que pode ser observada em quase todos os países. Há evidências de que, ao longo dos últimos 50 anos, essa oferta foi se tornando cada vez mais parecida, instituindo um padrão global, no qual predominam alguns cereais e oleaginosas, em detrimento de outras espécies.

É isso o que mostra um estudo divulgado na PNAS (publicação oficial da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos), no qual foram

analisados dados sobre 52 *commodities* usadas na alimentação, provenientes de 152 países, entre 1961 e 2010. Com o título *Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security*, o trabalho mostra que essa virada rumo à homogeneização ocorreu de forma ainda mais acentuada em países do Leste e do Sudeste Asiático, assim como na África subsaariana.

Além disso, os autores alertam para uma mudança cultural. Vivemos a “ocidentalização” do gosto, em que opções altamente energéticas (como açúcar, óleo e produtos de origem animal) fazem mais sucesso do que cereais e vegetais, e em que espécies com presença mundial têm maior receptividade do que as opções tradicionais.

Você pode buscar indícios disso em suas próprias memórias, na história de seus pais. Quantas receitas de família, daquelas que marcaram sua infância, foram sendo substituídas, no dia a dia, por opções globalizadas? Como isso afeta nossa identidade?

**E MAIS: COMO ESSE PROCESSO PODE AFETAR NOSSA SAÚDE E O MEIO AMBIENTE?**

Já está comprovada a importância da diversidade tanto para a nutrição dos indivíduos como para o meio ambiente. Em sistemas agrícolas, ela proporciona produtividade, estabilidade e resiliência. Da mesma forma, uma alimentação variada contribui para o consumo adequado de nutrientes e para a segurança alimentar. Quando pensamos no futuro, vemos que essas questões podem se tornar mais preocupantes ainda. O crescimento populacional vai resultar numa demanda muito maior por alimentos, ao mesmo tempo que as mudanças climáticas prometem impor uma série de desafios à produção agrícola. Como gerar comida suficiente para todos, em meio a condições adversas? Nessa batalha contra a fome, a diversidade (como sempre) será uma de nossas principais armas.

# QUANTAS COLHEITAS ALIMENTAM O MUNDO?

COLIN K. KHOURY (CIAT)

Pesquisador do International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

De um total aproximado de 350.000 espécies de plantas (The Plant List, 2010), dezenas de milhares foram consumidas pelas pessoas no decorrer da história (Harlan, 1975). Pelo menos alguns milhares destas espécies foram cultivadas em algum momento (Khoshbakht e Hammer, 2008), mas apenas uma parte destas alimenta a humanidade em grande escala, atualmente.

Khoury *et al.* (2014) examinou a diversidade de plantas em fornecimentos alimentícios nacionais em países pelo mundo e as mudanças na diversidade nos últimos 50 anos. Como tendências gerais globais, os fornecimentos alimentícios nacionais aumentaram (as pessoas comem mais do que comiam há 50 anos) e a diversidade do fornecimento alimentício dos países se tornou mais rica em relação a alimentos básicos mundialmente importantes, enquanto a contribuição relativa de cada cultura nas dietas nacionais se equilibrou, com a cultura mais dominante no fornecimento alimentício (qualquer que fosse) se tornando menos dominante de alguma forma.

As dietas tradicionais primariamente fundamentadas em apenas um alimento há meio século, por exemplo, o arroz no Sudeste Asiático, diversificaram-se com o tempo para incluir outros alimentos básicos, como trigo e batata. O mesmo ocorreu com regimes alimentares baseados em milho na América Latina, sorgo e milheto na África subsaariana, entre outros. Os fornecimentos alimentícios pelo mundo foram encontrando um equilíbrio gradual no que tange à contribuição desses alimentos.

Não que isso tenha eliminado completamente os vencedores e perdedores de colheitas. Trigo, arroz, milho e açúcar, as culturas mais dominantes no mundo há 50 anos, se tornaram ainda mais importantes globalmente. Outras culturas surgiram como alimentos básicos amplos, particularmente oleaginosas como soja, óleo de palma, girassol e óleo de colza. Além disso, conforme os vencedores vieram a ter mais preferência no fornecimento alimentício pelo mundo, alimentos

básicos alternativos como sorgo, painço, centeio, mandioca, batata-doce e inhame foram marginalizados. Eles não desapareceram (pelo menos ainda), mas se tornaram menos importantes em relação ao que é consumido diariamente (Fig. 1).

## Percentual de contribuição relativa em calorías na cadeia econômica de alimentos

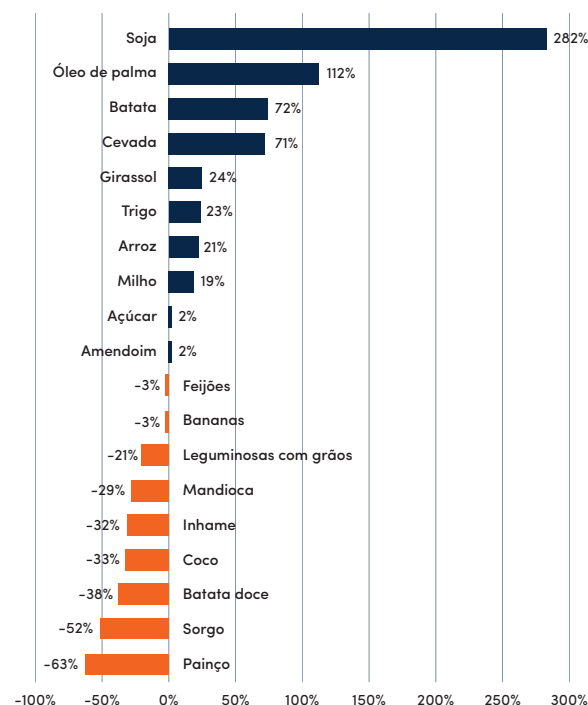


Fig. 1 A alteração mediana na contribuição das culturas para calorías nos fornecimentos alimentícios nacionais nos países em desenvolvimento, de 1961 a 2009 (Khoury e Jarvis, 2014).

Conforme os fornecimentos alimentícios foram se tornando mais variados nas culturas predominantes relatadas pela FAO e a relativa abundância dessas dietas se tornou mais equilibrada, os fornecimentos alimentícios no mundo se tornaram muito mais similares (Fig. 2). Se nós somos o que comemos, então parece que estamos nos tornando, cada vez mais rápido, o mesmo tipo de ser humano – pessoas modernas que comem comida oriunda de culturas globalizadas. Um website

interativo que permite a exploração da diversidade do fornecimento alimentício de todos os países do mundo está disponível em <http://ciat.cgiar.org/the-changing-global-diet>.

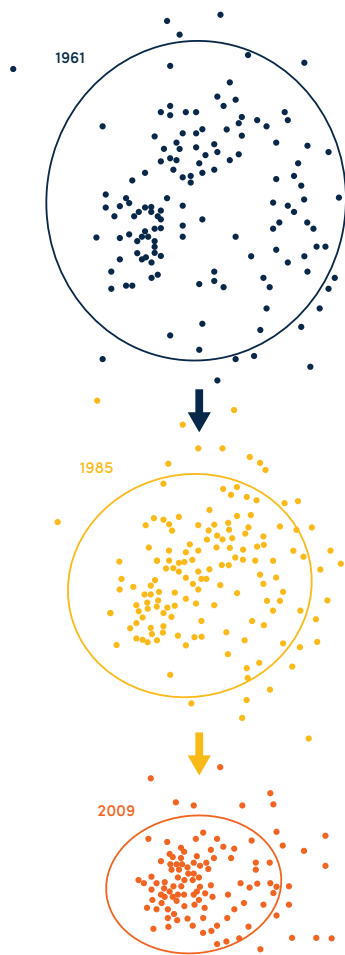


Fig. 2 Representação gráfica da crescente homogeneidade nos fornecimentos alimentícios nacionais pelo mundo nos últimos 50 anos. Cada ponto representa o fornecimento de comida de um país (neste caso, em relação à diversidade das plantas que contribuem para as calorias). Os pontos azuis representam 1961; os laranjas, 1985; e os pontos vermelhos, 2009. Quanto maior a proximidade entre os pontos, mais similar é o fornecimento alimentício nacional. Os círculos indicam a variação geral por ano.

## CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE DE COLHEITAS

Durante as viagens de Vavilov, há 100 anos, já era aparente a mudança na diversidade dos alimentos que as pessoas cultivavam e comiam, mesmo nas regiões mais remotas do mundo. Essa diversidade está desaparecendo aos poucos, como um efeito

colateral da modernização, industrialização, urbanização, migração humana em massa e globalização.

Após a Segunda Guerra Mundial, especialmente durante a Revolução Verde, na qual os fazendeiros dos países em desenvolvimento abandonaram grande parte das variedades de culturas tradicionais em prol de cultivos modernos de maior rendimento, soou o alarme para a conservação da diversidade das categorias tradicionais de cultivo. Os "recursos genéticos" eram, na verdade, a fonte da variação a partir da qual as variedades modernas mais rentáveis, beneficiadas pelos avanços em genética, puderam se desenvolver por meio dos métodos modernos de reprodução.

Erna Bennett, Sir Otto Frankel, Jack Harlan e Jack Hawkes, entre outros cientistas, iniciaram a difusão desse alerta, que se estendeu para a necessidade de conservação dos parentes selvagens das culturas. Essas plantas também eram úteis para a reprodução agrícola e foram impactadas negativamente conforme os fazendeiros migraram para a produção industrializada (eliminando as ervas daninhas que cresciam dentro e ao redor das fronteiras de seus campos).

Esses pesquisadores vislumbraram um empenho global para a conservação dos recursos genéticos das plantas em uma rede de banco de genes e deram ímpeto aos esforços internacionais para coletar e conservar as variedades de plantas ameaçadas de extinção. Tais esforços eventualmente levaram ao estabelecimento do Conselho Internacional dos Recursos Fitogenéticos (CIRF, agora Biodiversity International) em Roma, Itália, sob a égide da FAO. As resoluções foram internacionalmente formalizadas pela da Iniciativa Internacional dos Recursos Fitogenéticos da FAO em 1983. Muita força foi mobilizada nos anos 1970 e 1980 com o objetivo de colher e armazenar espécies locais de culturas, bem como parentes selvagens. O armazenamento era feito nos bancos de genes, especialmente nas coleções internacionais curadas pelo CGIAR.

A Convenção de Diversidade Biológica de 1992, com sua ênfase na soberania nacional sobre a biodiversidade, interrompeu amplamente os esforços voltados para a coleta em âmbito internacional, mas estimulou que uma grande quantidade de nações construísse seus próprios bancos e sistemas de conservação de recursos genéticos.

Infelizmente, conforme comunicado no relatório de 1998 da FAO sobre o Estado dos Recursos Genéticos do Mundo para Alimentação e Agricultura, a diversidade ainda estava sendo perdida, e muitos bancos de genes também estavam vulneráveis por falta de financiamento constante.

O Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura de 2001 foi uma tentativa de melhorar a situação, aumentando as possibilidades para a colaboração internacional em favor da coleta, conservação e uso de recursos fitogenéticos. O tratado, ao qual o governo brasileiro tem oferecido claro apoio, também levou à criação do Acordo Global para Diversidade de Culturas ([www.croptrust.org](http://www.croptrust.org)), uma organização internacional dedicada ao desenvolvimento de uma dotação inesgotável para apoiar bancos de genes em perigo. O Silo Global de Sementes de Svalbard foi criado em 2008 no Círculo Ártico para fornecer uma reserva de segurança para coleções nacionais pelo mundo.

Não se sabe quanta diversidade de culturas tradicionais ainda existe nas regiões primárias, logo, quanto ainda precisa ser coletado e conservado nos bancos de genes antes que (provavelmente) desapareçam. As avaliações do estado de representação dos parentes selvagens de grandes culturas em bancos de genes revelaram grandes lacunas na conservação (Castañeda-Álvarez *et al*, 2016). Muitos bancos de genes continuam gerenciando a diversidade em condições precárias e com recursos financeiros limitados (FAO, 2010). Ainda há muito a ser feito para preservar o que resta de nosso patrimônio de 12.000 anos de diversidade de culturas. Artigos que abordam uma parte desta história e das necessidades de preservação incluem Hoisington *et al*. (1999); Esquinas-Alcázar (2005), Gepts (2006) e Khoury *et al*. (2010).

### **TENDÊNCIAS PARA AS PRÓXIMAS DÉCADAS REFERENTES A ESTES TÓPICOS.**

As megatendências globais (desenvolvimento econômico, com aumento do poder de compra das classes médias pelo mundo; urbanização; migração humana em larga escala causada por guerras e conflitos civis, mudanças climáticas e outros desastres; e globalização) possivelmente continuarão com a homogeneização dos fornecimentos alimentícios pelo mundo, assim como

## **SE NÓS SOMOS O QUE COMEMOS, ENTÃO PARECE QUE ESTAMOS NOS TORNANDO, CADA VEZ MAIS RÁPIDO, O MESMO TIPO DE SER HUMANO – PESSOAS MODERNAS QUE COMEM COMIDA ORIUNDA DE CULTURAS GLOBALIZADAS.**

a homogeneização dos sistemas de produção agrícola, pelo menos em certa medida. Isto significa que cada vez mais pessoas consumirão quantidades cada vez maiores de trigo, arroz, milho, açúcar, soja, óleo de palma e uma variedade de outras culturas baratas e de transporte relativamente fácil, muitas vezes em forma de produtos processados.

Diante disso, alguns países iniciaram movimentos em direções diferentes, reduzindo o uso excessivo de produtos animais e outros alimentos de alto teor energético e ecologicamente caros e aumentaram a diversidade, particularmente em relação a frutas e vegetais e até grãos saudáveis. O crescimento global na produção e consumo de colheitas como quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Bazile *et al*, 2016) e chia (*Salvia hispanica* L.) prova que a produção agrícola e o fornecimento de comida podem ser diversificados por meio de pesquisa, dentro de um clima de aumento do interesse do consumidor em alternativas alimentares mais saudáveis e variadas. Movimentos pela comida local, comida regionalmente adaptada e comida orgânica são tendências de longo prazo que fornecem oportunidades para produtores com novas culturas, nichos ou valor agregado. Organizações privadas e públicas que promovem novos alimentos estão sofisticando sua capacidade de influenciar mercados, por meio tanto de propaganda tradicional quanto de mídias sociais, colaborações com entusiastas proeminentes (como chefs famosos), ou pelo uso de embalagens inovadoras para os alimentos, no sentido de adequação a estilos de vida modernos que valorizem a convivência.



## REFERÊNCIAS

Bazile, D., Jacobsen, S.-E., & Verniau, A. (2016). The Global Expansion of Quinoa: Trends and Limits. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622>

Castañeda-Álvarez NP, Khoury CK, Achicanoy HA, Bernau V, Dempewolf H, Eastwood RJ, Guarino L, Harker RH, Jarvis A, Maxted N, Mueller JV, Ramírez-Villegas J, Sosa CC, Struik PC, Vincent H, and Toll J (2016). Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants* 2(4): 16022. doi: 10.1038/nplants.2016.22.

Esquinas-Alcázar J. 2005 Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges. *Nat. Rev. Genet.* 6 (12), 946–953.

FAO. 2010 Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gepts P. 2006 Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. *Crop Sci.* 46, 2278–2292.

Harlan JR. 1975 *Crops and Man*. Madison, WI: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America.

Hoisington D, Khairallah M, Reeves T, Ribout J-M, Skovmand B, Taba S, Warburton M. 1999 Plant genetic resources: what can they contribute toward increased crop productivity? *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96, 5937–5943.

Khoshbakht, K. and Hammer K. 2008. How many plant species are cultivated? *Genetic Resources and Crop Evolution* 55(7):925–928.

Khoury C, Laliberté B, and Guarino L (2010). Trends in ex situ conservation of plant genetic resources: a review of global crop and regional conservation strategies. *Genetic Resources and Crop Evolution* 57(4): 625–639. doi 10.1007/s10722-010-9534-z.

Khoury CK and Jarvis A (2014). The Changing Composition of the Global Diet: Implications for CGIAR Research. CIAT Policy Brief No. 18. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 6 p. Available online at: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/56788>

Khoury CK, Bjorkman AD, Dempewolf H, Ramírez-Villegas J, Guarino L, Jarvis A, Rieseberg LH, and Struik PC (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* 111(11): 4001–4006. doi: 10.1073/pnas.1313490111. Available online at: <http://www.pnas.org/content/111/11/4001>. Interactive website available at: <http://ciat.cgiar.org/the-changing-global-diet>

The Plant List (2010). Version 1. Available from: <http://www.theplantlist.org/> (accessed January 2012).



# O MUNDO EM 2050

O CRESCIMENTO POPULACIONAL AO LONGO DAS PRÓXIMAS DÉCADAS DEVE IMPLICAR UM AUMENTO SIGNIFICATIVO DA DEMANDA POR ALIMENTOS, ENTRE OUTROS RECURSOS, TOMANDO COMO BASE A FORMA COMO CONSUMIMOS HOJE.

## ★ DO QUE PRECISAMOS HOJE?

Segundo a ONU, de uma mudança de paradigma, substituindo o modelo agrícola das últimas décadas por sistemas de produção sustentáveis e eficientes. Além, é claro, de combater o desperdício.



**2019** ▶ 7,6 BILHÕES DE PESSOAS

# SE O RITMO ATUAL DE CONSUMO SE MANTIVER, EM 2050 NÓS VAMOS PRECISAR DE:

**40%** A MAIS  
DE ÁGUA

**50%** A MAIS  
DE ENERGIA

**60%** A MAIS  
DE COMIDA



→ **2050** ▶ EM TORNO DE 10 BILHÕES DE PESSOAS

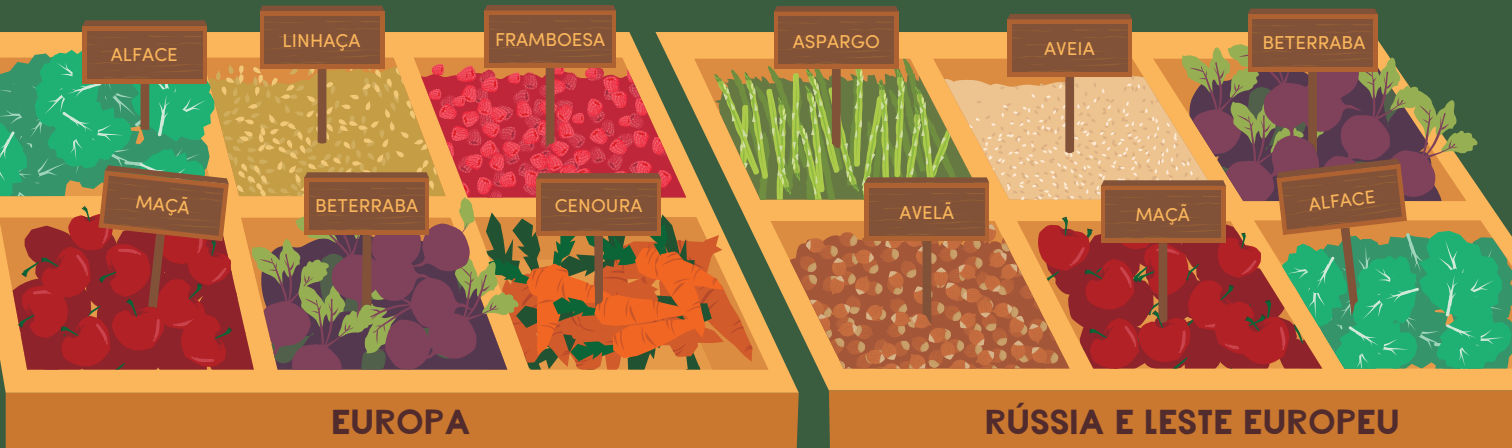
# ORIGEM DOS ALIMENTOS

DE ONDE VÊM SEUS INGREDIENTES FAVORITOS? NÃO VALE RESPONDER QUE VÊM DO MERCADO OU DA FAZENDA. TAMBÉM NÃO ESTAMOS FALANDO DE ITENS IMPORTADOS. O FOCO AQUI É DESCOBRIR ONDE SURGIRAM E SE DESENVOLVERAM ALGUMAS DAS ESPÉCIES QUE HOJE FAZEM PARTE DE NOSSO DIA A DIA! ALGUMAS, COMO VOCÊ VAI VER, AVANÇARAM EM MAIS DE UMA REGIÃO AO MESMO TEMPO.



## CONHECER PARA CONSERVAR

Definir a região primária de diversidade de um alimento é importante porque é ali que vamos encontrar as versões selvagens daquela planta. A conservação dessas variedades pode fazer toda a diferença para nossa segurança alimentar no futuro. Diante do aquecimento global, por exemplo, poderemos buscar numa versão selvagem algum gene que torna a planta mais resistente ao calor. E, com base nisso, fazer adaptações que ajudem a manter a produção.



# VIAGEM AO CENTRO DO PRATO

A CIRCULAÇÃO DE INGREDIENTES ENTRE DIFERENTES REGIÕES É UM PROCESSO QUE OCORRE HÁ MILÊNIOS, INFLUENCIANDO A DIETA DE VÁRIOS POVOS. MAS ESSA DINÂMICA SE ACENTUOU NOS ÚLTIMOS 50 ANOS, FAZENDO COM QUE CADA VEZ MAIS GENTE DEPENDA DE UM NÚMERO CADA VEZ MAIS LIMITADO DE OPÇÕES.

## MILHO MÉXICO

Nativo do México, o milho é usado nesse país para preparar a tortilla, que serve de base para outros pratos, como o burrito.



## BATATA EUA

Nos Estados Unidos, a batata ganhou a forma de batata chips. Infelizmente, a versão industrializada desse petisco costuma apresentar muito sal e gordura.



## BATATA ANDES

Nos Andes, povos antigos desidratavam a batata para conservá-la por mais tempo. O resultado é o chuño. Uma vez reidratado, ele integra pratos como o chairo, sopa típica do Peru e da Bolívia.



## ARROZ BRASIL

Ao chegar ao Brasil, o arroz se uniu ao feijão para formar uma dupla popular e nutritiva, excelente associação de aminoácidos essenciais para nossa saúde.



## QUEIJO EUROPA

Graças a uma mutação genética, povos da Europa digeriam a lactose, o que permitia beber leite cru. Mas eles também usavam o ingrediente para fazer queijo, por exemplo.

## LEITE FERMENTADO ORIENTE MÉDIO

Foi no Oriente Médio que teve início a domesticação de animais. Adultos não digeriam a lactose (a enzima necessária para isso só era produzida na infância). Portanto, consumiam leite fermentado.

## TRIGO ORIENTE MÉDIO

Cultivado no Oriente Médio, o trigo está presente em vários pratos da região, como tabule e quibe.

## TRIGO CHINA

A partir do trigo, os chineses inventaram o macarrão. Em 2005, pesquisadores descobriram uma tigela de macarrão de 4.000 anos num sítio arqueológico no país!

## ARROZ INDONÉSIA

Na Indonésia, o arroz integra o nasi goreng, um prato típico de café da manhã, acompanhado de pepino, camarão e ovo frito.

## MILHO ÁFRICA

Na África, o milho foi aproveitado para fazer um mingau bem denso. Na África do Sul, o prato recebe o nome de pap. No Quênia, é ugali. Em Moçambique, xima.

# FICA, VAI TER BOLO!

SEJA COM OU SEM RECHEIO, COM OU SEM COBERTURA, A PRESENÇA DO BOLO É GARANTIDA EM FESTAS DE ANIVERSÁRIO. MAS E QUANTO AO RESTO DO CARDÁPIO? VOCÊ JÁ PERCEBEU COMO OS DOCES E SALGADOS SERVIDOS VÊM MUDANDO AO LONGO DO TEMPO?

## FELIZ

### ONTEM

Dependendo da região, tinha carne louca, torta de atum, cajuzinho...

Boa parte dos doces e salgados da festa era feita em casa, seguindo receitas tradicionais.

Para além da nostalgia, vale traçar um paralelo entre as duas mesas para ver como a globalização pode incentivar a formação de um paladar global.

Esse processo acontece, por exemplo, por meio da disseminação de franquias internacionais de *fast-food*.



SANDUÍCHE NATURAL

MARIA-MOLE

CANUDINHO DE FRANGO

BOLO GELADO

CASCATA DE BALA DE COCO

PAVÊ DE ABACAXI



# ANIVERSÁRIO

Alguns quitutes típicos, como coxinha e brigadeiro, seguem firmes e fortes.

Mas muitos perderam espaço para guloseimas características de outros países, como o cupcake, criado nos Estados Unidos.

## HOJE

Vale destacar que isso também gera uma reação.

Muitos chefs, por exemplo, vêm elegendo como foco o resgate e valorização da culinária regional.

Corta logo esse bolo!



MINI-HAMBÚRGUER



MARSHMALLOW



MINIQUICHE



BRIGADEIRO DE CHOCOLATE BELGA



CUPCAKE



BROWNIE



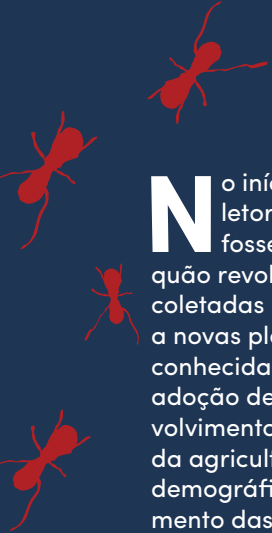
Jekesai Njikizana / AFP

# 02

# NOVAS FRONTEIRAS AGRÍCOLAS

EM UM PLANETA CADA VEZ MAIS  
SATURADO, ONDE PODEREMOS  
PRODUZIR NOSSA COMIDA?





**N**o início, éramos nômades. Caçadores-coletores sempre em busca de locais onde fosse possível encontrar comida. Imagine quão revolucionário foi descobrir que as sementes coletadas poderiam ser semeadas, dando origem a novas plantas. A Revolução Neolítica, também conhecida como Revolução Agrícola, ensejou a adoção de novos padrões nutricionais e o desenvolvimento de novas tecnologias. A chegada da agricultura também levou a um crescimento demográfico expressivo, culminando no florescimento das primeiras civilizações.

Dez mil anos depois, cá estamos nós, herdeiros desta história. Somos mais de 7 bilhões de pessoas e, dentro de algumas décadas, vamos chegar a 10 bilhões. Precisamos descobrir o quanto antes como produzir comida suficiente para atender a toda essa demanda, sem que isso implique a degradação de recursos naturais. Aquele processo iniciado no período Neolítico se aproxima de um momento crítico: em um planeta cada vez mais saturado, passando por mudanças climáticas, onde podemos cultivar mais plantas?

### **CHEGOU A HORA DE DESBRAVAR NOVAS POSSIBILIDADES**

Dá para semear frutas, verduras e cereais no deserto, contornando as dificuldades associadas à escassez de água? E como podemos aproveitar a região das tundras, onde as temperaturas são mais baixas? Que medidas viabilizariam a produção de alimentos dentro de grandes cidades?

As questões acima têm instigado pesquisadores em todo o mundo. Nas páginas a seguir, você vai conhecer algumas das propostas já colocadas em prática, com resultados promissores. E mais: sem perder de vista a produção sustentável.

### **ESTA PALAVRA É ESSENCIAL: SUSTENTABILIDADE**

Aquela antiga estratégia de derrubar florestas para a expansão de lavouras e pastos, por exemplo, nunca foi nem será uma resposta adequada para nossa busca de alimentos. O desmatamento afeta a biodiversidade, compromete o sistema hídrico e faz com que aquele território fique ainda mais quente, entre outros problemas.

O mesmo vale para nossa relação com o oceano. O costume de pescar até esgotar a capacidade de uma área e migrar para a seguinte, em busca de mais peixes, vem acarretando uma série de prejuízos ambientais. Entre eles está o risco de extinção de algumas espécies, como certos tipos de atum.

Por isso, também apresentamos a seguir exemplos de projetos bem-sucedidos, que mostram que dá para conciliar a conservação da floresta com a produção de alimentos e que é possível obter peixes e crustáceos de forma sustentável.

Que essa consciência inspire o início de um novo capítulo em nossa longa história com a produção de alimentos, iniciada dez mil anos atrás.



# AGRICULTURA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: O QUE ESPERAR AMANHÃ?

**EDUARDO DELGADO ASSAD**

Engenheiro agrícola na Embrapa

A Terra tem cerca de 4,6 bilhões de anos, enquanto o *Homo sapiens* surgiu há cerca de apenas 200 mil anos. Ao longo desses bilhões de anos, ocorreram mudanças drásticas em sua superfície e em sua atmosfera, com diversos episódios de resfriamento e aquecimento climático. No início da formação do planeta, a atmosfera era densa e rica em nitrogênio, vapor d'água e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), proveniente das erupções vulcânicas e de colisões cósmicas. Atualmente, o nitrogênio é o principal gás da atmosfera (78%) e o oxigênio ocupa 21%. O 1% restante é ocupado por CO<sub>2</sub> e outros gases.

A presença de vida na Terra só se viabilizou com a formação de água no estado líquido, dando origem a oceanos, há cerca de 3,8 bilhões de anos. Ainda existem muitas controvérsias quanto aos seres vivos mais antigos. Para alguns cientistas, os primeiros organismos vivos eram bactérias primitivas, que apresentavam características celulares simples, tais como uma parede celular rudimentar, poucas enzimas e ausência de citocromos, e datariam de 3,5 bilhões de anos. Recentemente, cientistas descobriram minúsculos filamentos, pedaços e tubos em rochas localizadas no Canadá que teriam até 4,28 bilhões de anos. Caso a estimativa de idade desses microfósseis esteja realmente correta, o surgimento da vida teria acontecido "pouco tempo" depois da formação do planeta.

Nos bilhões de anos de vida na Terra sempre ocorreu variação na temperatura na superfície do planeta e conseqüentemente da atmosfera terrestre, e existem evidências de que estas temperaturas estiveram em níveis bem mais elevados do que os atuais, reflexo principalmente da concentração de CO<sub>2</sub>. A título de exemplo, hoje sabemos que a Terra e Vênus têm a mesma quantidade de CO<sub>2</sub>. Em Vênus, onde o gás prende os raios solares na atmosfera, a temperatura atinge 400 °C; na Terra, o CO<sub>2</sub> está dissolvido no solo e seres vivos.

A temperatura da Terra vai continuar variando. Aliás, estudos indicam que o núcleo terrestre, que

tem cerca de 3.400 quilômetros de espessura e apresenta temperaturas que variam de 3.700 °C a 6.000 °C, na sua parte mais interna, está esfriando. Afinal, essa temperatura já foi da ordem de milhões de graus e alguns cientistas estimam que o esfriamento total pode chegar daqui a uns 2 bilhões de anos. Então, se o processo é geológico, por que se fala em aquecimento global e se aponta a influência do homem?

Porque centenas de medições feitas apontam isto. A constatação é do Painel Intergovernamental Sobre Mudanças do Clima (IPCC, na sigla em inglês), em seu quinto relatório, que começou a ser lançado em setembro de 2013 pelas Nações Unidas. Segundo o IPCC, o homem, com 95% de certeza, tem responsabilidade sobre o aquecimento global, que é natural, mas está se acelerando por ação antrópica. As análises do relatório apontam que desde 1850 (início da era industrial) o aquecimento foi de, aproximadamente, 0,9 °C, sendo que mais de 66% desse aquecimento aconteceu nos últimos 60 anos. A taxa de aumento também se acelerou desde que começaram a acompanhá-las continuamente em 1958, passando de 0,7 partes por milhão (ppm) ao ano naquela época para uma média de 2,2 ppm ao ano nas últimas décadas.

Em razão do aumento progressivo da concentração de GEE, em maio de 2013 os níveis de CO<sub>2</sub> atingiram pela primeira vez na história recente da humanidade 400 ppm. Dados de 25 de março de 2018 do Observatório de Mauna Loa, no Havaí, apontam que a concentração de CO<sub>2</sub> era 410,16 ppm. Em 2017, o recorde foi em 26 de abril, quando a concentração de CO<sub>2</sub> atingiu 412,63 ppm. Segundo o IPCC, até o fim do século XXI a concentração de CO<sub>2</sub> pode chegar ao dobro da atual, atingindo aproximadamente 800 ppm.

As principais causas deste aumento alarmante estão associadas às emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis e às mudanças no uso do solo, como a transformação de florestas em área agrícolas ou urbanas. Na prática, esse

aumento de quase 1 °C provoca sérios impactos em setores, como biodiversidade, agricultura, recursos hídricos e zonas costeiras, além de impactos indiretos em outros como, cidades, energia, indústria e infraestrutura, transportes e saúde.

Na Tabela 1, estão as projeções climáticas por região no Brasil apresentadas no Primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN1), de 2013, do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas.

Região	Período	Precipitação (%)	Temperatura (°C)	Avaliações
Amazônia	Até 2040	-10%	+1,0° a 1,5°	O desmatamento somado às mudanças no clima levariam à savanização da amazônia
	2041 – 2070	-25% a 30%	+3,0° a 3,5°	
	2071 – 2100	-40% a 45%	+5,0° a 6,0°	
Caatinga	Até 2040	-10% a 20%	+0,5° a 1,0°	Estas mudanças podem desencadear o processo de desertificação da caatinga
	2041 – 2070	-25% a 35%	+1,5° a 2,5°	
	2071 – 2100	-40% a 50%	+3,5° a 4,5°	
Cerrado	Até 2040	-5% a 15%	+1,0°	Acentuação das variações sazonais
	2041 – 2070	-20% a 35%	+3,0° a 3,5°	
	2071 – 2100	-35% a 45%	+3,5° a 4,5°	
Pantanal	Até 2040	-10%	+1,0°	Escassez de dados limita avaliação acurada da região
	2041 – 2070	-20% a 25%	+2,5° a 3,0°	
	2071 – 2100	-35% a 45%	+3,5° a 4,5°	
Mata atlântica (NE)	Até 2040	-10%	+0,5° a 1,0°	Baixa confiabilidade nos resultados de precipitação
	2041 – 2070	-20% a 25%	+2,0° a 3,0°	
	2071 – 2100	-30% a 35%	+3,0° a 4,0°	
Mata atlântica (S/SE)	Até 2040	+5% a 10%	+0,5° a 1,0°	Ciclones extratropicais podem levar a um aumento da recorrência de eventos extremos
	2041 – 2070	+15% a 20%	+1,5° a 2,0°	
	2071 – 2100	+25% a 30%	+2,5° a 3,0°	
Pampas	Até 2040	+5% a 10%	+1,0°	O aumento da temperatura elevaria taxas de decomposição, aumentando as emissões de CO <sub>2</sub>
	2041 – 2070	+15% a 20%	+1,0° a 1,5°	
	2071 – 2100	+35% a 40%	+2,5° a 3,0°	

Tabela 1. Projeções climáticas por região no Brasil apresentadas no Primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN1), de 2013, do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Extraído de: GV-CES. "GVCES, 2013. Diagnóstico preliminar das principais informações sobre projeções climáticas e socioeconômicas, impactos e vulnerabilidades disponíveis em trabalhos e projetos dos atores mapeados.

## COMO ESTE AUMENTO DE TEMPERATURA (CENÁRIOS DADOS PELO IPCC) PODEM AFETAR A AGRICULTURA EM DIFERENTES CONTINENTES?

O aumento de temperatura igual ou superior a 3 °C é suficiente para tornar inviável a agricultura em muitas regiões, mas os limites máximos variam de uma cultura para outra (Tabela 2). Estudos de simulação de produção de culturas indicam grandes perdas de áreas cultivadas com soja, café, milho, arroz e algodão, considerando esse cenário (Tabela 3). Provavelmente, a única cultura no país que será beneficiada com o aumento de temperatura será a cana-de-açúcar pela diminuição das áreas restritas à sua produção pela baixa temperatura.

Os modelos de simulação de impactos na agricultura em função das mudanças do clima apontam que o Brasil poderá reduzir em 10,6 milhões de hectares a área destinada à agricultura em 2030. A região Sudeste será a mais afetada, podendo perder quase 5 milhões de hectares. As projeções apontam que a área total de pastagens poderá diminuir até 8,6 milhões de hectares, num cenário pessimista, mas a produção de carne diminuirá numa proporção menor devido à intensificação tecnológica, podendo haver aumento acima de 2 milhões de toneladas. Essas premissas são válidas caso não existam esforços de adaptação que se fazem cada vez mais urgentes.

Limites máximos de temperatura

<b>Cana-de-açúcar</b>	<b>35°C</b>	<b>Feijão</b>	<b>35°C</b>
<b>Algodão</b>	<b>40°C</b>	<b>Girassol</b>	<b>40°C</b>
<b>Arroz</b>	<b>45°C</b>	<b>Milho</b>	<b>45°C</b>
<b>Batata</b>	<b>35°C</b>	<b>Soja</b>	<b>35°C</b>
<b>Café</b>	<b>34°C</b>	<b>Trigo</b>	<b>30°C</b>

Tabela 2. Limites máximos de temperatura (°C) para culturas agrícolas.

Culturas	Redução nas áreas de cultivo de "baixo risco" %			Perda econômica anual (milhões de reais)
	2020	2050	2070	
<b>Algodão</b>	<b>-11</b>	<b>-14</b>	<b>-16</b>	<b>408</b>
<b>Arroz</b>	<b>-10</b>	<b>-12</b>	<b>-14</b>	<b>530</b>
<b>Café</b>	<b>-10</b>	<b>-17</b>	<b>-33</b>	<b>1.597</b>
<b>Cana-de-açúcar</b>	<b>160</b>	<b>139</b>	<b>118</b>	<b>0</b>
<b>Feijão</b>	<b>-4</b>	<b>-10</b>	<b>-13</b>	<b>363</b>
<b>Girassol</b>	<b>-14</b>	<b>-16</b>	<b>-21</b>	<b>-</b>
<b>Mandioca</b>	<b>-3</b>	<b>-13</b>	<b>-21</b>	<b>-</b>
<b>Milho</b>	<b>-12</b>	<b>-15</b>	<b>-17</b>	<b>1.551</b>
<b>Soja</b>	<b>-24</b>	<b>-34</b>	<b>-41</b>	<b>6.308</b>

Tabela 3. Redução prevista na área de cultivo de baixo risco para 2020, 2050 e 2070 e as consequentes perdas econômicas em 2050. Extraído de GV-CES. "GVCES, 2013. Diagnóstico preliminar das principais informações sobre projeções climáticas e socioeconômicas, impactos e vulnerabilidades disponíveis em trabalhos e projetos dos atores mapeados.

## TAIS CONDIÇÕES ACONTECERIAM NO RESTANTE DO PLANETA?

No continente africano, poderá ocorrer diminuição da produção agrícola, redução na disponibilidade de água, aumento de doenças de plantas, expansão da desertificação, extinção de animais e plantas. Na Ásia, poderá ocorrer diminuição da produção agrícola e diminuição da já escassa disponibilidade de água em regiões semiáridas. Na Europa, o desaparecimento de geleiras dos Alpes (redução da irrigação

natural) está no cenário futuro, assim como o aumento da produção agrícola. Na América do Sul, poderá ocorrer diminuição da produção agrícola e aumento expressivo dos vetores de diversas doenças de plantas. Na América do Norte, a produção agrícola poderá aumentar em algumas regiões, com possibilidade de duas safras anuais, mas poderá ocorrer aumento dos vetores de diversas doenças de plantas. De uma maneira geral os impactos em várias regiões do planeta são apresentados na tabela abaixo.

<b>África</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Diminuição da produção agrícola</li><li>b. Diminuição da disponibilidade de água na região do Mediterrâneo e em países do sul</li><li>c. Aumento dos vetores de diversas doenças</li><li>d. Aumento da desertificação</li><li>e. Extinção de animais e plantas</li></ul>
<b>Ásia</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Diminuição da produção agrícola</li><li>b. Diminuição da disponibilidade de água nas regiões árida e semiárida</li><li>c. Aumento do nível do mar deverá deslocar dezenas de milhões de pessoas</li></ul>
<b>Austrália</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Diminuição da disponibilidade de água</li><li>b. Extinção de plantas e animais</li></ul>
<b>Europa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Desaparecimento de geleiras nos Alpes</li><li>b. Aumento da produção agrícola em algumas regiões</li><li>c. Impactos no turismo</li></ul>
<b>América Latina</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Diminuição da produção agrícola</li><li>b. Aumento dos vetores de diversas doenças</li><li>c. Extinção de plantas e animais</li></ul>
<b>América do Norte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Aumento da produção agrícola em algumas regiões</li><li>b. Aumento dos vetores de diversas doenças</li></ul>
<b>Polar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Diminuição da calota polar</li><li>b. Extinção de plantas e animais</li></ul>
<b>Pequenas ilhas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a. Aumento do nível do mar deverá deslocar dezenas de milhões de pessoas</li><li>b. Diminuição da disponibilidade de água</li><li>c. Diminuição da atividade pesqueira</li><li>d. Diminuição no turismo</li></ul>

## QUAIS EFEITOS QUE O AQUECIMENTO PODE PROVOCAR NA AGRICULTURA?

Água, luz, temperatura e CO<sub>2</sub> são os principais fatores reguladores da fotossíntese. O aumento de qualquer um destes pode provocar o desequilíbrio de outro. Exceto a luz solar, todos são dependentes do aquecimento do planeta. Portanto, temperatura e CO<sub>2</sub> podem alterar o funcionamento de uma planta.

Em termos de agricultura, tanto o excesso como a redução desses elementos podem alterar a produtividade das plantas. A temperatura elevada aumenta a retirada de água do solo pelas plantas. Isto pode, em espaço de tempo menor, aumentar a deficiência hídrica, tendo consequências importantes na redução da produção.

## OS MODELOS DE SIMULAÇÃO DE IMPACTOS NA AGRICULTURA EM FUNÇÃO DAS MUDANÇAS DO CLIMA APONTAM QUE O BRASIL PODERÁ REDUZIR EM 10,6 MILHÕES DE HECTARES A ÁREA DESTINADA À AGRICULTURA EM 2030. A REGIÃO SUDESTE SERÁ A MAIS AFETADA, PODENDO PERDER QUASE 5 MILHÕES DE HECTARES.

Todos estes fatores estão inter-relacionados. Ou seja, o aumento dos gases de efeito estufa aumenta a temperatura, que aumenta a demanda por água, cuja disponibilidade, reduzida por evapotranspiração (pois é dependente da temperatura), vai interferir diretamente na produtividade das culturas. Este é um dos efeitos do aquecimento global na agricultura.

Tal situação provocará uma nova geografia da produção agrícola no mundo e no Brasil. Em 2008, estudos todo o tema feitos pela Embrapa e pela Unicamp, foram concluídos e incorporados no livro *Economia da Mudanças Climáticas*. Bastante consistentes, as investigações comparavam as teorias defendidas pelo relatório Stern, apoiado pela Inglaterra, que indicavam as possí-

veis hipóteses de impactos sobre o aquecimento global na economia mundial. A conclusão foi de que o Brasil perderá, até 2040, o equivalente a um PIB, isto é, 6,2 trilhões de reais, se mantiver a política da inação, ou seja, nada fazer para minimizar os efeitos do aquecimento global.

## COM O AUMENTO DE TEMPERATURA, O QUE PODERÁ ACONTECER NO BRASIL AGRÍCOLA?

Nas simulações dos possíveis cenários, o que se estima é a redução de 40% na área de baixo risco de produção de soja e de 33% na de café arábica. A área de produção de mandioca no Nordeste será reduzida e se deslocará para a região Norte. Por outro lado, haverá aumento na produção de cana-de-açúcar, que poderá dobrar. Cenários como esses foram estabelecidos para algodão, milho, milho safrinha, trigo, sorgo, cevada e fruteiras temperadas. Ou seja, mantidas as condições atuais de manejo de culturas e oferta de material genético não tolerante a altas temperaturas e deficiência hídrica, o futuro é incerto. Um efeito perverso do aquecimento global é a ocorrência cada vez maior de temperaturas elevadas, ou as chamadas onda de calor. Dias com temperatura acima de 34°C podem provocar, por exemplo, abortamento das flores de café, mortes dos pintinhos de 1 dia, abortamento de porcas e redução na produção de leite. Tais efeitos já são sentidos e estratégias de adaptação são urgentes para que se evitem as perdas na agricultura.

São cenários incertos e que devem ser evitados o quanto antes. A questão é: tem solução? Como será a agricultura do futuro, ante os inerentes impactos do aquecimento global?

Prevalecendo o bom senso e sendo adotadas as corretas medidas de adaptação, os sistemas de produção agrícola baseados em culturas solteiras, com grandes extensões de plantio de soja, algodão e milho, estarão condenados. Isto pelo simples fato de que o tempo de utilização da propriedade agrícola é muito pequeno e o balanço de energia é negativo; ou seja, consome-se mais energia para produzir do que se produz energia. Num plantio de soja, o tempo de utilização de uma fazenda produtora é próximo de 42%. No restante do tempo, o solo fica emitindo gases de efeito estufa e aumentando a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

A migração para sistemas consorciados, rotativos e integrados é questão de tempo. O avanço de sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta deverá dominar a paisagem agrícola brasileira. Isto corresponde a mais eficiência produtiva e uso intensivo do solo, com redução ou mesmo remoção de GEE. A pecuária deverá utilizar sistemas integrados e intensivos, aumentando sua produtividade e reduzindo, com maior eficiência, as emissões do rebanho e a área de produção. Mas o que são esses sistemas integrados?

Os sistemas integrados envolvem a produção de grãos, fibras, madeira, energia, leite ou carne na mesma área, em plantios em rotação, consorciação e/ou sucessão. O sistema funciona basicamente com o plantio, durante o verão, de culturas agrícolas anuais (arroz, feijão, milho, soja ou sorgo) e de árvores, associado a espécies forrageiras (capins como braquiária ou panicum). Há várias possibilidades de combinação entre os componentes agrícola, pecuário e florestal, considerando espaço e tempo disponíveis, que resultam em diferentes sistemas integrados, como lavoura-pecuária (ILP), agroflorestais (SAF), silvipastoril (SSP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

**Integração-lavoura-pecuária (ILP):** este sistema consiste na exploração de atividades agrícolas e pecuárias, de forma integrada, em rotação ou sucessão, na mesma área e em épocas diferentes, aumentando a eficiência no uso dos recursos naturais, com menor impacto sobre o meio ambiente, uma vez que os processos de degradação são controlados por meio de práticas conservacionistas. O ILP consiste na diversificação da produção, possibilitando o aumento da eficiência na utilização dos recursos naturais, a preservação do meio ambiente, a estabilidade de produção e a geração de renda do produtor, além de um saldo positivo na remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera.

O sistema ILP é uma alternativa viável que contribui para a recuperação de áreas degradadas, na adoção de boas práticas agropecuárias (BPA) e no aumento da eficiência com o uso de máquinas, equipamentos e mão de obra.

**Sistema agroflorestal (SAF):** são consórcios de culturas agrícolas com espécies arbóreas que podem ser utilizados para restaurar florestas e recuperar áreas degradadas. A tecnologia

ameniza limitações do terreno, minimiza riscos de degradação inerentes à atividade agrícola e otimiza a produtividade a ser obtida. Os componentes arbóreos são inseridos como estratégia para o combate da erosão e o aporte de matéria orgânica, restaurando a fertilidade do solo. Na mesma área, é possível estabelecer consórcios entre espécies de importância econômica, frutíferas e hortaliças.

Podem ser introduzidas espécies de leguminosas para uso como adubo verde, as quais são roçadas, e espécies de leguminosas arbóreas, que, com a mesma finalidade, são podadas, visando à deposição de material orgânico sobre o solo. Além de contribuir para a conservação do meio ambiente, os benefícios dos sistemas agroflorestais despertam o interesse dos agricultores, pois, como estão aliados à produção de alimentos, permitem oferecer produtos agrícolas e florestais, incrementando a geração de renda.

Estudos apontam que em áreas onde é desenvolvido um SAF é possível ter um aumento de 5 a 8 toneladas de carbono por hectare/ano. Os SAFs favorecem a conservação da reserva legal com o uso responsável de produtos florestais não madeireiros e estimulam o sequestro de carbono na área.

**Sistema silvipastoril (SSP):** são associações de pastagens com árvores e ou arbustos com animais herbívoros. Em tais sistemas, a sombra do componente arbóreo promove amenização ambiental ao reduzir a temperatura do ar e do solo, resultando em maior conforto para os animais na pastagem. A deposição de biomassa das árvores contribui para melhorar a fertilidade do solo, elevando a disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio (N), para as forrageiras herbáceas e melhorando a qualidade da forragem, algumas vezes aumentando a sua produção. O efeito das árvores aumentando os teores de N e de matéria orgânica no solo é, geralmente, mais pronunciado quando essas são leguminosas capazes de se associar a bactérias fixadoras de N do ar. O sistema radicular das árvores também contribui para modificar a porosidade do solo e a taxa de infiltração de água, reduzindo a erosão.



A implantação de SSPs tem sido apontada como uma das opções para a recuperação de pastagens degradadas. Nesse sistema, o aumento no sequestro de carbono nessas áreas depende da densidade de plantio, da capacidade de crescimento e da longevidade das árvores, além do potencial dessas árvores em aumentar ou conservar o teor de matéria orgânica do solo. Portanto, plantas de crescimento rápido, capazes de acumular maior proporção de biomassa no tecido lenhoso (e.g., maior densidade da madeira) e que têm maior longevidade seriam capazes de sequestrar mais carbono.

**Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF):** muito parecido com o ILP, adiciona o componente florestal no sistema. Esse sistema integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado. Isto significa que numa mesma área é possível obter grãos, proteína e fibra, aumentando significativamente a produtividade da terra e a fixação de carbono no solo e promovendo com eficiência a remoção de gases de efeito estufa da atmosfera.

Os benefícios e cobenefícios da adoção dos Sistemas ILPF podem ser de ordem econômica, ambiental e social. Os principais benefícios são: redução ou viabilização do custo de recuperação/renovação de pastagens em processo de degradação ou degradadas; aumento da taxa de lotação das pastagens; aumento do ganho de peso animal; redução dos riscos climáticos e de mercado; melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo; redução na ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas, com consequente diminuição no uso de inseticidas, fungicidas e herbicidas; maior eficiência de uso dos fertilizantes pelas diversas culturas com diferentes sistemas radiculares; e aumento de renda da propriedade. Os benefícios ambientais mais relevantes são: maior taxa de infiltração e armazenamento de água no solo; controle de erosão; redução de perdas de nutrientes do solo; uso racional de agrotóxicos e consequente redução dos riscos de intoxicação e de contaminação do ambiente; melhoria das condições de ambiência animal (proteção contra tempestade, ventos frios, granizo, altas temperaturas) pelo sombreamento das pastagens, reduzindo

o estresse dos animais; redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE); sequestro de carbono pela biomassa aérea e radicular das árvores e da forragem; e mitigação do desmatamento pelo aproveitamento de áreas degradadas. Outro importante cobenefício seria a manutenção da biodiversidade, atuando diretamente nas populações de polinizadores, responsáveis por até 25% de aumento na produtividade de algumas culturas agrícolas.

**Recuperação de pastos degradados:** no Brasil estima-se que existam 48 milhões de hectares de pastos degradados. Tais pastos são ineficientes em termos de produção pecuária e altamente emissores de GEE. A recuperação destes pastos poderá inverter a lógica das emissões e garantir maior produtividade e oferta de proteína animal.

A busca de espécies mais tolerantes a temperaturas elevadas e a ondas de calor será imperativa. A conexão de sistemas produtivos integrados com categorias mais tolerantes irá fortalecer definitivamente a importância dos estudos de ambiência animal.

No setor florestal, o futuro aponta para maior eficiência e crescimento de plantios florestais, seja de florestas comerciais, seja de florestas multifuncionais com espécies exóticas e nativas consorciadas, e sistemas agroflorestais, todos com alta capacidade de remoção de carbono. A discussão de paisagens agrícolas sustentáveis terá seu lugar, uma vez que poderá gerar renda por meio de pagamentos de serviços ecossistêmicos.

Os produtos, para vencer as barreiras não tarifárias, irão buscar certificações ambientais, associando a produção agrícola a serviços ambientais, seja na remoção de carbono, seja na conservação de água.

Espera-se um extraordinário avanço da biotecnologia na busca de espécies tolerantes a altas temperaturas e deficiência hídrica. Há um forte interesse em direcionar os conhecimentos em genômica para a compreensão das respostas das plantas às mudanças climáticas. Ou seja, o impacto das mudanças climáticas ocorre em múltiplos níveis da organização biológica. Pouco se sabe como esse impacto afeta os processos moleculares, bioquímicos e fisiológicos, que determinam as respostas numa cadeia produtiva que vai do indivíduo a ecossistemas globais. Os processos e

estudos serão baseados na busca e identificação de variedades mais adaptadas, resistentes ou tolerantes aos estresses abióticos, decorrentes das mudanças climáticas; descoberta de mecanismos moleculares que irão mediar a adaptação de tais estresses e, finalmente, identificação de genes envolvidos em adaptação com valor biotecnológico. Esses genes com elevado potencial para adaptação existem em abundância na biodiversidade brasileira, o maior armazém de genes tolerantes às mudanças climáticas do mundo.

São cenários que nos parecem factíveis, mas na condição de se conseguir controlar a emissão de gases de efeito estufa. Caso a temperatura ultrapasse o nível de mais de dois graus de aquecimento, o conhecimento científico existente hoje entrará numa rota de desconhecimento científico. Não se sabe o que poderá acontecer. O certo é que, considerando a oferta atual de material genético vegetal e animal, estaremos chegando nos limites da produção agrícola. Daí a necessidade de migrarmos de uma produção agropecuária para uma produção agroambiental. Nesse aspecto, as oportunidades do Brasil são extraordinárias.

Biotechnology, de acordo com a definição proposta pela Convenção sobre Diversidade Biológica da ONU, significa qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica.

Duas grandes consequências do aumento nas emissões de GEE são o aumento de temperatura e a escassez de água. A biotecnologia pode contribuir significativamente, pela introdução de novos genes que confirmam capacidade adicional de adaptação à restrição hídrica e ao aumento da temperatura às variedades desenvolvidas pelo melhoramento genético convencional. Para tanto, a descoberta e a validação de genes com esse potencial devem ser realizadas, reunindo ferramentas avançadas de biologia molecular e genômica, como a caracterização em larga escala de genomas, de expressão gênica e de fenótipos, marcadores moleculares e transgenia.

No futuro, as plantas que responderem melhor a essas situações serão fundamentais e as pesquisas em biotecnologias se voltam cada vez mais para esses temas. Mas a tolerância à seca é uma característica complexa por ser multigênica. Até

agora, os transgênicos já desenvolvidos conseguiram modificar a expressão de um gene ou de um pequeno número deles.

## **ESPERA-SE UM EXTRAORDINÁRIO AVANÇO DA BIOTECNOLOGIA NA BUSCA DE ESPÉCIES TOLERANTES A ALTAS TEMPERATURAS E DEFICIÊNCIA HÍDRICA. HÁ UM FORTE INTERESSE EM DIRECIONAR OS CONHECIMENTOS EM GENÔMICA PARA A COMPREENSÃO DAS RESPOSTAS DAS PLANTAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.**

Assim, é de se esperar que as pesquisas com biotecnologia, à medida que se enriquecem os conhecimentos sobre expressão gênica, serão úteis na mitigação de impactos causados pelas mudanças climáticas globais. Mas, a biotecnologia não é solução para tudo e não deve ser adotada de forma isolada, pois possui seus limites. Considerando o conhecimento atual da biotecnologia, são necessários dez anos de pesquisa para se conseguir uma nova cultura adaptada. Mesmo que esse tempo seja reduzido com o avanço tecnológico, ainda assim haverá defasagem entre a identificação do problema e o desenvolvimento da variedade. Se não houver mudança nos sistemas de produção agrícola atuais, as emissões continuarão crescentes – e uma variedade adaptada, quando puder ser comercializada, já estará obsoleta. Ou seja, a biotecnologia deve ser vista não como a solução para se manter o atual status quo. Estima-se que, se a temperatura ultrapasse 2 graus centígrados, os conhecimentos biotecnológicos existentes hoje não seriam capazes de desenvolver plantas que tolerassem temperaturas superiores às esperadas.

Considerando a abrangência mundial desses impactos e seus custos sociais e econômicos, é preciso que haja uma mudança no modelo de desenvolvimento que, no caso específico da agricultura, tem causado impactos ambientais graves, desigualdades na renda dos diferentes tipos de agricultores, riscos elevados de perdas de produ-

ção e desequilíbrio no sistema agroalimentar mundial, com persistência da fome e aumento da obesidade infantil e entre adultos. Os limites são claros. No Brasil, a biotecnologia encontrará soluções para suportar até dois graus de aumento de temperatura. Acima disso. Conforme ilustrado na figura abaixo, haverá grande risco de produção agrícola por excesso de calor.

### E DO FUTURO, O QUE ESPERAR?

Assim, a agricultura do futuro deverá:

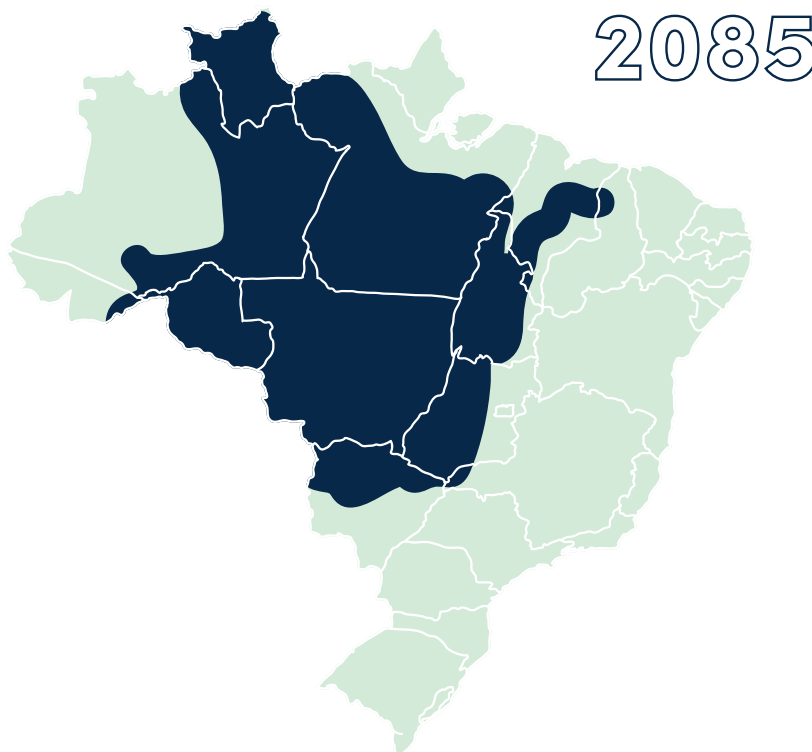
- Buscar maior eficiência, produzindo mais em menos área. O aumento de produtividade é imperativo. Não se poderá colocar muita energia para colher menos energia. A conta da entrada de insumos e saída de produtos não fechará.

- Baseia-se em sistemas integrados de produção, por meio dos quais serão produzidas fibra, proteína animal e proteína vegetal numa mesma área. A diversificação produtiva é algo que será necessário. Ações como essas serão fundamentais para atender à demanda por alimentos no mundo. A otimização do uso da terra, com mais produtos numa mesma área, incentivando a multifuncionalidade da propriedade agrícola, poderá garantir a sustentabilidade do setor agropecuário.

- Fundamentar-se em biotecnologia, na qual buscar espécies tolerantes a altas temperaturas, deficiência hídrica e novas doenças será imperativo, mantidos os limites da ciência.
- Manter a biodiversidade, pois é nela que se encontram aos genes tolerantes os estresses ambientais provocados pelo aquecimento global;

## TEMPERATURA ACIMA DE 35°C

Cana-de-açúcar	35°C
Batata	35°C
Café	34°C
Feijão	35°C
Milho	45°C
Soja	35°C
Trigo	30°C



- Adotar de práticas de ambiência animal, que permitirão a redução dos impactos das ondas de calor na produção animal;
- Adotar medidas conservacionistas na produção agrícola, permitindo a redução das emissões de gases de efeito estufa e reduzindo as perdas de água nos sistemas agrícolas;
- Aderir a biofertilizantes ou fertilizantes organominerais, menos dependentes de nitrogênio. A possibilidade de ampliar o espectro de plantas que utilizarão a fixação biológica de nitrogênio será grande.

Com o acolhimento de práticas de mitigação de emissão de gases de efeito estufa em favor da adaptação da agricultura ao aquecimento global, espera-se que o impacto na oferta de alimentos seja menor. A questão é saber se ainda temos tempo para isso.



# TUNDRAS E DESERTOS PLANTIO EM CONDIÇÕES EXTREMAS

AO FIM DESTA SÉCULO, A TEMPERATURA GLOBAL PODE ESTAR 4°C ACIMA DA TEMPERATURA NO PERÍODO PRÉ-INDUSTRIAL. ESSE RISCO É DE 62%, SEGUNDO O IPCC (PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS). O AQUECIMENTO PODE PROVOCAR DEGELÃO E EXPANSÃO DE ÁREAS ÁRIDAS. COMO OBTER ALIMENTOS NAS REGIÕES AFETADAS?

## TUNDRAS ÁRTICAS

REPRESENTAM 5,5% DA SUPERFÍCIE TERRESTRE

### 910 MIL PESSOAS VIVEM AQUI

(75% delas são indígenas)

Nessas regiões, a temperatura média é inferior a -10°C mesmo nos meses mais "quentes".

Mas a previsão é de que a temperatura no Ártico aumente de 4°C a 5°C até 2050.

Por causa desse aquecimento, estima-se que a cobertura de gelo diminua entre 10% e 20% até a metade deste século.

**POTENCIAL** » Produção de batatas, cenouras, beterrabas, nabo, couve-flor e repolho, com o uso de estufas. Existem projetos para cultivo de cereais.

**DESAFIO** » Para uma produção sustentável (do ponto de vista econômico e ambiental), é preciso aperfeiçoar a infraestrutura e investir em tecnologia.

**PROPOSTA** » Um instituto da Noruega está tentando adaptar uma alcachofra nativa da América do Norte ao frio e aos longos dias de verão no país. O vegetal promove a redução de bactérias prejudiciais no cólon, a prevenção da gripe e a proteção da função hepática. Além disso, tem efeito anticancerígeno e estimula a absorção de cálcio e a síntese de vitaminas do complexo B.

**FONTES** Programa de Monitoramento e Avaliação do Ártico (Amap); Instituto Norueguês de Pesquisa em Bioeconomia (Nibio, na sigla em inglês), GRID-Arendal.



— TUNDRAS ÁRTICAS  
— TERRITÓRIOS ÁRIDOS

NÚMERO DE SECAS  
(1975-2014)

ÁFRICA » 238  
ÁSIA » 133  
AMÉRICAS » 124  
EUROPA » 41  
OCEANIA » 20

## TERRITÓRIOS ÁRIDOS\* REPRESENTAM 41,2% DA SUPERFÍCIE TERRESTRE

### 2,1 BILHÕES DE PESSOAS VIVEM AQUI

Estima-se que, até o fim deste século, vejamos um aumento de quase 10% na área ocupada por desertos e terras áridas no mundo (há estudos que apontam para um crescimento de 23%). A maior parte (80%) dessa expansão deve ocorrer em países em desenvolvimento. O processo já é observado em regiões da América do Norte, da África, na região mediterrânea, na costa australiana, no Oriente Médio, na Ásia central e na América do Sul (nordeste brasileiro, costa chilena e sul da Argentina).

**POTENCIAL** » Novas tecnologias têm permitido a produção agrícola em terras secas da Ásia, do Oriente Médio e do Norte da África. O Projeto Floresta do Saara, por exemplo, usa estufas com energia solar e água captada do mar.

**DESAFIO** » É preciso calibrar a ocupação produtiva no deserto para não cair numa lógica insustentável em relação ao consumo de água.

**PROPOSTA** » O mexicano Rafael Ríos, sócio da empresa Parque de Investigación e Innovación de Biotecnologías Dos Ríos, desenvolveu um biopolímero que encapsula água e nutrientes, permitindo que árvores passem nove meses sem necessidade de irrigação. A tecnologia, batizada de "Waterpot", já foi testada em áreas desérticas de Abu Dabhi, nos Emirados Árabes, Egito e Chile. Há um projeto-piloto no México também.



\*Desertos e terras áridas. Deste total, 6,6% são desertos e 34,6% são terras áridas.

FONTES World Atlas of Desertification, da Comissão Europeia; Organização das Nações Unidas; Projeto Floresta do Saara

# FLORESTAS DÁ PARA CONCILIAR PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO

NO SISTEMA AGROFLORESTAL, CULTURAS AGRÍCOLAS DE INTERESSE ECONÔMICO SE DESENVOLVEM AO LADO DE ESPÉCIES NATIVAS.

## 💡 VANTAGENS DO CULTIVO NA FLORESTA

- Para o agricultor, o sistema agroflorestal traz a possibilidade de recuperar e tornar rentável a reserva legal (parte da propriedade que, por lei, deve manter a vegetação nativa). Assim, ele comercializa tanto produtos agrícolas como florestais.
- Traz bons resultados na recuperação de áreas degradadas, combatendo a erosão e deixando o solo mais fértil.
- Associado à agricultura familiar, ajuda a manter o espírito de coletividade e contribui para a troca de conhecimento e experiência por meio do trabalho coletivo.



## CACAU

No Pará, as agroflorestas vêm sendo usadas para tornar a Amazônia uma grande produtora de cacau, que se desenvolve melhor sob a sombra de árvores maiores.

## GUARANÁ

É uma das várias frutas que a floresta pode fornecer, como camu-camu, cupuaçu, açaí e taperebá. Além disso, nela encontramos ótimas fontes de proteína, como peixes, nozes, cogumelos e insetos.

**FONTES** FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura); IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia); Eduardo Assad, professor do curso de mestrado em agronegócio da Fundação Getúlio Vargas e pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

**-10%**

COBERTURA  
FLORESTAL NA  
AMAZÔNIA

=

**+0,25°C**

TEMPERATURA NA  
SUPERFÍCIE (NO SOLO)

**48 MILHÕES  
DE HECTARES**

Essa é a área ocupada por pastos degradados, ineficientes para a pecuária e altamente emissores de gases de efeito estufa, apenas no Brasil.

**7900 KM<sup>2</sup>**

Esse foi o índice de desmatamento da Amazônia em 2018 (o maior desde 2008, que foi de 13 mil km<sup>2</sup>).

### DESMATAMENTO

Além de prejudicar a biodiversidade, a destruição da cobertura vegetal interfere no ciclo da água e afeta o clima, deixando o ambiente mais quente.

No Brasil, a biotecnologia vai trazer soluções para suportar um aumento de temperatura de até 2°C.

Acima disso, a produção agrícola corre um grande risco por excesso de calor. Confira abaixo o limite de temperatura para o cultivo de algumas espécies:

TRIGO  
30°C

CAFÉ  
34°C

SOJA  
35°C

# OCEANOS MUDANÇA DE RUMO

SE NÃO HOVER UMA MUDANÇA RADICAL NO PADRÃO PREDATÓRIO ADOTADO ATÉ HOJE, CORREMOS O RISCO DE VER A POPULAÇÃO DE PEIXES DESPENCAR NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO 21. MAS, COM UMA ABORDAGEM ADEQUADA, O POTENCIAL DOS MARES PARA A GERAÇÃO DE ALIMENTOS É ENORME.

## ⚠️ PROBLEMAS DO MODELO ATUAL

De 28% a 35% do estoque pesqueiro mundial está em risco devido à sobrepesca.

10 espécies constituem 30% de toda a captura global.

Linguado, bacalhau, sardinha e atum estão entre as espécies mais capturadas.

Técnicas predatórias eliminam dos mares organismos menores e inadequados para o consumo, prejudicando seu crescimento.



## CORREM RISCO DE EXTINÇÃO

**33%**  
das espécies de  
recifes de corais

**31%**  
das espécies de  
tubarões e raias

**27%**  
das espécies de  
crustáceos



# UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

Na aquicultura, animais e plantas são produzidos em fazendas marinhas. Confira os tipos mais comuns:



## ALGAS (ALGACULTURA)

Ao contrário da agricultura convencional, a criação de algas não demanda água doce, fertilizantes, pesticidas ou solo.



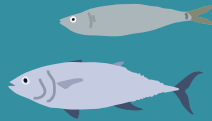
## MOLUSCOS (MALACOCULTURA)

Além de fornecer alimentos saudáveis (como mexilhões e vieiras), essa atividade ajuda a melhorar a qualidade da água.



## CAMARÃO (CARCINICULTURA)

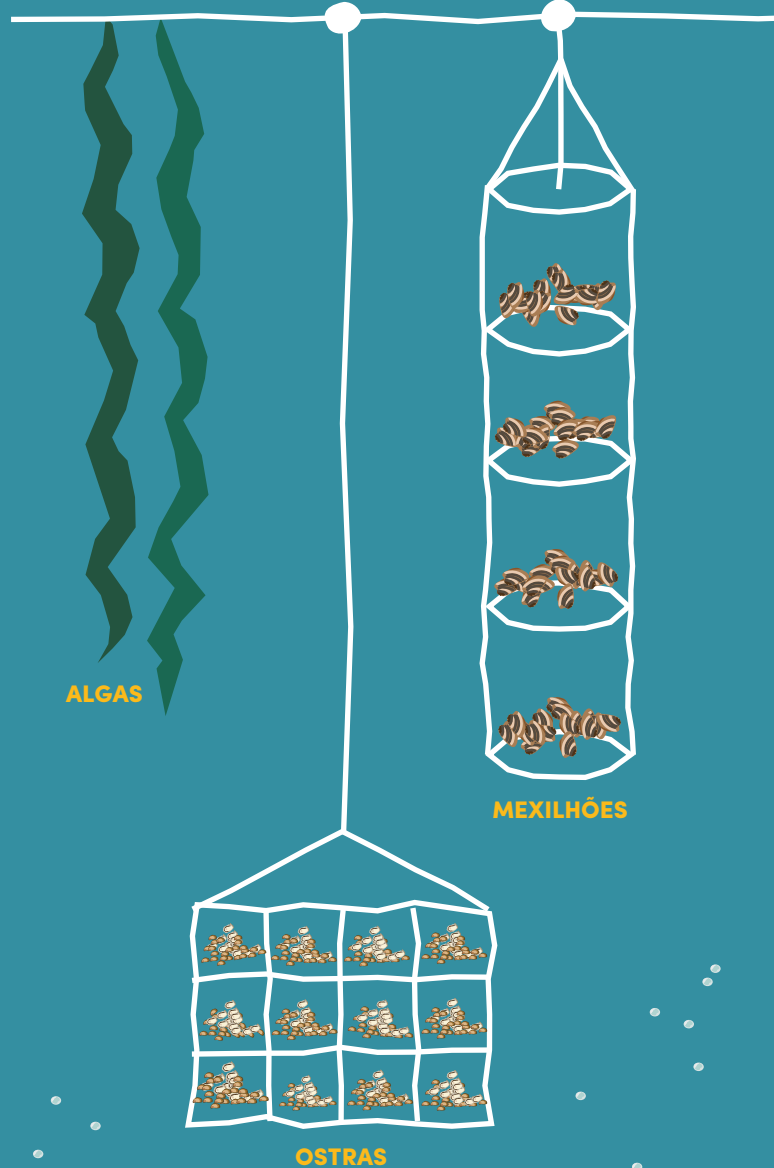
Praticada em pelo menos 50 países, fornece a maior parte do camarão consumido atualmente.



## PEIXES (PISCICULTURA)

Permite produzir um alimento de alta qualidade nutricional, com planejamento e regularidade.

## FLUTUADORES À PROVA DE FURACÕES



## UM MAR DE POSSIBILIDADES PARA O FUTURO

Existem cerca de 250 mil espécies marinhas catalogadas, mas estima-se que existam quatro vezes mais a serem descobertas.

FONTES "Oceana: Our Endangered Oceans and What We Can Do to Save Them", de Ted Danson e Michael D'orso; FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura); Greenwave; IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza).

# CIDADES: A VEZ DAS FAZENDAS VERTICAIS

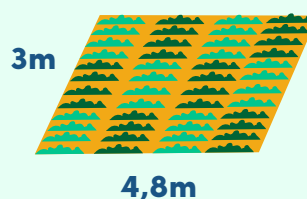
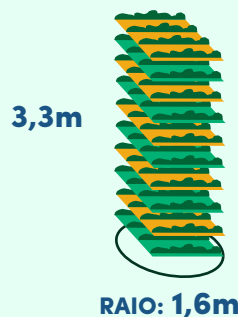
O MODELO REDUZ A DEMANDA POR ALIMENTOS PROCEDENTES DO CAMPO, O QUE IMPLICA UMA SÉRIE DE BENEFÍCIOS TANTO PARA O AMBIENTE COMO PARA A POPULAÇÃO.

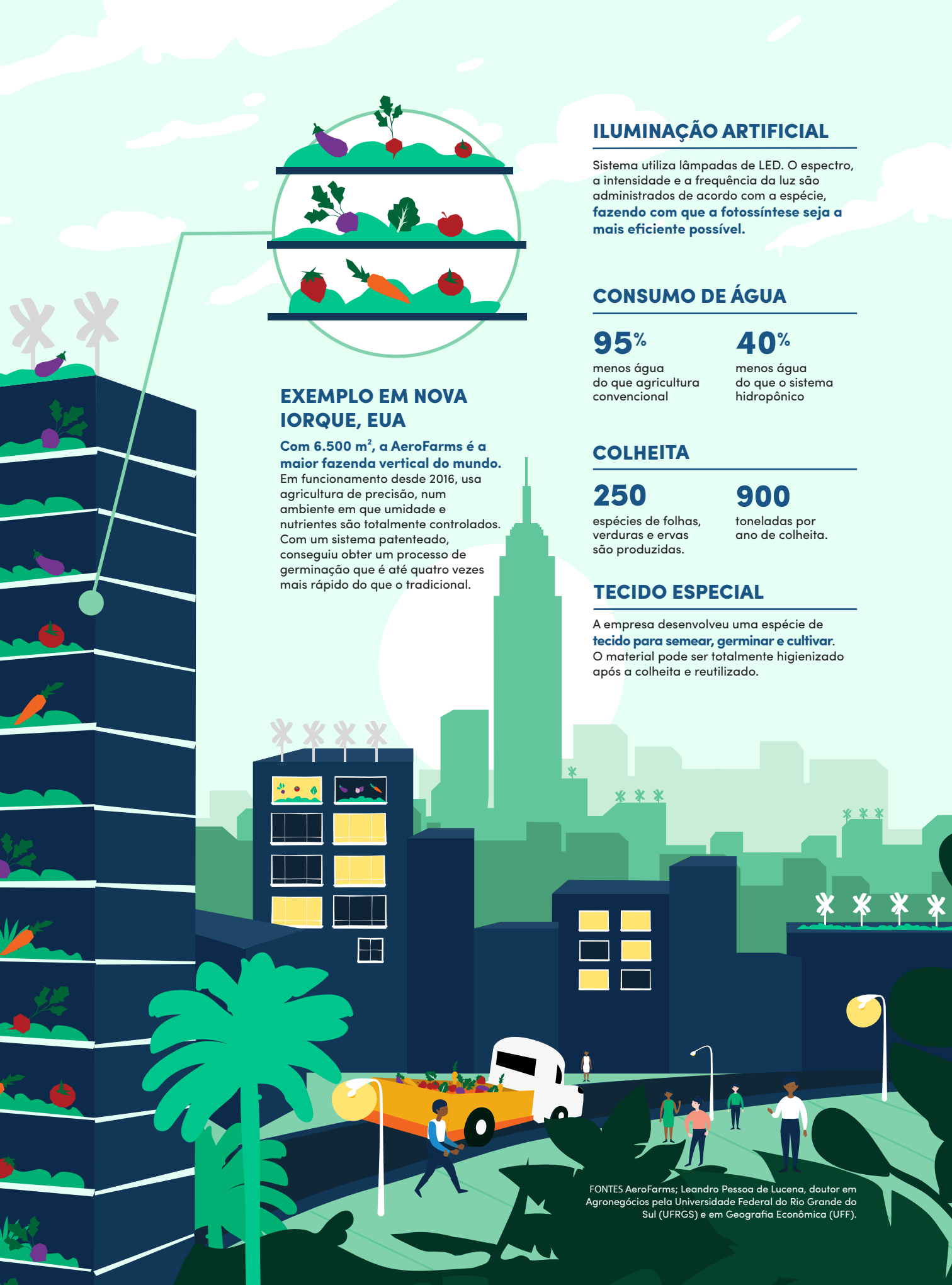
## VANTAGENS

Mais de 50 países contam com fazendas urbanas de alta tecnologia (verticalizadas ou horizontalizadas). As verticalizadas usam bandejas empilhadas, o que poupa espaço.

### Veja outros ganhos:

- Dispensa agrotóxicos.
- Favorece a queda dos preços, pois amplia a oferta e não requer transporte.
- Por não demandar transporte, reduz emissões de CO<sub>2</sub>.
- Pode proporcionar renda e apoio para grupos sociais fragilizados.
- Incentiva o envolvimento comunitário.
- Aprimora a logística de distribuição de alimentos.
- Favorece do reaproveitamento de resíduos orgânicos, que podem virar adubo ou energia.





## EXEMPLO EM NOVA IORQUE, EUA

Com 6.500 m<sup>2</sup>, a AeroFarms é a maior fazenda vertical do mundo. Em funcionamento desde 2016, usa agricultura de precisão, num ambiente em que umidade e nutrientes são totalmente controlados. Com um sistema patenteado, conseguiu obter um processo de germinação que é até quatro vezes mais rápido do que o tradicional.

## ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Sistema utiliza lâmpadas de LED. O espectro, a intensidade e a frequência da luz são administrados de acordo com a espécie, fazendo com que a fotossíntese seja a mais eficiente possível.

## CONSUMO DE ÁGUA

**95%**

menos água do que agricultura convencional

**40%**

menos água do que o sistema hidropônico

## COLHEITA

**250**

espécies de folhas, verduras e ervas são produzidas.

**900**

toneladas por ano de colheita.

## TECIDO ESPECIAL

A empresa desenvolveu uma espécie de tecido para semear, germinar e cultivar. O material pode ser totalmente higienizado após a colheita e reutilizado.



Issouf Sanogo / AFP

03

# TECNOLOGIAS

COMO A TECNOLOGIA PODE NOS AJUDAR A ALIMENTAR 10 BILHÕES DE PESSOAS DE FORMA SUSTENTÁVEL?



**J**ogo rápido. O tema é agricultura. Quais são as cinco primeiras palavras que vêm à sua mente, quando pensa no assunto? Tente memorizá-las. Se estiver perto de um amigo, faça o teste com ele também. Pronto?

Agora, uma pergunta: no total de palavras, aparecem termos como inovação, tecnologia, laboratório, inteligência artificial, drones?

É interessante notar como nosso imaginário costuma associar novidades tecnológicas à vida urbana. Sabemos na prática o quanto a digitalização está transformando nossa relação com o lazer, com o trabalho, com o trânsito. Estamos nos familiarizando com conceitos como “cidade inteligente”, em que se faz uso da tecnologia para planejar e melhorar a infraestrutura urbana, com a participação dos cidadãos. E, quando a tecnologia chega às telas, num filme de ficção científica, refletindo nossas expectativas e temores em relação ao futuro, geralmente a ação transcorre em uma cidade — ou lá no espaço sideral! Não no campo. Já imaginou um filme de Hollywood chamado “O agricultor do futuro”?

Brincadeiras à parte, o cultivo de alimentos sempre envolveu o uso de tecnologias. E isso é particularmente importante hoje, diante dos grandes desafios que nos aguardam no futuro, como o aquecimento global.

É provável que a gente precise, por exemplo, de plantas que sejam mais resistentes ao calor. Nas páginas a seguir, você vai ver como pesquisadores têm usado o hibridismo para desenvolver feijões que possam ser cultivados em locais mais quentes.

Também será cada vez mais importante otimizar o uso da água, evitando qualquer tipo de desperdício. A agricultura de precisão pode ajudar nessa tarefa, graças a sensores instalados no solo que enviam para a nuvem uma série de dados (o nível de umidade, por exemplo), permitindo que a rega seja feita conforme a necessidade real daquela lavoura.

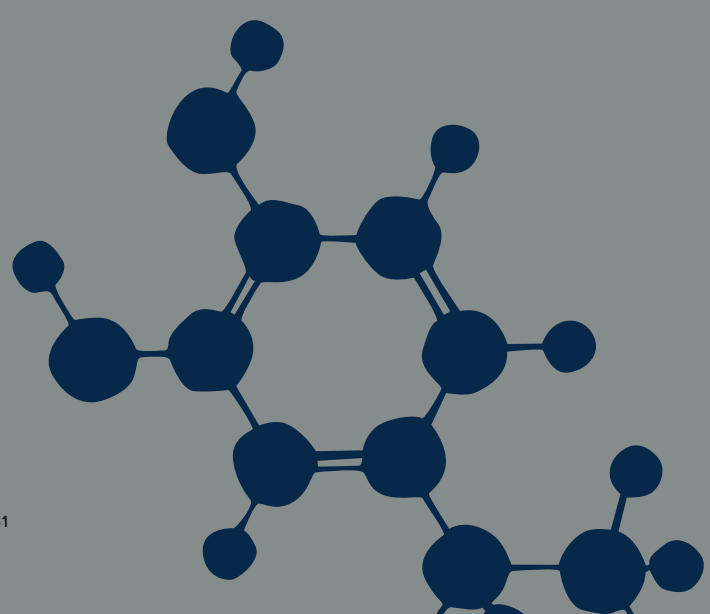
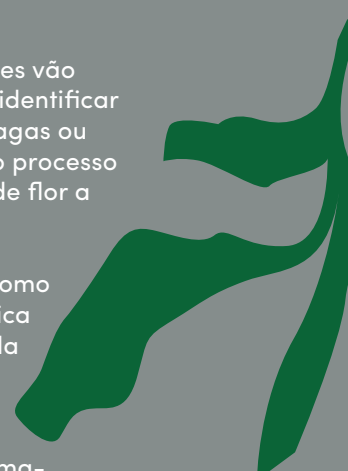
Além de tratores e carretas, drones vão percorrer as lavouras. Seja para identificar o quanto antes a presença de pragas ou doenças, seja para incrementar o processo de polinização, levando o pólen de flor a flor, tal como fazem as abelhas.

Não se trata de ver a tecnologia como uma panaceia (aquela planta mítica que, na Antiguidade, era associada à cura de todos os males).

No meio do século XX, passamos por um período de muita transformação no campo, que ficou conhecido como Revolução Verde. Essas mudanças incluíam a adoção de novas máquinas, assim como o uso de agrotóxicos — que tinham sido desenvolvidos décadas antes, durante a Primeira e Segunda Guerras Mundiais, como armas químicas. As novidades eram acompanhadas pela expectativa de que a adoção de práticas agrícolas modernas ampliasse a produção de alimentos e acabasse com a fome no mundo.

A experiência mostrou que o problema era mais complexo. Em relação a agrotóxicos, por exemplo, é crucial levar em conta o risco para a saúde de agricultores, consumidores e da biodiversidade. Já em relação à fome, é preciso lembrar que ela nem sempre decorre de uma produção insuficiente. Ela pode estar associada a fatores como desperdício, desigualdade social e conflitos armados, que dificultam o acesso à comida que existe.

Ou seja: devemos sempre pensar no contexto em que as novas tecnologias são desenvolvidas e ponderar que impactos, positivos e negativos, elas podem ter em longo prazo. Isso vale para a vida na cidade — e no campo também!



# PARA NÃO FICAR RASO DE TANTO TOO MUCH, RASTREIE O COMESTÍVEL, SEMEIE AMANHÃS

ÉRICA ARAIUM <sup>1</sup>

Jornalista e mestranda do Labjor/Unicamp em divulgação científica e cultural.

É preciso rastrear<sup>2</sup> o comestível. Ponderar sobre a origem, o caminho e o fim dos alimentos. A segunda frase, parafraseada por já haver sido incorporada a ene discursos políglotas, inclusive neste, permeia um sem-fim de noções. Nos últimos 20 anos<sup>3</sup>, nunca se falou tanto em gastronomia no Brasil. Não com a propriedade multidisciplinar que merece este prato cheio do jornalismo cultural<sup>4</sup>. Até agora, quando a folkosomia<sup>5</sup> ladeia-se à taxonomia e já se pode criar a solução da fome de 2050 com os <inputs> legados entre *bites* e *bytes* derramados em HTML, compartilhados pelas redes sociais. Pela força do hábito, pode-se determinar a organoléptica do amanhã.

Falar em gastronomia pressupõe legislar pelo estômago, tal postulara o pai da gastronomia Brillat-Savarin (1755-1826); cuja obra mais renomada, *Fisiologia do Gosto* (1825), que eleva a comida à categoria cultura, ecoa e conversa com teoria do gosto de Pierre Bourdieu (1930-2002)<sup>6</sup>. Para esse último, “as diferentes classes sociais se distinguem menos pelo grau em que reconhecem a cultura legítima do que pelo grau em que elas a conhecem”. Há, portanto, um sentido de luxo, de exclusividade.

O perigo consumista, que tem relação com a noção de estilo de vida, reside no fato de as escolhas sobre quase tudo que se pretende (ou pode) comprar, e a despeito de serem alimentadas pelo constante produzir e disponibilizar de informações atualizadas (santa tecla F5) não são exatamente escolhas. Sobretudo no ambiente digital, onde a experiência do usuário dita os rumos, por exemplo, da construção de novos micro-momentos (Google); ou estabelece relações causais entre segundos de atenção e conversão de vendas. Para conteúdo, o mesmo se aplica. Se considerar este texto interessante, por exemplo, estenderá a leitura para além desses 250 segundos (tempo médio dedicado até aqui para 130 palavras/minuto).

Em troca de dados pessoais para a navegação em meia dúzia de sites ou em redes sociais; ou ao preencher formulários ou o que for; ou ao acessar as redes de Wi-Fi via *checkpoint* os esforços de *marketing*, *branding* e vendas, com um empurrãozinho da *neuromarketing*<sup>7</sup>, são geniais em fazer com que a terceirização do gosto ou a premeditação dele, no sentido do consumo, também ocorra. O consumidor é e será cada vez mais levado a. Momento para déjà vu para 1984 de George Orwell ou para o contemporâneo meme “isto é tão Black Mirror”? Pois é.

Veja. Sua próxima pizza personalizada já está assando e chegará quentinha, em minutos, via drone. Os insetos farão jus à ode “menos carne, por favor”, não fique grilado. Afinal, não há comida impossível onde há tecnologia e apreço pela novidade, não é mesmo? Vide hambúrguer vegetal que sangra... Tampouco, dúvida sobre o que não está no rótulo quando há aplicativos à disposição. Nesse mundo de Internet das Coisas (IoT), cada clique contribui ao design do comer. Agricultores confiam a algoritmos a decisão sobre o momento de lançar no solo sementes e fertilizantes. Tudo via satélite.

Gosto, sim, se discute. Pois gostar, afinal, é apreciação, sentimento, costume, julgamento. Não deveria ser ação pasteurizada. Mas debatida de forma tão multidisciplinar quanto a própria gastronomia.

Se consciente, *clean-lifer* etc. e afins ou coprodutor em frente à gôndola on ou *off-line*, a decisão de consumo tende a ser em prol do produto ou serviço que respeita a biodiversidade e o meio-ambiente, a diversidade de culturas, os saberes tradicionais, o comércio justo, a ética. Leva-se em conta, no desenvolvimento sustentável, o que será legado às próximas gerações. E o alimento, nesses casos, volta ao lugar central na cadeia produtiva, para sustentar uma nova leva biodiversa e sistêmica.

A indústria de alimentos sabe que precisa recobrar a confiança de seu público – seremos 8,6 bilhões de pessoas até 2030, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU). É claro, porém, que nem sempre importa ao consumidor a noção de pegada ecológica ou de sustentabilidade, embora ambos os conceitos estejam maduros, disponíveis e incorporados ao *demi-glace*<sup>8</sup> que embebe a sociedade da informação. Embora, para ela, informação seja matéria-prima; e a convergência tecnológica, propulsora de transformações sociais<sup>9</sup>. Quantos lados devem ser considerados num panorama global de produção de alimentos?

Se, por um lado, há mais exigência em relação ao conteúdo que se produz para informar, por outro, há que se lembrar de que a relevância é como agulha no palheiro do excesso de dados. Tim Berners-Lee, criador da rede mundial de computadores (*www*), aliás, temeroso em relação ao uso que se dará à ferramenta de três décadas de idade, disse estar “muito preocupado com a proliferação de desinformação e sordidez”, em 2019.

Em *www*, as pessoas dizem ter fome de quê? Qual o papel do cozinheiro na promoção de uma alimentação mais sustentável? E do jornalista? Esses últimos, sobretudo os especializados em gastronomia, sabem que cabe hoje, ainda, o aforismo savariano aplicado dos “gastrônomos não por fisiologia, mas por condição”.

Os *foodies*<sup>10</sup>, por exemplo, são os novos epicuristas que não perdem uma novidade ou *gadget* culinário à mesa. Muito embora não sejam talhados, tecnicamente, para serem críticos e se permitam ser tratados por *digital influencers*, não raro, são casos dessa fatia *gourmand* contemporânea. De certa forma, porém, todos somos *foodies*. Basta uma câmera na mão, um prato bem montado à frente, certa capacidade de apuração e ótimas *hashtags* rastreáveis para narrar-se a última novidade. O conteúdo será dissipado em questão de bytes por segundo.

Ora, gastronomar, por assim dizer, pressupõe flertar com a alta cozinha (*haute cuisine*) e com o empratado mais simples e simbólico de qualquer resistência ao *habitus* – tão “umbigar”, individual. É possível comer de tudo um pouco contanto que não se deixe nenhum terço à margem (da estrada ou do prato), frugalmente. E que sobre

um pouco de conteúdo, em fatias ou em mensagens, para a próxima geração. O que falar sobre o comer e o que silenciar? A quem ouvir e a quem dar voz? O que visitar-se-á, anos adiante, quando a *tag*, cantada ou digitada no buscador (isso se ainda houver um) for pela expressão “gastronomia brasileira sustentável”?

Vale lembrar que restauração e os chefs brasileiros passaram a conjugar ingredientes em muitas outras línguas graças à influência do tecnicismo e *savoir-faire* de cozinheiros franceses aqui radicados desde o início dos anos 1980 (caso de Claude Troisgros e Laurent Suaudeau); e da abertura às importações no Brasil (na curta era Collor). Se, em terra *brasilis*, os planos Cruzado e Real tornaram possíveis a pasteurização e a globalização do gosto, os cozinheiros europeus, na contramão, abriram caminho e cabeças rumo à obstinação pela sustentável localidade; pelo ativismo *From Farm To Table*; pelo locavorismo. Conceitos engendrados nos Estados Unidos, Europa e ressonados, no agora, sob o mesmo apelo pela sazonalidade, pelo frescor, pela relação estreita entre cozinheiro e camponês, pela promoção à agricultura urbana e pelos sistemas agroalimentares sustentáveis etc.

A gastronomia sustentável, contudo, singra um mar bravio de possibilidades e interpretações, conforme o ditar de pegadas – ora digitais, ora ecológicas –, nas ondas da convergência digital avolumadas pelas drásticas mudanças climáticas – o aquecimento global e toda a problemática decorrente é indubitável, segundo cientistas como David Lapola, do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Amazon Face); e pela já citada avalanche de dados – vivemos em BIG DATA, mimetizados a Fake News e cheios de Fear of Missing Out (F.O.M.O.). Tudo em dimensão *omnichannel*.

Faz jus ao cerne do vibrante movimento internacional Slow Food, encampado pelo jornalista italiano Carlo Petrini, desde 1986. E é endossado por uma plêiade de especialistas multiversos, para sorte das próximas gerações. Nela, o mais (in)dócil dos expoentes coristas seja, talvez, o jornalista estadunidense Michael Pollan, para quem cozinhar



é uma história natural de transformação, com quaisquer que sejam os elementos preponderantes (ar, terra, água, fogo) evocados para a ação mais *sapiens* de todas. Aquele *homo* com 86 bilhões de neurônios contados e recontados, desde 2009, pela neurocientista brasileira Suzana Herculano-Houzel.

Entre os cozinheiros, um dos sujeitos muito atentos aos rumos da alimentação no futuro é Dan Barber, autor de *O Terceiro Prato* (2014), chef-agricultor-ativista e certo de que a cozinha é o ambiente mais Lavoisier de todos. Nada pode se perder, sobretudo quando o desperdício marca “fome” na pele e nos ossos de 815 milhões de pessoas ou 11% da população de acordo com dados da ONU divulgados em 2017. Temos já noção de que os mares e os rios já não estão para peixe, mesmo com a Revolução Azul.

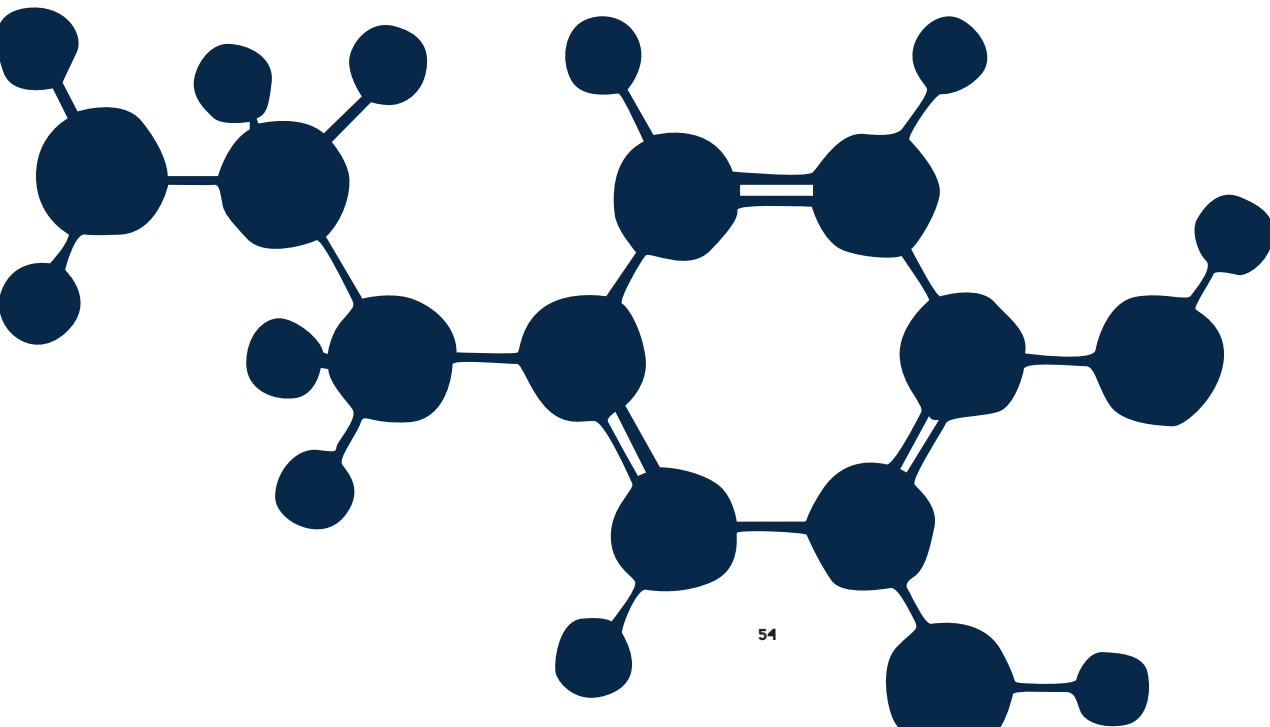
A constelação de representantes da gastronomia sustentável trajados com dólmas cresce à medida que novos chefs surgem ao redor de suas referências supernovas, para usar uma metáfora da física. Inclui tudo que cintila ao redor de figuras como Massimo Bottura (Itália), René Redzepi (Dinamarca), Enrique Olvera (México), Ferran Adrià (Espanha), Virgilio Martínez (Peru), Alex Atala (Brasil) – idealizador, ao lado de Felipe Ribenboim, do interdisciplinar Seminário Fru.To, centrado nos “diálogos do alimento”.

Ainda que sejam infinitas as sinapses a dar conta dos recados cotidianos, por vezes, faltam “junções comunicantes” ao cérebro do consumi-

dor para que perscrute e haja, de forma sustentável, em prol de um futuro viável quando beira a mesa, a gôndola ou o negócio que atenda à tendência *fresh food to go*. Há *gaps* num universo *gourmet* e raso de tanto *too much*.

Ao contrário do que a melhor A.I. e o melhor algoritmo possam projetar, as escolhas afetivas, capazes de estabelecer uma espécie de *Wi-Fi* direct memória-gosto, não são, assim, tão binárias. O bolinho de chuva da avó tem sabor de saudade, doce de salgar. Não estará perto da saudabilidade e sustentabilidade exceto se a relação entre “calorias vazias” e prazer for proporcional à medida de quão justa foi a produção dos alimentos e mínimo o impacto à biodiversidade. É nesse ponto que impera a importância do conteúdo, tanto dos comeres quanto dos dizeres.

Consumir, ao pé da letra, significa “destruir-se, gastar-se até a total destruição”; também “desaparecer da memória; apagar-se”... Ao avesso, alimentar: “nutrir(-se), sustentar(-se)” e, ainda, “fornecer assunto a”. De mãos dadas à etimologia e à análise do discurso, parece lógica a relação que se deve fazer entre alimentar-se o consumidor de informação para que ele sustente a si ao futuro<sup>12</sup>. De mãos dadas à ciência, parece imperiosa a relação entre a pesquisa e o desenvolvimento sustentável. De mãos dadas à sociedade, parece ímpar a necessidade de zelar pelos brotos deste projeto. Navegar é preciso? Rastrear o comestível será preciso.



<sup>1</sup> Érica Araiium é jornalista com especializações em Gestão da Comunicação com o Mercado, Gestão de Marketing, Jornalismo Literário, entre outras. É idealizadora do projeto Diálogos Comestíveis, palestrante, docente, e, como pesquisadora, investiga as relações entre a produção de reportagens gastronômicas e o consumo de alimentos.

<sup>2</sup> “Segundo JURAN et al. (1974), a rastreabilidade deve fazer parte de um processo produtivo, a fim de se ter a habilidade de identificar o produto e suas origens”. Mais em: <http://www.scielo.br/pdf/raeel/v1n2/v1n2a08>

<sup>3</sup> Em 1999, começou o *boom* gastronômico, ano de implementação do Curso Superior de Formação Específica em Gastronomia no formato sequencial na Universidade Anhembi Morumbi em São Paulo, por exemplo.

<sup>4</sup> Referência a “Gastronomia: prato do dia do jornalismo cultural”, dissertação de mestrado da pesquisadora Renata Maria do Amaral, que dá início a um mapeamento do jornalismo gastronômico, inserido no contexto do jornalismo cultural brasileiro contemporâneo. Programa de Pós-Graduação em Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3492>

<sup>5</sup> O termo é atribuído ao arquiteto da informação Thomas Vander Wal, que o define como “[...] o resultado da atribuição livre e pessoal de etiquetas a informações ou objetos (qualquer coisa com URL), visando à sua recuperação. A atribuição de etiquetas é feita num ambiente social (compartilhado e aberto a outros). A etiquetagem é feita pelo próprio consumidor da informação (Wal, 2007, online)”.

<sup>6</sup> Ver, ainda, Pierre Bourdieu, *La distinction. Critique sociale du jugement*. Paris: Minuit, 1979.

<sup>7</sup> Vale à pena ler o artigo “Neuromarketing: uma nova disciplina acadêmica?”, publicado em 2017 na *Marketing & Tourism Review*, disponível em: [www.revistas.face.ufmg.br/index.php/mtr/article/download/4560/pdf](http://www.revistas.face.ufmg.br/index.php/mtr/article/download/4560/pdf)

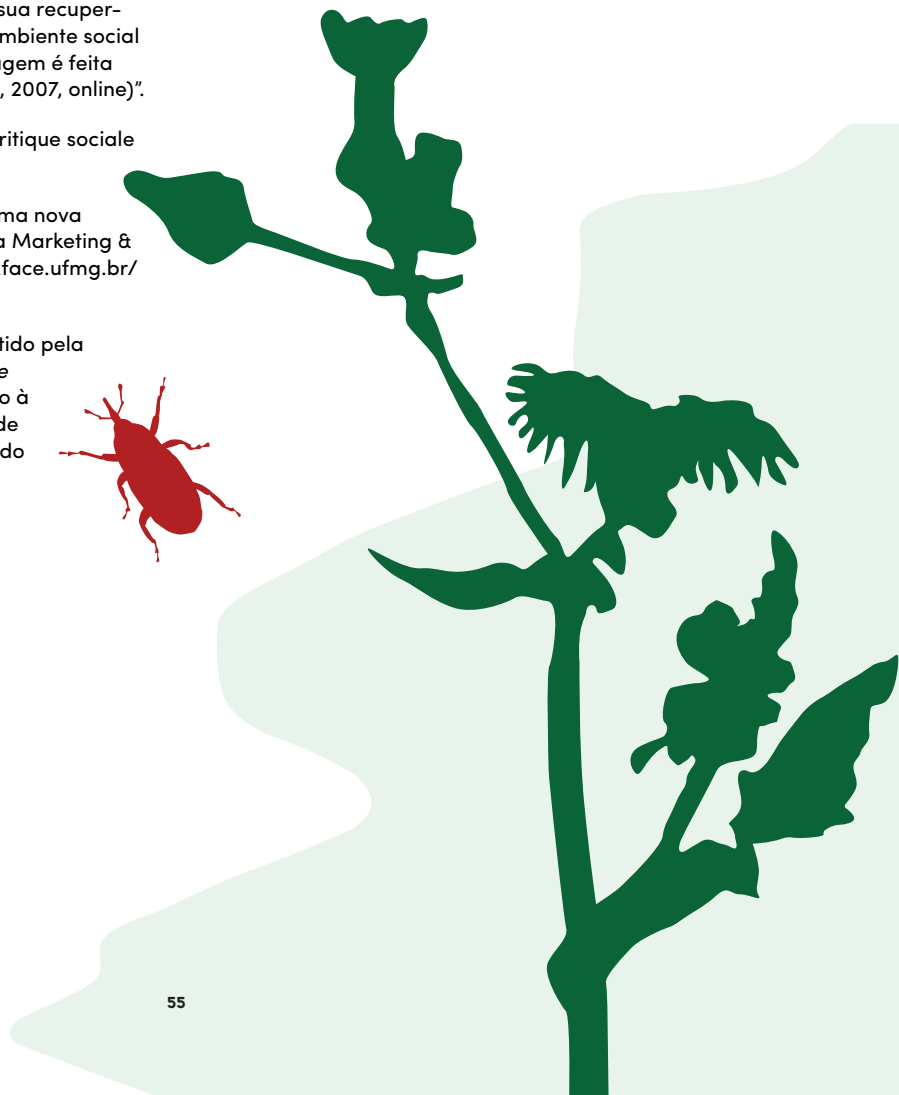
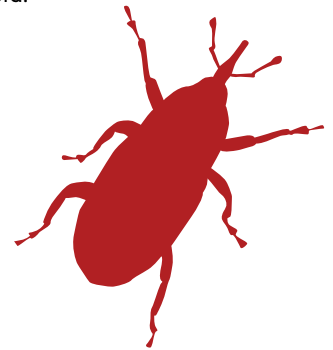
<sup>8</sup> Preparação clássica das mais versáteis. Obtido pela redução de partes iguais do molho *espagnole* (“molho mãe”) e de um fundo escuro reduzido à metade (na base de ossos bovinos e aparas de proteína bovina, geralmente vitela) até a 1/4 do seu volume original ou consistência *nappée*. Apresenta aroma de assado.

<sup>9</sup> “Meio inconscientemente, a revolução da tecnologia da informação difundiu pela cultura mais significativa de nossas sociedades o espírito libertário dos movimentos dos anos 60”. (Castells, 2000, p.25)

<sup>10</sup> A expressão apareceu, pela primeira vez, em *The Official Foodie Handbook* (1984), miniguia gastronômico de Ann Barr e Paul Levy publicado no Reino Unido. Significa “filhos do *boom* do consumo”.

<sup>11</sup> A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) no Brasil alertou, em novembro de 2017, que, anualmente, 1,3 bilhão de toneladas de comida é desperdiçada ou se perde ao longo das cadeias produtivas de alimentos. Volume representa 30% de toda a comida produzida por ano no planeta.

<sup>12</sup> Falo mais sobre o tema gastronomia sustentável neste artigo: <http://dialogoscomestiveis.com.br/index.php/pensatas-devoradas/81-gastronomia-para-saciar-o-futuro>



# FUTURO DE ALIMENTOS E BIOTECNOLOGIA

**JULIO CARLYLE MACEDO RODRIGUES**

Analista Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

O desafio da agricultura nos próximos anos consiste em avançar em três conceitos fundamentais: produtividade, nutrição e sustentabilidade. O aumento de produtividade por área cultivada, o aumento de qualidade nutricional dos alimentos e o desenvolvimento de sistemas produtivos ambientalmente sustentáveis. Em 2017, segundo o Programa das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), há 821 milhões de pessoas passando fome no mundo, e a previsão é de que esse número cresça para 2 bilhões até 2050. Para alimentar essa população, as práticas de cultivo e consumo precisam mudar. Um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da UNOSD é erradicar a fome no mundo até 2030. O setor de agricultura pode oferecer soluções tecnológicas para avançar nesta direção. Os desafios relacionados à agricultura são:

- Aumentar produtividade em regiões pobres – novas fronteiras, novos ambientes, novas variedades localmente adaptadas –, a partir da valorização de cadeias produtivas locais, tendo em vista o papel socioeconômico;
- Desenvolver, sob uma perspectiva ecossistêmica da biodiversidade, sistemas produtivos sustentáveis que reduzam a dependência de importação de fertilizantes, aumentem a eficiência, diminuam o impacto no solo, evitando a erosão, e integrem cadeias;
- Contornar a vulnerabilidade em relação às mudanças climáticas. Como a agricultura ora contribui (pecuária e cadeias de processamento) para essas alterações, ora é impactada negativamente por elas, é necessário lançar mão de estratégias que passem pela recuperação de áreas degradadas, redução de queimadas e reflorestamento, por exemplo. O Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono) também traz outras iniciativas voltadas para a produção de culturas melhor adaptadas a esse cenário;
- Gerar produtos agrícolas de alto valor agregado. As ferramentas de biotecnologia, essenciais nesse processo, tornam possível o melhora-

mento genético de espécies nativas, o aumento da qualidade nutricional dos alimentos, a criação de resiliência a pragas e a ambientes adversos de produção, entre outros.

## CONSERVAÇÃO, BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA

A capacidade de enfrentar os desafios da agricultura está diretamente relacionada à capacidade de gerar novas cultivares. Os recursos genéticos devem ser uma fonte para prospectar soluções, desenvolver produtos e gerar riqueza. Portanto, é na biodiversidade que se encontram soluções para o aumento de produtividade e mitigação de danos ambientais que também contemplem ganhos sociais. As soluções tecnológicas têm que ser robustas o suficiente para atingir grandes e pequenos produtores, gerando impactos econômicos em cadeias produtivas de *commodities* e não *commodities* agrícolas.

Uma das maneiras de preservar a biodiversidade é por meio de bancos genéticos. Segundo a UNOSD, em 2016, 4,7 milhões de amostras de sementes ou outros materiais vegetais utilizados para alimentação ou agricultura foram preservados em 602 bancos genéticos espalhados por 82 países e 14 centros regionais e internacionais.

**A CAPACIDADE DE ENFRENTAR OS DESAFIOS DA AGRICULTURA ESTÁ DIRETAMENTE RELACIONADA À CAPACIDADE DE GERAR NOVAS CULTIVARES. OS RECURSOS GENÉTICOS DEVEM SER UMA FONTE PARA PROSPECTAR SOLUÇÕES, DESENVOLVER PRODUTOS E GERAR RIQUEZA.**

O grande desafio da conservação de toda essa biodiversidade é como utilizá-la para gerar as soluções tecnológicas necessárias na agricultura para atingir a ODS de erradicação da fome. É nesse ponto que a pesquisa em biotecnologia gera soluções acessíveis. Para estreitar o caminho entre a conservação da biodiversidade e sua transformação em produtos agrícolas, é necessário um arsenal de ferramentas e estratégias que promovam o conhecimento do fenótipo ao genótipo levando a produção de novas variedades.

### **ESTRATÉGIAS PARA PRODUÇÃO DE NOVAS VARIEDADES E DOMESTICAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES**

Aproveitar o potencial de espécies selvagens que apresentam características de robustez, tolerância a estresses climáticos e resistência a pragas que são um problema para espécies cultivadas. Tomate (6º diálogo Brasil-Alemanha – Centro Alemão de Ciência e Inovação). Conhecimento da genética da espécie – DIVSEEK. Missão: “Utilizar a diversidade genética de plantas para acelerar o melhoramento de plantas cultivadas para alimentar o mundo” – Segurança Alimentar. Aproximadamente 7 milhões de acessos de plantas cultivadas estão sendo conservados em bancos genéticos pelo mundo. Qual a diversidade genética desse acervo? Quais características que podem ser úteis para aumentar produtividade, resiliência e sustentabilidade na produção de alimentos? Uma plataforma para gerar, integrar e compartilhar softwares e dados sobre a diversidade genética de plantas com o objetivo de auxiliar programas de melhoramento, curadores de bancos genéticos, pesquisadores e agricultores a caracterizarem, disseminarem e utilizarem a variação genética disponível para acelerar o melhoramento de plantas cultivadas para produção sustentável de alimentos. A tecnologia de sequenciamento em larga escala está diminuindo de custo, aumentando de maneira significativa a quantidade de dados genômicos disponíveis. Esses dados podem ser utilizados para estimar a diversidade genética de Bancos Genéticos e áreas de conservação, direcionando as melhores estratégias para conservar a com um custo menor. A utilização de abordagens de seleção genômica ampla permite utilizar esses dados para identificar diferenças genéticas associadas a características agrônômicas, levando à possibilidade de seleção precoce com alta taxa de predição. A aplicação dessa tecnologia já é uma realidade, com recursos sendo desenvolvidos para plantas perenes como

eucalipto. Com a diminuição de custo, é possível prever que essa abordagem vai ganhar mais espaço, relevância e aplicação para outras espécies.

### **NOVAS VARIEDADES GENETICAMENTE MODIFICADAS EDIÇÃO DE GENOMA (CRISPR-CAS9)**

Consiste em uma ferramenta de edição de genomas que pode facilitar o melhoramento de plantas. A ferramenta simplifica o processo de introdução de deleções e substituições de modo preciso no genoma utilizando guias de RNA que, por complementariedade, direcionam a enzima Cas9 para a região do genoma de modo específico. A Cas9 promove cortes nessa região que aciona o mecanismo de reparo da célula. O resultado se baseia em pequenas deleções em regiões específicas. A técnica pode ser ajustada para introduzir mutações, substituições e até mesmo introduzir novas cópias de genes. Os benefícios dessa nova tecnologia, sua simplicidade, baixo custo e precisão de alvo, prometem revolucionar a maneira pela qual novos produtos são gerados. Particularmente, seu baixo custo pode ajudar essa tecnologia a ter um impacto em pequenos agricultores e pequenas propriedades de países em desenvolvimento, auxiliando o desenvolvimento de variedades melhor adaptadas às condições locais. O potencial de impacto dessa tecnologia é enorme, podendo garantir a segurança alimentar nestes locais, mitigar deficiências nutricionais a partir da biofortificação de alimentos, diminuir o impacto de pragas na produtividade, gerando cultivares mais resistentes e reduzindo o uso de pesticidas. No entanto, para explorar o potencial dessa nova tecnologia, é necessário conhecimento genômico da espécie em questão. Fica claro que a utilização dessa ferramenta tende a se desenvolver com o crescimento da informação genômica e das possibilidades decorrentes disso. O futuro dessa tecnologia reside precisamente na capacidade de identificar as funções de regiões genômicas que poderão ser alteradas para gerar variedades com novas características agrônômicas de interesse. Além disso, a ferramenta ainda apresenta falhas de precisão, o que vai fomentar a busca de novas alternativas para eliminar essas deficiências. Em termos de regulamentação, a edição genômica por CRISPR/Cas9 tende a ser tratada de modo diferenciado de organismos geneticamente modificados, assim como ocorreu com a liberação do cogumelo resistente à oxidação. Embora promissora, é preciso desbravar o potencial dessa tecnologia.

## PLANTAS FUNCIONAIS BIOLOGIA SINTÉTICA

A combinação de tecnologia de sequenciamento, bioinformática e biotecnologia gera uma quantidade exponencial de dados genômicos e transcriptômicos dos mais variados tecidos vegetais, condições de crescimento e desenvolvimento, interação patógeno-praga, entre outros. Essa quantidade de informação, com a ajuda de softwares cada vez mais sofisticados e precisos, tem ajudado a entender os intrincados mecanismos que controlam vias metabólicas e de biossíntese de diversos compostos no organismo, bem como a forma como um determinado organismo reage a diferentes tipos de estresses e condições de crescimento. Esse conhecimento gera inúmeras possibilidades de alterar essas vias com o objetivo de aumentar a quantidade de um determinado composto benéfico na planta ou torná-la mais resiliente. Do mesmo modo, também elucidam estratégias para diminuir a concentração de um determinado composto maléfico para a saúde humana ou animal. As novas possibilidades de entender e manipular vias metabólicas que produzem vários compostos de interesse para saúde, alimentação e produtividade expandem as oportunidades de aliar o estudo da biodiversidade vegetal e animal e expressar essas características em plantas cultivadas. Ou seja, não é necessário utilizar as espécies nativas da biodiversidade diretamente. Identificando um ativo de interesse em espécies nativas ou pouco utilizadas, pode-se compreender sua natureza molecular e transferir essa maquinaria para espécies cultivadas, auxiliando a perspectiva de conservação ao mesmo tempo que promovemos seu uso. O contexto da geração de dados de sequenciamento permite vislumbrar um cenário em que redes moleculares complexas podem ser manipuladas para gerar plantas “inteligentes”, que respondem a condições de estresse e funcionam sensores. Essas culturas elevam a agricultura à era digital e de precisão, permitindo o uso racional de insumos, baixando o custo de produção, aumentando a produtividade e tornando o cultivo ambientalmente sustentável.

## PLANTAS FUNCIONAIS FÁRMACOS EM PLANTAS

O potencial de plataformas de produção de fármacos em plantas já é uma realidade, mas ainda há muito para avançar nesta área. Vacinas, hormônios humanos e até antivirais podem ser produzidos em plantas e oferecer uma alternativa economicamente atraente aos tradicionais métodos de síntese e purificação por fermentação em microrganismos. Durante a epidemia do Ebola na África em 2014, uma vacina antiebola foi produzida a partir da expressão transiente em fumo (Kentucky Bioprocessing). Ela foi distribuída e utilizada para combater essa epidemia. A plataforma escolhida foi a planta de fumo, modificada para expressar um gene codificando a vacina. Outra empresa, Medicago, está em fase final de aprovação de uma vacina para gripe também utilizando a plataforma de expressão transiente em fumo. Aliado ao potencial de descoberta de novas drogas, pode-se vislumbrar o aumento do uso de plantas na cadeia produtiva de fármacos no futuro próximo.

## BIOPESTICIDAS NATURAIS

Há uma variedade de pequenos aminoácidos (peptídeos) codificados no genoma de plantas e animais. Esses peptídeos podem fazer parte da estrutura de proteínas maiores, deixando sua potencial atividade biológica “escondida”. Usando algoritmos de modelagem estrutural, esses peptídeos podem ser descobertos no genoma e utilizados para os mais variados fins, como peptídeos antimicrobianos por exemplo. Em outra abordagem, a prospecção na natureza, utilizando animais, microrganismos e plantas diversas, pode levar à descoberta de um arsenal de biopesticidas, criando uma alternativa ao uso de pesticidas químicos no combate a pragas agrícolas. Essas moléculas podem ser sintetizadas in vitro, produzidas em leveduras por processo de fermentação ou utilizadas para produzir plantas geneticamente modificadas, aumentando as alternativas para o manejo integrado de pragas.

## NOVOS ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGMS)

As controvérsias iniciais sobre o desenvolvimento de organismos geneticamente modificados têm tanto a ver com a manipulação genética em si como a posição contra grandes corpora-



ções voltada para a empresa Monsanto. Nesse contexto, foi difícil separar a onda de negativismo e controvérsia ligados ao início do uso e comercialização dessa tecnologia. Alguns anos depois, os exemplos de aplicação da tecnologia tendem a mudar o foco do produtor para exemplos voltados para o consumidor. Apesar de os produtos voltados para o produtor ainda terem alta demanda, com a necessidade de novas combinações de genes inseticidas, genes bifuncionais, que promovam resistência a pragas e à seca, por exemplo, alimentos biofortificados, com maior vida de prateleira, alto teor de ômega-3, entre outros atributos, serão testados com o consumidor final ainda este ano. Dependendo da resposta, essa tendência poderá alavancar o lançamento de outros produtos OGMs. O grande desafio é o diálogo com o consumidor e a população em geral. Informação é essencial para vencer as barreiras do desconhecimento e convencer o público da segurança de OGMs.

Outra estratégia em desenvolvimento é a piramidação de características. Consiste em juntar em uma única planta dois ou mais genes que conferem características de interesse. Por exemplo, pode-se ter, numa única planta, um gene que confere resistência a uma praga e outro que confere aumento de uma determinada vitamina. Várias combinações podem ser testadas, abrindo perspectivas interessantes tanto para o produtor quanto para o consumidor.

## PLANTSCRAPERS

O conceito de estufas urbanas verticais para produção de alimentos. Utilizando técnicas biotecnológicas de produção in vitro, elas podem se tornar realidade. Com temperatura e fotoperíodo controlados, esses recintos, além de produzirem alimentos sem o uso de pesticidas, diminuem a emissão de carbono e reaproveitam a energia. Uma alternativa bastante sustentável em relação à agricultura industrial. A empresa sueca Plantagon está pronta para lançar essa iniciativa, com um prédio de 60 metros de altura e capacidade de produzir 500 megatoneladas de alimentos por ano, com direito à diminuição da emissão de carbono, à economia de água e ao uso inteligente de energia.



# RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS

USADOS NA 1ª E NA 2ª GUERRAS COMO ARMA QUÍMICA, ESSAS SUBSTÂNCIAS DEPOIS FORAM ADOTADAS NO CAMPO PARA COMBATER PRAGAS, ERVAS DANINHAS ETC. SUA DISSEMINAÇÃO OCORREU NO MEIO DO SÉCULO XX, GRAÇAS A VÁRIOS INCENTIVOS DURANTE A REVOLUÇÃO VERDE, QUE VIA NA MODERNIZAÇÃO DO CAMPO A SOLUÇÃO PARA A FOME.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável estabeleceu como meta até 2020 o manejo ambientalmente adequado dos produtos químicos e de todos os seus resíduos, com redução da liberação destes para o ar, água e solo, minimizando seu impacto sobre nossa saúde e o ambiente. Mas a tendência crescente de comercialização de agrotóxicos causa preocupação. Para o consumidor, a dica é privilegiar alimentos

de época e produtos orgânicos. Lavar, tirar a casca e as folhas externas reduz os agrotóxicos de contato, mas não aqueles que atuam dentro do alimento. Confira a seguir a presença de resíduos de agrotóxicos em alguns alimentos comercializados no Brasil, segundo relatório desenvolvido pela Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) a partir de amostras coletadas no período de 2013 a 2015.

## CEREAIS

% DE AMOSTRAS COM RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS



### ARROZ

Nº de amostras: **746**  
Com resíduos de agrotóxicos: **334**

### FARINHA DE TRIGO

Nº de amostras: **506**  
Com resíduos de agrotóxicos: **258**

### FEIJÃO

Nº de amostras: **764**  
Com resíduos de agrotóxicos: **534**

## RAÍZES, TUBÉRCULOS E BULBOS

% DE AMOSTRAS COM RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS



### CEBOLA

Nº de amostras: **495**  
Com resíduos de agrotóxicos: **50**

### BATATA

Nº de amostras: **742**  
Com resíduos de agrotóxicos: **276**

### CENOURA

Nº de amostras: **518**  
Com resíduos de agrotóxicos: **372**

## FRUTAS

% DE AMOSTRAS COM RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS



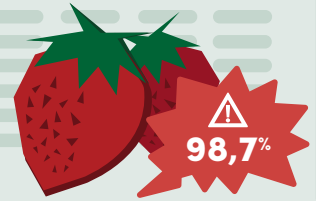
### BANANA

Nº de amostras: **501**  
Com resíduos de agrotóxicos: **100**



### MAÇÃ

Nº de amostras: **764**  
Com resíduos de agrotóxicos: **754**



### MORANGO

Nº de amostras: **157**  
Com resíduos de agrotóxicos: **155**

## HORTALIÇAS FOLHOSAS

% DE AMOSTRAS COM RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS



### REPOLHO

Nº de amostras: **491**  
Com resíduos de agrotóxicos: **145**



### COUVE

Nº de amostras: **228**  
Com resíduos de agrotóxicos: **101**



### ALFACE

Nº de amostras: **448**  
Com resíduos de agrotóxicos: **226**

## FRUTOS

% DE AMOSTRAS COM RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS



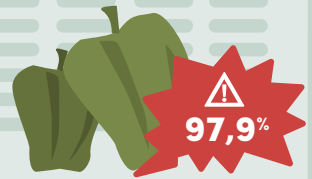
### PEPINO

Nº de amostras: **487**  
Com resíduos de agrotóxicos: **269**



### TOMATE

Nº de amostras: **730**  
Com resíduos de agrotóxicos: **684**



### PIMENTÃO

Nº de amostras: **243**  
Com resíduos de agrotóxicos: **238**

# BANCOS DE SEMENTES: A NOVA ARCA DE NOÉ

PARA PRESERVAR A BIODIVERSIDADE NO FUTURO, BANCOS GENÉTICOS ARMAZENAM AMOSTRAS DE SEMENTES E OUTROS MATERIAIS VEGETAIS. CONHEÇA EXEMPLOS NA NORUEGA, NO REINO UNIDO, NO BRASIL E NA PALESTINA.

## GERMOPLASMA

É o nome dado ao material que contém a informação genética de uma espécie, podendo ser conservado ou usado (por exemplo: pólen e sementes). Bancos ativos de germoplasma são construções destinadas à preservação desse tesouro: o material genético da flora planetária, aos quais produtores e pesquisadores podem recorrer em caso de escassez ou mesmo de extinção de alguma espécie vegetal.

+1.700  
BANCOS  
DESSE TIPO  
NO MUNDO



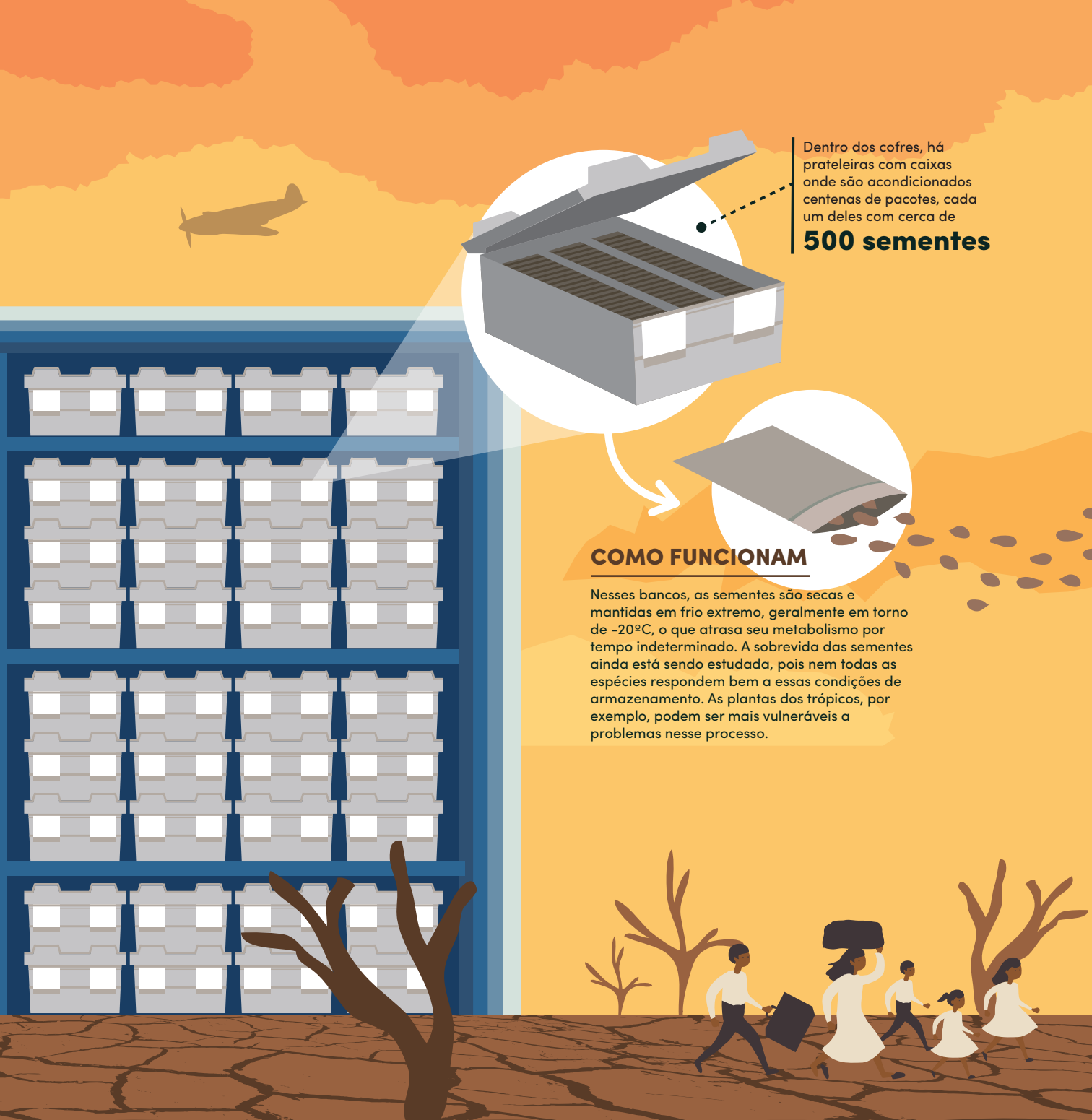
### O maior do mundo

The Svalbard Global Seed Vault fica numa ilha dentro do Círculo Polar Ártico. Financiado pelo governo da Noruega, com apoio da FAO, ele foi criado em 2008 e hoje tem mais de 4.000 espécies de plantas alimentícias. Uma das metas do banco é preservá-las em caso de catástrofe. Construído no permafrost (solo permanentemente congelado), consegue manter as sementes no frio sem usar eletricidade.



### Plantas, animais e microrganismos

O Banco Genético da Embrapa, em Brasília, conserva plantas, animais e microrganismos. Cada material demanda cuidados específicos. As sementes são armazenadas em câmaras frias a -20 °C, nas quais podem permanecer por até 100 anos. O banco já ajudou a resgatar sementes tradicionais de milho e amendoim do povo indígena Krahô, do Tocantins. Dos animais, são conservados sêmen, embriões, tecidos e DNA.



Dentro dos cofres, há prateleiras com caixas onde são acondicionados centenas de pacotes, cada um deles com cerca de **500 sementes**

## COMO FUNCIONAM

Nesses bancos, as sementes são secas e mantidas em frio extremo, geralmente em torno de  $-20^{\circ}\text{C}$ , o que atrasa seu metabolismo por tempo indeterminado. A sobrevivência das sementes ainda está sendo estudada, pois nem todas as espécies respondem bem a essas condições de armazenamento. As plantas dos trópicos, por exemplo, podem ser mais vulneráveis a problemas nesse processo.



### Espécies selvagens

Localizado próximo a Londres, Reino Unido, o Millennium Seed Bank foi construído na década de 1980 para ser o maior banco de sementes de espécies selvagens do mundo. Sua meta é conservar 25% das espécies de plantas do planeta até 2020, evitando que sejam extintas. Essa tarefa é vital não apenas quando pensamos na alimentação do futuro, mas também no fornecimento de remédios e materiais diversos.



### Patrimônio botânico e cultural

Lançada em 2016, a Palestinian Heirloom Seed Library foi criada para preservar sementes de espécies ameaçadas no território palestino e mostrar aos estudantes o patrimônio agrícola da região – um acervo que corre risco tanto por causa de conflitos armados como devido a mudanças climáticas. Qualquer pessoa pode pegar sementes no banco, cultivar as plantas e devolver novas sementes.

# UM NOVO ALIADO NA POLINIZAÇÃO



SE AS ABELHAS SUMIREM, HAVERÁ UMA CATÁSTROFE – ELAS SÃO RESPONSÁVEIS PELA POLINIZAÇÃO DE GRANDE PARTE DAS FRUTAS, LEGUMES E GRÃOS. CONSERVÁ-LAS É A PRIORIDADE. MAS, PARA ALIMENTAR UM MUNDO COM 10 BILHÕES DE PESSOAS, UMA AJUDINHA NESSA TAREFA DA POLINIZAÇÃO É BEM-VINDA.

## 1/3 DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE ALIMENTOS

Depende diretamente da atividade polinizadora e as abelhas são, entre os polinizadores, aquelas que desempenham a polinização de forma mais eficaz.

## US\$ 577 BILHÕES

Esse é valor dos serviços ecológicos e econômicos fornecidos pelas abelhas, segundo a Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.



### ⚠️ AMEAÇAS

Vários fatores estão levando ao colapso de colônias de abelhas. Alguns deles são:

- Alterações climáticas.
- Mudanças no uso do solo.
- Inseticidas como o Fipronil (já banido na Europa), que age nas células nervosas dos insetos, matando-os por hiperexcitação. Voltado a pragas que atacam plantações de milho, arroz e soja, acaba atacando outras espécies, como as abelhas.



## ROBÔS E DRONES

Vários grupos ao redor do mundo têm investigado como a tecnologia pode ajudar na polinização. Pesquisadores da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, vêm aperfeiçoando desde 2013 um pequeno robô com asas, do mesmo tamanho das abelhas, chamado RoboBee. Também nos EUA, a Universidade West Virginia apresentou em 2018 o BrambleBee, um robô terrestre, com pincéis em braços mecânicos que coletam e transportam o pólen. Conheça abaixo uma iniciativa japonesa, com minidrones voadores, que foi desenvolvida pelo pesquisador Eijiro Miyako e divulgada em 2017.

### POLINIZADOR ARTIFICIAL

- ✓ **4 cm** de largura
- ✓ **15 gramas**
- ✓ Equipados com um **gel iônico** que tem a capacidade de fixar o pólen.
- ✓ Controle **manual**.
- ✓ O drone consegue “soltar” o pólen que ficou preso no gel quando visita a próxima flor, fazendo assim a **polinização cruzada**.



A proposta foi bem-sucedida em um experimento com o lírio japonês.



### PRÓXIMO PASSO

A meta de Eijiro Miyako, que desenvolveu esses minidrones no AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), no Japão, é criar abelhas artificiais autônomas, equipadas com GPS, câmera de alta definição e inteligência artificial, aptas a voar de forma independente entre as flores.

**FONTES** FAO; Harvard University; West Virginia University; National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.

# CARNE DE LABORATÓRIO

A PROTEÍNA CULTIVADA EM LABORATÓRIO (TAMBÉM CHAMADA DE CARNE LIMPA OU *IN VITRO*) JÁ É UMA REALIDADE, QUE PROMETE SAIR DO AMBIENTE DE PESQUISA PARA A PRODUÇÃO EM MASSA NOS PRÓXIMOS ANOS.

## AGRICULTURA CELULAR

Trata-se de um novo ramo de pesquisa que tem concentrado investimentos em várias startups, principalmente na Califórnia (EUA). A meta é produzir itens de origem animal (como carne, ovos, leite, couro e gelatina) sem que seja preciso sacrificar ou encarcerar seres vivos.

## COMO FUNCIONA

Em um laboratório, pesquisadores induzem amostras de célula animal à multiplicação, num processo similar à divisão celular que ocorre na natureza. Também é possível usar bactérias e leveduras manipuladas geneticamente para fabricar nutrientes como a caseína, a proteína do leite, e produzir leite a partir de microorganismos.

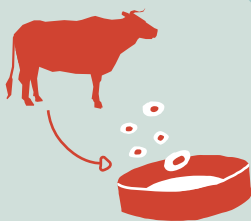
## VANTAGENS

A agricultura celular evita os custos ambientais associados à criação de gado, como o desmatamento para a ampliação de pastos. Além disso, consome pouca água e não requer fertilizante. Em relação à segurança alimentar, reduz os riscos de contaminação por doenças como a gripe aviária e o mal da vaca louca.

## HAMBÚRGUER TESTADO E APROVADO

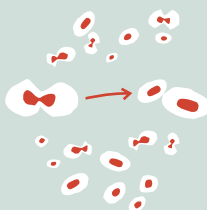
O pesquisador holandês Mark Post, da Maastricht University, desenvolveu um processo que multiplica as células em laboratório e, em 2013, divulgou o procedimento num congresso. A carne, composta por 10 mil filamentos de músculo, foi saboreada por dois especialistas, que gostaram do resultado.

1



Retirada de algumas células-tronco do músculo do animal, como a vaca, que é feita com uma pequena biópsia.

2




As células-tronco são colocadas num ambiente controlado (bioreator) e **se multiplicam naturalmente**.

3



A partir de uma amostra, **800 milhões de filamentos** de tecido muscular podem ser produzidos.

## DEMANDA POR CARNE

 2050  
**+88%**

Estima-se que, entre 2010 e 2050, a demanda global por carne de ruminantes aumente 88%.

## BRASIL

 140 cal  
**por dia**

O brasileiro é quem mais consome carne vermelha no mundo. Em 2010, isso equivalia a 140 calorias diárias por pessoa, segundo dados da WRI (World Resources Institute).

## META

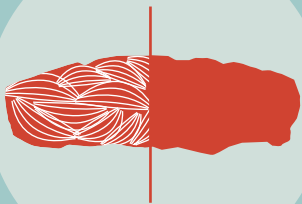
 52 cal  
**por dia**

Em prol da sustentabilidade, é preciso limitar o consumo global de carne vermelha para 52 calorias diárias por pessoa até 2050.

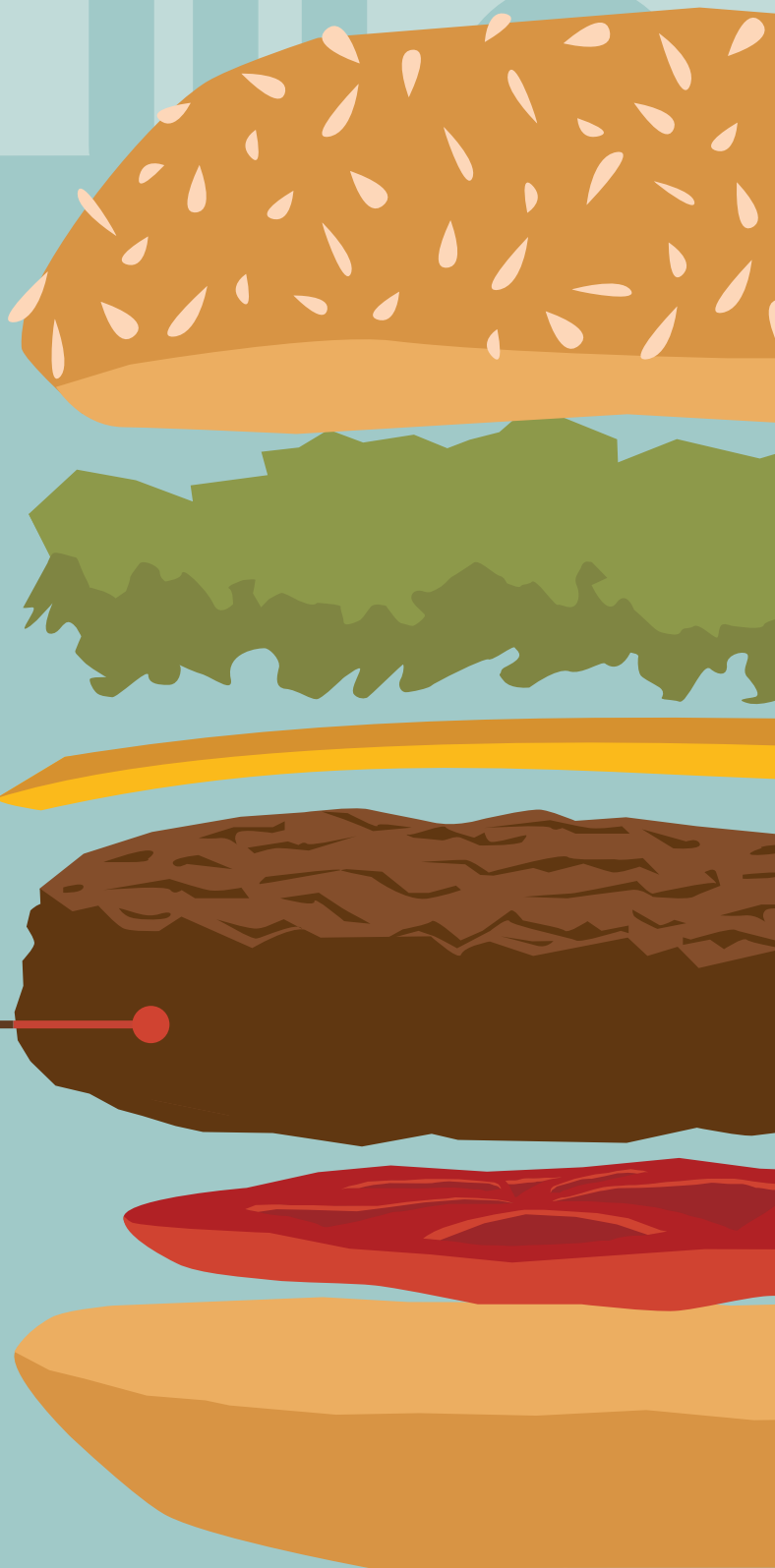
## 2/3 DA ÁREA

destinada à produção de alimentos no mundo são ocupados pela produção de ruminantes (como gado, cabras e carneiros).

4



A união de 10 mil filamentos formam o hambúrguer, ou podem ganhar outra forma, de acordo com o processamento da carne.

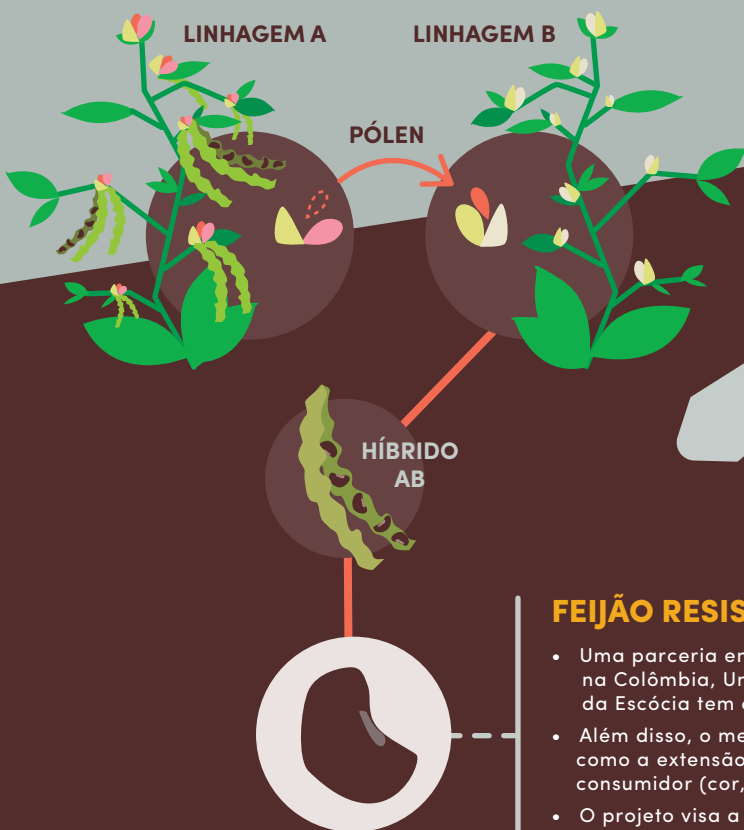


# GENES À LA CARTE

EM UM CENÁRIO DE AQUECIMENTO GLOBAL ACENTUADO, A DISPONIBILIDADE DE GRÃOS, FRUTAS E HORTALIÇAS SERÁ AFETADA, O QUE COLOCA EM RISCO NOSSA SEGURANÇA ALIMENTAR. HOJE, A MANIPULAÇÃO GENÉTICA JÁ É CAPAZ DE GERAR PLANTAS E ANIMAIS MAIS RESISTENTES A CONDIÇÕES ADVERSAS, COMO A SECA.

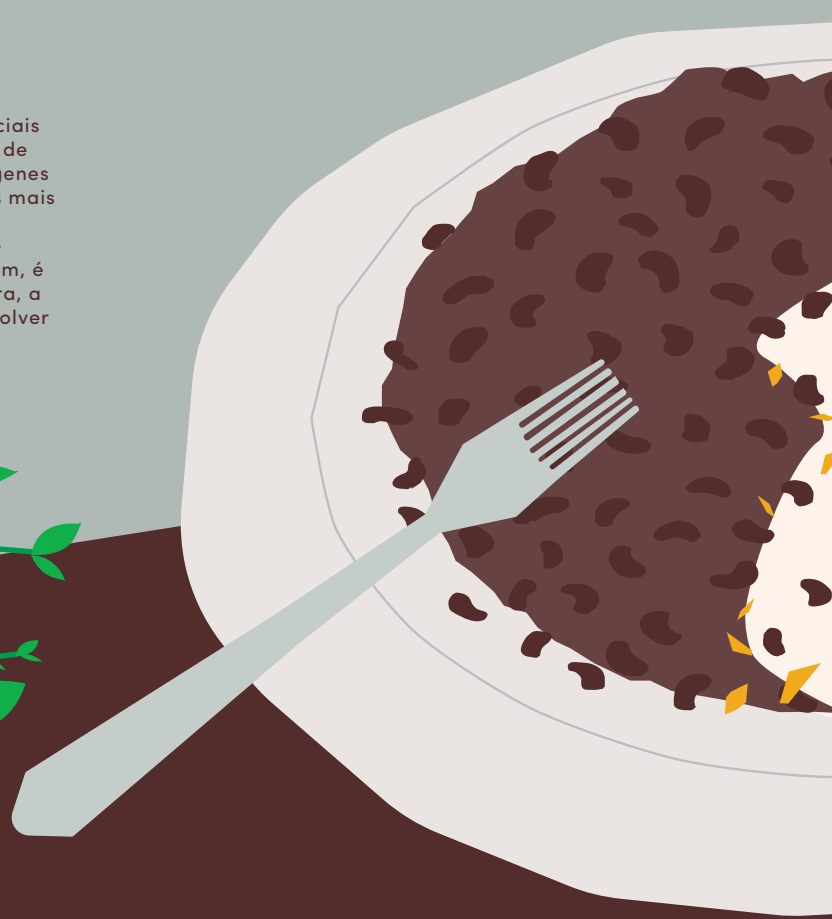
## HÍBRIDOS

São as variedades resultantes de cruzamentos artificiais entre as plantas, de forma controlada, com o intuito de promover o melhoramento genético. Eles associam genes favoráveis herdados dos "pais", cujas características mais vantajosas já foram identificadas. O processo de hibridação permite reorganizar toda a variabilidade genética das plantas envolvidas no cruzamento. Assim, é possível transmitir o sabor de uma espécie e, de outra, a resistência a doenças ou a capacidade de se desenvolver em um ambiente específico, por exemplo.



## FEIJÃO RESISTENTE A MUDANÇAS CLIMÁTICAS

- Uma parceria entre CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), na Colômbia, Universidade de Leeds, na Inglaterra, e Escola Superior Rural da Escócia tem como foco o cultivo de um feijão resistente ao calor.
- Além disso, o melhoramento também aborda aspectos socioeconômicos, como a extensão da terra usada para o cultivo e as preferências do consumidor (cor, tamanho, sabor etc.).
- O projeto visa a determinar os diferentes níveis de estresse térmico que distintas regiões da Colômbia podem sofrer no futuro e as variedades que se adequariam às novas condições.



## PRÓS X CONTRAS

Entidades argumentam que a transgenia é segura e traz benefícios, como menor demanda por água e menor uso de agrotóxicos.

Mas há questionamentos. Temos o direito de influenciar a vida de outros seres? Transgênicos podem perturbar o equilíbrio natural? Afetar a saúde em longo prazo?

**Conclusão:** não há respostas genéricas. Cada novo transgênico exige pesquisas extensas e acompanhamento, para que a liberação seja controlada e segura.

## TRANSGÊNICOS

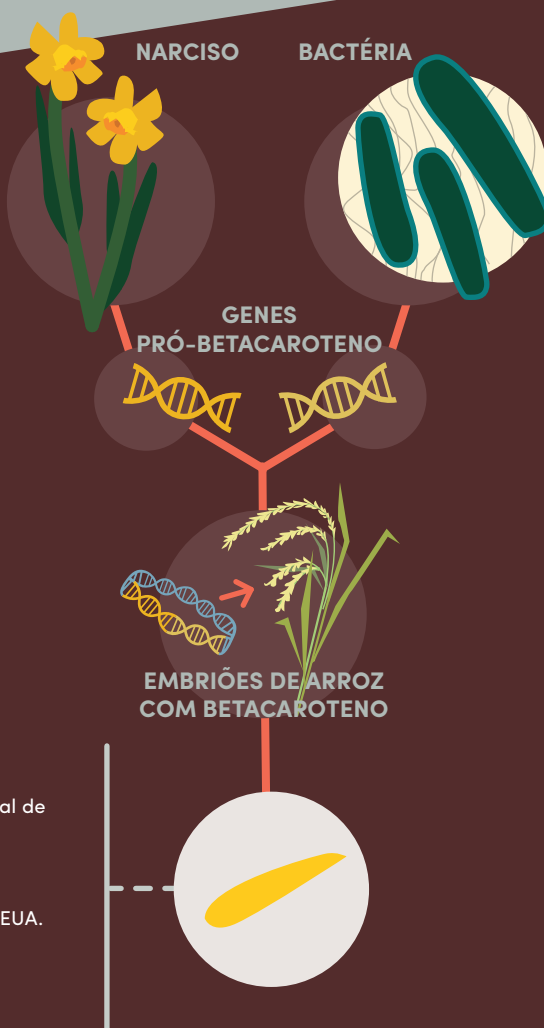
São organismos cujo DNA foi alterado por meio da incorporação de um gene proveniente de outro indivíduo, que pode ser de uma espécie ou mesmo de um reino diferente. Essa alteração genética faz com que ele apresente novas características (como a capacidade de resistir a pragas ou de produzir determinado nutriente em maior quantidade). O processo é seguido por estudos que identificam as semelhanças e diferenças entre o transgênico e um comparador histórico de uso seguro como alimento, para avaliar se ele oferece riscos.



## ARROZ COM MAIS VITAMINA

O Golden Rice foi criado na década de 1990 por Ingo Potrykus, do Instituto Federal de Tecnologia da Suíça, e Peter Beyer, da Universidade de Freiburg (Alemanha).

- Com a adição de dois genes, passou a produzir betacaroteno e vitamina A (cuja deficiência causa perda da visão, entre outros problemas).
- O primeiro teste de campo do Golden Rice foi colhido em 2004, na Louisiana, EUA.
- Por enquanto, o Golden Rice foi considerado seguro pelos governos da Austrália, Canadá, Nova Zelândia e EUA.
- Ainda não está disponível para agricultores devido à oposição ao uso de transgênicos.





Custodio Coimbra

04

SAÚDE

&

SOCIEDADE

COMO PERMITIR QUE TODOS  
TENHAM ACESSO A UMA DIETA  
NUTRITIVA E DIVERSIFICADA?



Nossa aventura pelo universo dos sabores começou pelo alimento mais precioso de todos: o leite materno. Sua formulação é tão equilibrada e completa que ele é capaz de suprir todas as nossas necessidades ao longo dos primeiros seis meses de vida. Trata-se de um ótimo ponto de partida para nossa trajetória alimentar. Infelizmente, nem sempre essa história avança por um bom caminho.

Hoje, grande parte da população enfrenta problemas de saúde relacionados à alimentação ao longo da vida, seja porque a comida a que tem acesso é insuficiente, seja porque é de má qualidade. Muitas vezes, esses problemas de saúde já surgem na primeira infância.

De acordo com um relatório da FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), publicado no ano passado, a situação é bem preocupante. O número de pessoas que passam fome subiu nos últimos anos: era de 804 milhões em 2016 e chegou a 821 milhões em 2017. Só na África, a fome afetou mais de 256 milhões de pessoas em 2017, quase 21% da população. Na Ásia, estima-se que a fome tenha afetado 515 milhões no mesmo ano, o que corresponde a 11,4% dos habitantes.

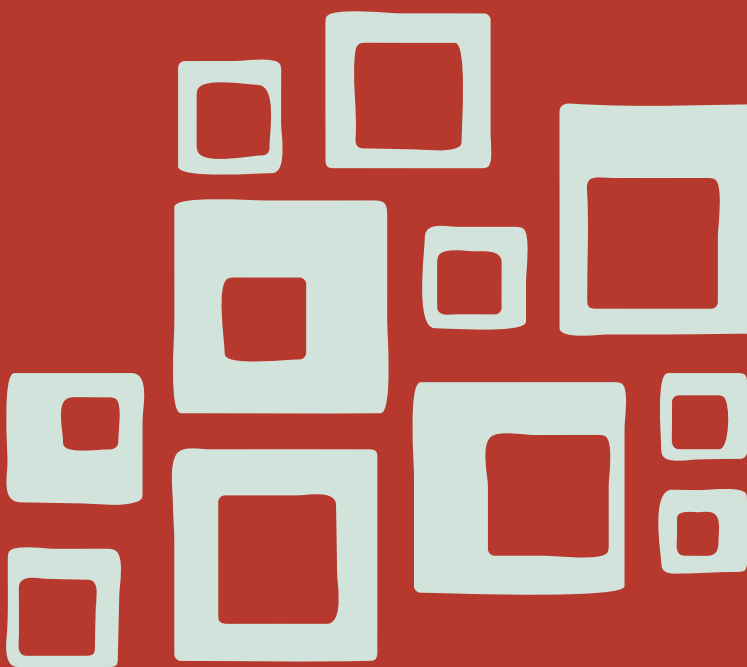
Ao mesmo tempo, os números relativos a obesidade e sobrepeso sobem em ritmo acelerado – uma situação que também inspira cuidados, pois o excesso de peso pode acabar levando a uma série de doenças, como diabetes, hipertensão e alguns tipos de câncer. Entre 2012 e 2016, a proporção de adultos obesos passou de 11,7% para 13,2% no mundo. Isso significa que um em cada oito adultos no mundo é obeso, ou seja, tem um IMC (índice de massa corporal) igual ou superior a 30. Ao todo, são cerca de 672 milhões de pessoas.

Vale lembrar que a obesidade também está relacionada a um componente econômico: opções altamente calóricas e pouco nutritivas costumam ser mais baratas que frutas, verduras e legumes, por isso, famílias de baixa renda podem acabar consumindo alimentos que fornecem muita energia, mas poucos nutrientes.

Na luta em prol de uma alimentação adequada para todos, precisaremos recorrer a múltiplas abordagens. O México, por exemplo, instituiu um imposto especial sobre refrigerantes, como forma de desestimular o consumo da bebida e, assim, combater a obesidade, tanto em crianças como em adultos. No Brasil, está em discussão um novo padrão de rotulagem de alimentos para que o consumidor tenha mais facilidade na hora de identificar (e evitar) aqueles com alto teor de gordura, açúcar e/ou sódio.

Paralelamente, surgem iniciativas que buscam incentivar o consumo de opções nutritivas e de baixo custo, mas pouco conhecidas ou valorizadas. Especialistas vêm recomendando, por exemplo, uma redução no consumo de carne de vaca em prol de outras fontes de proteína, cuja produção gera menor impacto ambiental. A lista inclui algas, cogumelos e insetos. Isso mesmo, insetos. Embora isso possa soar estranho em certas culturas, os insetos já integram a dieta de cerca de 2 bilhões de pessoas.

Precisa de tempo para digerir melhor essa ideia? Então talvez seja mais fácil começar pelas PANCs (plantas alimentícias não convencionais). Crescendo espontaneamente em zonas rurais e urbanas e frequentemente descartadas como mato, plantas como a taioba e a bertalha têm potencial para tornar nossas refeições muito mais nutritivas e saborosas. Por que não aproveitá-las no próximo almoço em família ou com amigos?



# “PRECISAMOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS QUE PAREM O SUBSÍDIO AOS ULTRAPROCESSADOS”

## CARLOS AUGUSTO MONTEIRO

Médico e professor da Universidade de São Paulo.  
(Entrevista concedida a Davi Bonela e Meghie Rodrigues, pesquisadores da Diretoria de Desenvolvimento Científico do Museu do Amanhã).

Carlos Augusto Monteiro é um dos mais importantes especialistas brasileiros em questões que dizem respeito à relação entre alimentação e saúde. Médico, Monteiro é professor da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Ele faz parte do NUGAG (Nutrition Guidance Expert Advisory Group), painel de especialistas em Nutrição da Organização Mundial da Saúde, e também integrou duas forças-tarefa da Organização Panamericana de Saúde para eliminação das gorduras trans e para redução do consumo de sódio nas Américas.

Não fosse muito, ele também orientou uma pesquisa de largo alcance sobre fatores de risco de doenças crônicas entre os brasileiros realizada por meio de entrevistas telefônicas. O estudo foi tão bem-sucedido que inspirou o Ministério da Saúde a criar o sistema Vigitel, que pesquisa a alimentação dos brasileiros de todas as capitais do país por meio de entrevistas telefônicas desde 2006. Mais recentemente, Monteiro participou da criação do Guia Alimentar para a População Brasileira, produzido pelo Ministério da Saúde, com o objetivo de melhorar a informação dos brasileiros sobre alimentação.

Em entrevista ao Museu do Amanhã, Carlos Monteiro fala sobre a alimentação dos brasileiros sob diversos ângulos. Para ele, uma alimentação saudável requer políticas públicas adequadas desde o cultivo dos alimentos até as melhores escolhas dos cidadãos sobre o que comprar, o que colocar no prato. Monteiro tem fé na união entre políticas públicas e ações individuais para melhorar a qualidade da dieta do brasileiro – que, segundo reforça, ainda não chegou a um patamar tão preocupante quanto nos Estados Unidos ou Inglaterra, por exemplo. Mas a quantidade de pessoas doentes em decorrência da má alimentação aumenta no país e isto pode acarretar não apenas

prejuízo em gastos públicos com tratamentos hospitalares (em um país em que o Sistema Único de Saúde segue em processo de sucateamento crescente em favor das operadoras de plano de saúde privadas), mas também na queda da qualidade e expectativa de vida do brasileiro em geral.

## “ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL” É UMA EXPRESSÃO TÃO REPETIDA – DESDE A PUBLICIDADE ATÉ OS DEBATES PÚBLICOS – QUE PARECE SER UM SENSO COMUM. MAS O QUE VEM A SER ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL DE FATO?

Dependendo do tipo de alimentação que uma pessoa tem, ela terá mais ou menos saúde, mais ou menos doença. A alimentação que é saudável, que dá mais saúde para as pessoas, ajudando-as a viver mais e melhor, com mais bem-estar, é também a alimentação produzida por um sistema alimentar que agride menos o meio ambiente e promove mais justiça social.

Os alimentos variam de lugar para lugar – mas há requisitos na alimentação que são, digamos, universais. Um consenso é o de que a alimentação precisa ser baseada em alimentos. Parece uma constatação óbvia, mas não é. Nas últimas décadas, mais e mais pessoas se alimentam não propriamente de alimentos naturais – ou destes alimentos modificados para que durem mais tempo, como vem acontecendo há séculos, milênios –, mas consumindo fórmulas, formulações industriais. Por mais que a indústria moderna de alimentos invista em melhorar sua capacidade tecnológica, essas formulações não podem substituir a alimentação que é baseada nos alimentos naturais e nas preparações culinárias.

Podemos considerar que a alimentação saudável tem, então, quatro dimensões. A primeira delas

é que este tipo de alimentação se baseia em alimentos que a natureza nos proporciona e que podemos – e devemos – modificar. Veja o leite, por exemplo: mesmo *in natura*, estraga rapidamente e pode estar contaminado. Por isso, processos como a pasteurização fazem com que o leite não perca nenhum nutriente importante, o que nos ajuda a consumi-lo com segurança durante vários dias. A maioria dos alimentos naturais que consumimos sofre algum processamento mínimo. Eles são secos, empacotados, moídos, fermentados.

## **O SISTEMA ALIMENTAR QUE SE BASEIA EM CARNE, LEITE E OVOS É UM DESASTRE PARA A NATUREZA – NÃO APENAS EM FUNÇÃO DO DESGASTE AMBIENTAL, MAS TAMBÉM PORQUE O CONSUMO EXCESSIVO DE ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL, PRINCIPALMENTE A CARNE VERMELHA, OCASIONA VÁRIOS PROBLEMAS DE SAÚDE, COMO DOENÇAS CARDIOVASCULARES E ALGUNS TIPOS DE CÂNCER.**

Além de ser baseada em alimentos *in natura* ou minimamente processados, a alimentação saudável contempla uma grande diversidade de alimentos. Esta é, justamente, a sua segunda dimensão. Não existe, na natureza, um “superalimento” capaz de, sozinho, nos nutrir e alimentar. Por isso, precisamos de alimentos bastante diversos para ter uma dieta adequada. Tanto que há vários indicadores de alimentação saudável que se baseiam no número de famílias de alimentos que se consomem ao longo do dia: se você consome pelo menos 5 grupos de alimentos diferentes, é muito provável que você vá ter uma alimentação nutricionalmente equilibrada. Muito mais do que se consumisse apenas arroz ou apenas mandioca, por exemplo.

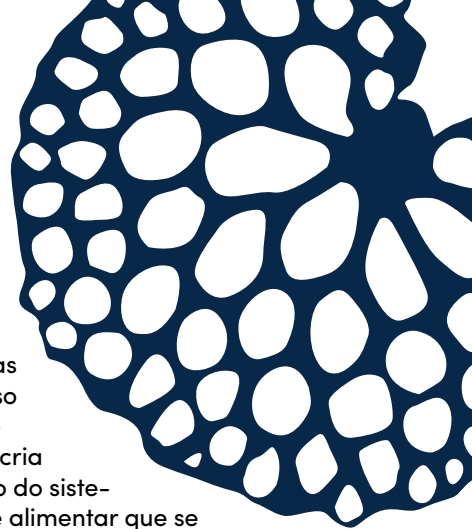
A terceira dimensão se refere à necessidade de reduzir a proporção de alimentos de origem

animal. A maior parte das calorias que consumimos deveria vir de plantas, de alimentos de origem vegetal. Uma das grandes razões para isso também diz respeito ao meio ambiente – o que cria interface com a questão do sistema alimentar. O regime alimentar que se baseia em carne, leite e ovos é um desastre para a natureza – não apenas em função do desgaste ambiental, mas também porque o consumo excessivo de alimentos de origem animal, principalmente a carne vermelha, ocasiona vários problemas de saúde, como doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer.

A quarta dimensão de uma alimentação saudável tem a ver com a preparação desses alimentos. O uso de ingredientes culinários processados, como sal, açúcar e algum tipo de gordura, é bastante útil para transformar os alimentos em comida, em receitas, em sobremesas, em preparações culinárias... No entanto, esses condimentos precisam ser usados com moderação para que a maior parte das calorias da nossa alimentação não venha deles, mas sim do arroz, do feijão, das hortaliças, da fruta, do leite, enfim, dos alimentos reais, dos alimentos de verdade.


### **E COMO ESTÁ A ALIMENTAÇÃO DOS BRASILEIROS HOJE? MUDOU MUITO NOS ÚLTIMOS ANOS? E QUAIS AS TENDÊNCIAS PARA O FUTURO DA NOSSA ALIMENTAÇÃO?**

No Brasil, há uns 50 anos, havia pessoas que eram tão pobres, em tal quantidade – ainda há, mas menos –, que não tinham capacidade econômica de adquirir alimentos nem em quantidade, nem em qualidade. Era comum nessa época o que chamamos de “monotonia da dieta” – particularmente danosa para crianças, que, por estarem em fase de crescimento, precisam de uma alimentação ainda mais diversificada do que a de adultos. A dificuldade no acesso a alimentos, somada à falta de saneamento do meio e à precária assistência à saúde, produzia elevadíssimas taxas de desnutrição infantil. Lembro-me muito bem, quando comecei a trabalhar como médico pediatra na periferia da cidade de São Paulo e no Vale do Ribeira, de como eram frequentes os casos de



desnutrição. A pobreza diminuiu muito no Brasil nos últimos 20 ou 30 anos, e políticas públicas acertadas levaram à quase universalização do abastecimento de água e da assistência básica de saúde. Ainda que as desigualdades sociais persistam no país, do ponto de vista da desnutrição, nossa situação hoje é muito melhor do que há 20 ou 30 anos.

No entanto, outro fenômeno aconteceu nesse período: à medida que as pessoas deixaram de ter esse limite tão estrito de renda e poder aquisitivo e passaram a ser consumidoras, também houve uma mudança muito grande no sistema alimentar. O Brasil do fim da década de 1990



começou a ter investimentos gigantescos de empresas internacionais que dominam a produção o mercado de alimentos ultraprocessados. Com a abertura de capital para investimento estrangeiro decorrente das negociações do Consenso de Washington, várias empresas, como as de refrigerantes, biscoitos, sobremesas, salgadinhos e redes de *fast-food*, vieram para o Brasil.

Assim, de um lado, tivemos mais pessoas com poder de compra e, de outro, uma entrada massiva de capital estrangeiro, que, inclusive, passou a comprar empresas nacionais de alimentação. De modo que, hoje, praticamente não há

## **ENQUANTO A FOME E A DESNUTRIÇÃO SÃO UMA CONSEQUÊNCIA BÁSICA DO NÃO CONSUMO, UMA CONSEQUÊNCIA DA EXCLUSÃO DAS PESSOAS DO MERCADO, A OBESIDADE E A DIABETES SÃO DOENÇAS QUE DECORREM EXATAMENTE DA INTEGRAÇÃO DAS PESSOAS À SOCIEDADE DE CONSUMO.**

empresas de alimentação ou de bebidas que sejam nacionais – são todas internacionais.

E estas empresas têm grande capacidade de produzir padrões de consumo que nunca havíamos visto. Estas empresas empregam técnicas

agressivas de *marketing* – e sabemos que o marketing hoje está cada vez mais sofisticado e acaba definindo os padrões de consumo das pessoas. Passamos a ter um número crescente de pessoas que começam a deixar de almoçar, de jantar e de comer o seu arroz com feijão para se alimentar de produtos ultraprocessados – *snacks*, refrigerantes, *fast-food*, comida congelada, sopa instantânea, macarrão instantâneo, sobremesas industrializadas... estes que estão na categoria dos chamados alimentos ultraprocessados. Inclui-se alimentos chamados ‘funcionais’ ou de linha *diet* e *fit* – não são saudáveis porque são nutricionalmente muito pobres, feitos com ingredientes de muito baixo custo.

Por isso, no Brasil estamos enfrentando uma epidemia de obesidade e diabetes sem paralelos. E isto é um caso de saúde pública, porque tem impacto no desenvolvimento urbano e na economia – e inclusive no sistema de saúde que não tem estrutura para atender a todas estas pessoas, já que estas doenças demandam muitos recursos, muitos medicamentos. Mesmo em países ricos como os Estados Unidos, por exemplo, o sistema de saúde não suporta arcar com todos os custos – e por isso os preços de seguro de saúde ficam cada vez mais altos por lá.

**EM 2014, FOI MUITO COMEMORADA A SAÍDA DO BRASIL DO MAPA DA FOME DA ONU. NO ENTANTO, A OBESIDADE, UM OUTRO LADO DA INSEGURANÇA ALIMENTAR, NOS AMEAÇA MAIS E MAIS. O QUE FALTA PARA ERRADICARMOS A FOME COMPLETAMENTE NO PAÍS? E COMO LIDAR COM O AUMENTO DOS ÍNDICES DE OBESIDADE NA POPULAÇÃO?**

Um aspecto importante que temos que entender é que enquanto a fome e a desnutrição são uma consequência básica do não consumo, uma consequência da exclusão das pessoas do mercado, a obesidade e a diabetes são doenças que decorrem exatamente da integração das pessoas à sociedade de consumo. Todo este debate e preocupação com estas doenças não ocorre apenas no Brasil – pelo contrário, está presente em vários países como EUA, Inglaterra, Canadá, Austrália... e é interessante que nem todos os países desenvolvidos estão na mesma situação. Itália e França são dois países em que o consumo de ultraprocessados é menor que no Brasil e não há epidemias de obesidade e diabetes na mesma

proporção como ocorre aqui. No Japão, a situação é semelhante. A China está caminhando para ter estas grandes epidemias, mas o Japão não – o que é interessante porque mostra que nem tudo está perdido. A França, a Itália e o Japão são países altamente capitalistas, onde se tem um mercado consumidor enorme – mas que têm culturas alimentares tão fortes que impediram a invasão de alimentos ultraprocessados e isso nos leva a discutir soluções.

Para podermos solucionar a situação no Brasil, o primeiro passo é estancar a deterioração dos padrões alimentares no país. O consumo de ultraprocessados ainda não é muito grande, deve girar ainda em torno de 25% das calorias – o que significa que a maior parte do que comemos ainda é “comida de verdade”: arroz, feijão, carne, verduras, legumes... Então, parte do enfrentamento a dietas não-saudáveis está em resistir ao abandono dos nossos padrões alimentares tradicionais, porque neles está a solução.

Por outro lado, coletivamente, investir na criação e manutenção de políticas públicas que dificultem a exposição das pessoas a alimentos ultraprocessados. E como fazer isso? Há experiências de diversos outros países que estão enfrentando o mesmo problema. Precisamos de políticas públicas que parem o subsídio a estes produtos. Várias empresas de refrigerante instaladas na Zona Franca de Manaus, por exemplo, recebem descontos enormes em seus impostos. O que se deveria fazer é justo o contrário: exigir que elas paguem seus impostos, e não apenas isso – seria preciso aumentar-lhes os impostos, taxar estes produtos, como fizemos com a indústria de cigarros. Precisamos de políticas fiscais adequadas também para a promoção da agricultura familiar, que, majoritariamente, se dedica a produzir alimentos de verdade, e de restrição da publicidade de produtos ultraprocessados. Embora tenhamos o Programa Nacional de Alimentação Escolar, que estimula o preparo de comida de verdade nas escolas, no Brasil ainda não há nenhuma legislação que proteja as crianças contra a publicidade

de ultraprocessados, por exemplo. Não é uma luta perdida, mas é uma briga bem difícil que é mundial, não se restringe apenas ao Brasil.

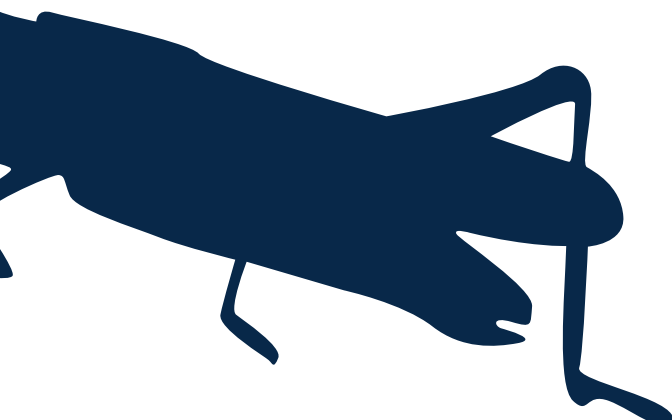
### **DIMINUIR A OFERTA DE ALIMENTOS ULTRAPROCESSADOS NOS CARDÁPIOS É UMA TAREFA ÁRDUAS NO BRASIL E NO MUNDO. TEMOS FEITO O INVESTIMENTO NECESSÁRIO EM POLÍTICAS PÚBLICAS PARA PROMOVER UMA ALIMENTAÇÃO DE QUALIDADE ENTRE OS BRASILEIROS? COMO O GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA AJUDA NESSE PROCESSO?**

Há duas menções que eu faria: a primeira e mais interessante – no Brasil e no mundo – é a reestruturação da agricultura familiar, com créditos ou com apoio técnico. Há milhões de agricultores familiares aqui no Brasil. O Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – faz justamente isso: empresta dinheiro ao agricultor familiar, porque é ele quem produz a maior parte dos alimentos in natura ou minimamente processados que comemos.

Juntamente com isso, o governo brasileiro apoia a compra desses alimentos como faz com o Programa Nacional de Alimentação Escolar. Devemos ter ao menos 30 milhões de crianças que são alimentadas todos os dias nas escolas – e que assim, consomem alimentos in natura ou minimamente processados regularmente. Antigamente, quem mandava no nicho de mercado da merenda escolar eram as empresas de ultraprocessados – e hoje isso se inverteu, pois quem tem o domínio deste mercado é a agricultura familiar com auxílio de políticas públicas. A União também compra alimentos desta fonte para prisões e hospitais, por exemplo.

Com a oferta massiva de alimentos ultraprocessados – alguns travestidos de alimentos saudáveis – tornou-se necessário informar a população sobre a questão. As pessoas precisam saber, por exemplo, que uma barrinha de cereal não é tão saudável quanto parece. Aí entra o Guia Alimentar brasileiro.

O compromisso com o leitor do Guia é mostrar que existem ações possíveis de serem feitas na esfera individual – preferir alimentos frescos, comprar de agricultura familiar, desligar a TV ou trocar de canal quando aparece uma publicidade de ultraprocessados, por exemplo – mas também

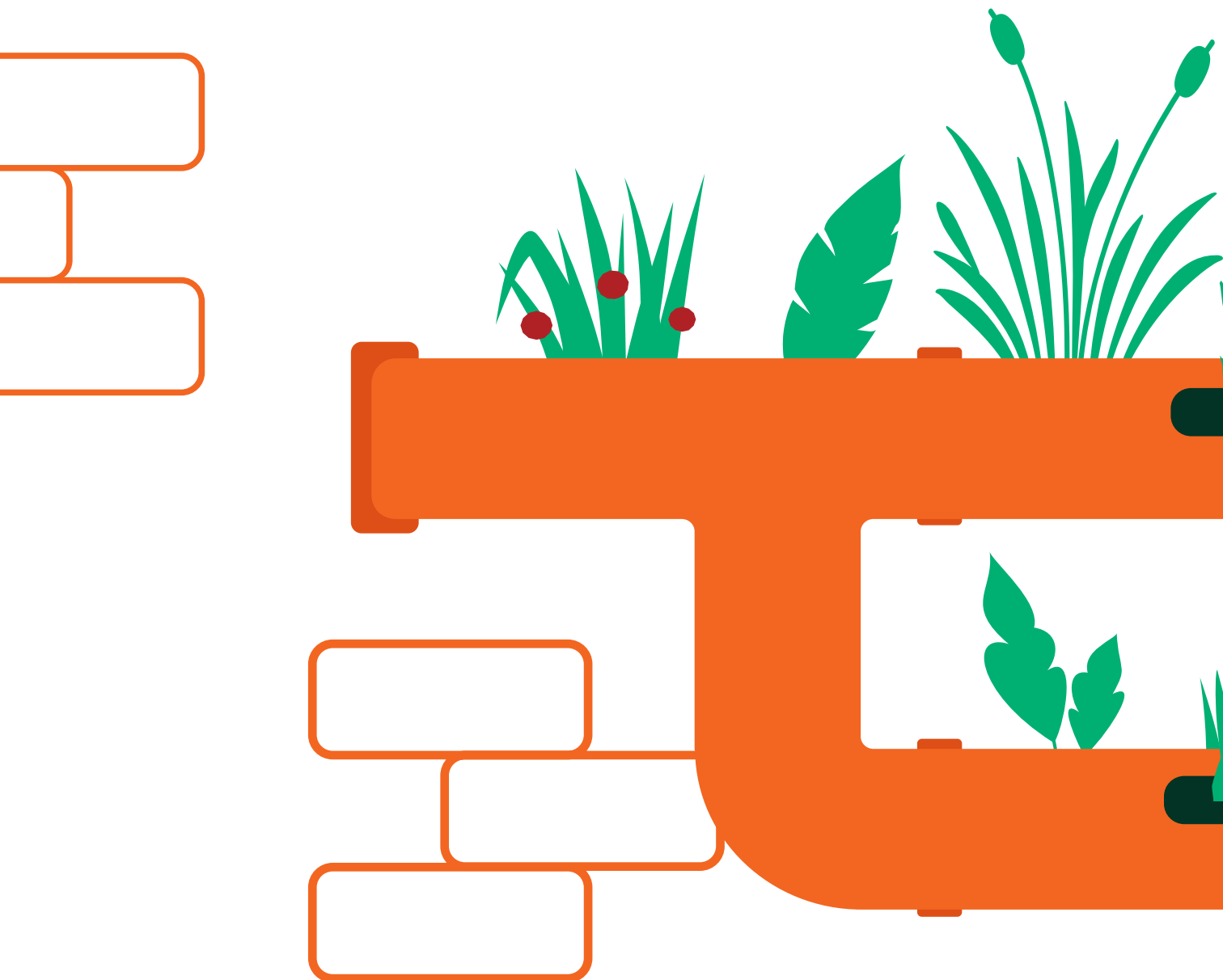


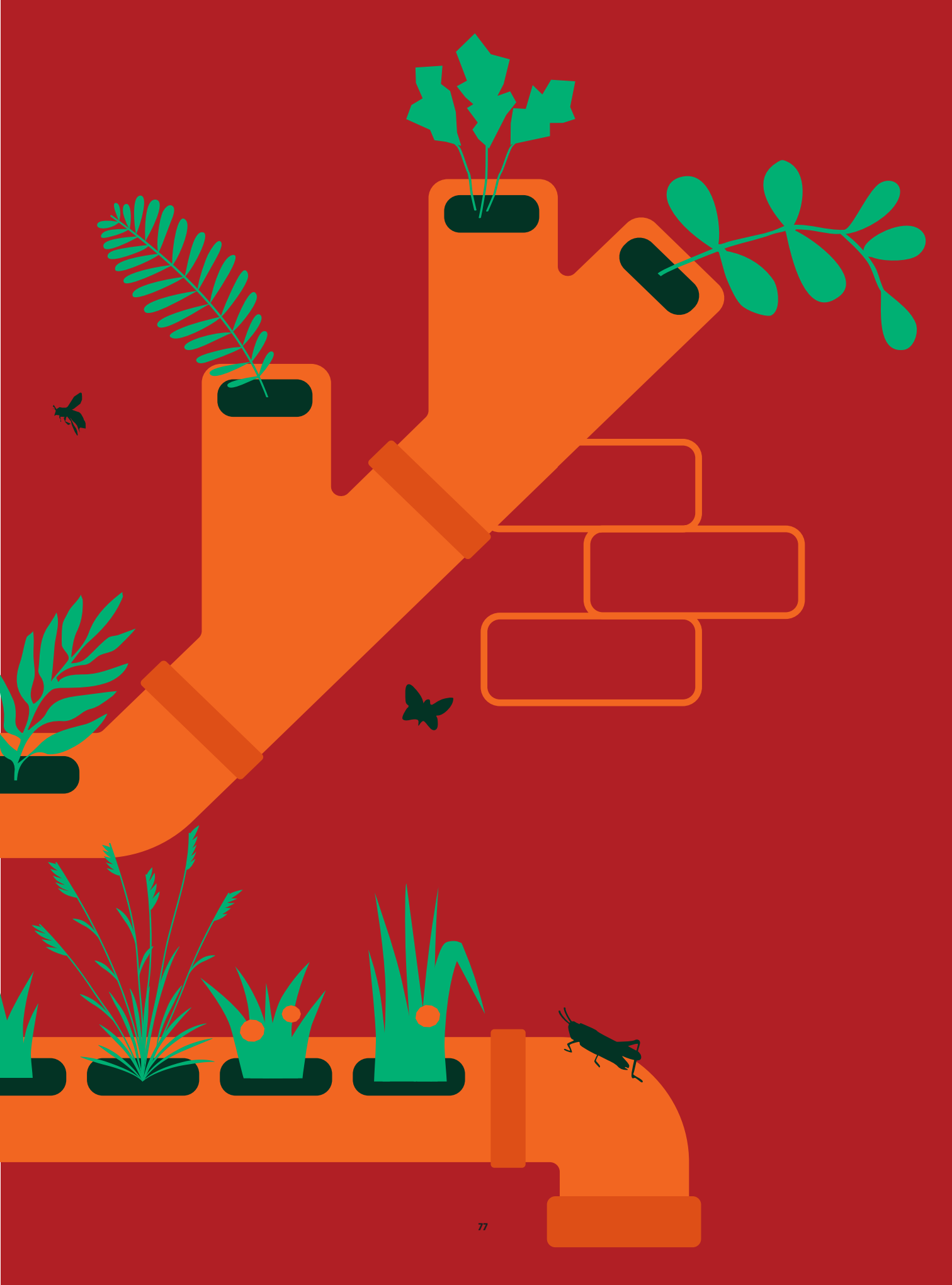
há questões mais amplas. É preciso mostrar ao leitor que para haver mudança é preciso que haja políticas regulatórias – e que a indústria de ultraprocessados tem muita força econômica e política para eleger políticos e para pressionar autoridades ligadas à saúde para que aquelas políticas não sejam implementadas.

O Guia também quer ajudar o consumidor a lutar por seus direitos de informação, por exemplo nos rótulos dos alimentos – que geralmente é confusa ou insuficiente.. Então, o que propomos às pessoas é: “faça o que você pode, o que está ao seu alcance, mas também lute para eleger políticos que vão aprovar leis que você precisaria

para ter um ambiente alimentar mais saudável”, para ter uma sociedade que seja coletivamente mais informada. Assim, não seria preciso desligar a TV para não ver publicidade de refrigerante porque haveria uma legislação, como em vários países, que impediria que esse tipo de propaganda chegasse às crianças.

O Guia Alimentar brasileiro foi o primeiro a trazer mensagens claras para a população sobre a necessidade de se evitar o consumo de alimentos ultraprocessados. Uruguai e Equador já possuem também guias com mensagens semelhantes e outros países, como o Canadá, estão revisando os seus guias à luz da experiência brasileira.





# CARÊNCIA X EXCESSO

DE UM LADO, MILHÕES PASSAM FOME. DE OUTRO, MILHÕES LIDAM COM A OBESIDADE. EM COMUM, O FATO DE QUE OS DOIS GRUPOS ESTÃO ASSOCIADOS À QUESTÃO DA INSEGURANÇA ALIMENTAR NO MUNDO.


**FOME** Ocorre quando a alimentação diária não propicia energia suficiente para a manutenção do organismo e o desempenho de atividades cotidianas. Para a ONU, fome está associada à dolorosa sensação causada pelo desejo por comida.


## CAUSAS

 **Desigualdade social**

 **Conflitos armados**

 **Mudanças climáticas**

 **Falta de saneamento básico**  
(deixa a população suscetível a parasitoses que afetam a absorção de nutrientes)

 **Desperdício**  
(1/3 do volume total é perdido entre a armazenagem, a distribuição e a casa dos consumidores)

## CONSEQUÊNCIAS

 **Malformação dos ossos e dos nervos**

 **Anemia**

 **Mortalidade**

 **Maior propensão a infecções**

 **Baixa estatura**

## PESSOAS COM FOME \*



(Contudo, 6% das crianças brasileiras com menos de 5 anos sofriam com a desnutrição crônica em 2009.)

\* % da população que enfrenta o problema, em 2016.

# OBESIDADE

Para a Organização Mundial da Saúde, é um acúmulo excessivo de gordura capaz de afetar a saúde. Em adultos, o IMC (índice de massa corporal) acima de 30 indica obesidade. Acima de 25, sobrepeso.

## CAUSAS



**Mudança no padrão alimentar devido à industrialização.**



**Limitação econômica**

(alimentos altamente processados, como refrigerantes e bolachas, costumam ser mais baratos que proteínas e vegetais).



**Falta de atividade física.**

## CONSEQUÊNCIAS



**Carência nutricional**



**Diabetes**



**Alguns tipos de câncer**



**Hipertensão**

## POPULAÇÃO OBESA \*\*



(7,3% das crianças brasileiras com menos de 5 anos estavam com sobrepeso em 2012, quando a média mundial era 5,4%.)

\*\* % de adultos, em 2016.



# O PODER DAS PANCS

**AS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS ERAM CONSUMIDAS TRADICIONALMENTE, MAS FORAM SENDO ABANDONADAS POR UMA QUESTÃO CULTURAL. CONFUNDIDAS COM MATO, ELAS PODEM SER GRANDES ALIADAS NA LUTA CONTRA A INSEGURANÇA ALIMENTAR.**

Em 2006, a Embrapa Hortaliças, em Brasília, criou um banco com vários tipos de PANCs. Hoje, ele reúne mais de 50 espécies de hortaliças, com o intuito de conservar esse patrimônio, que ainda é pouco explorado. Trata-se de uma iniciativa muito importante para assegurar a variedade de opções alimentícias que teremos no futuro. Várias espécies têm teor relevante de proteína de boa digestão, vitamina C e carotenoides. As PANCs são resistentes e crescem de forma quase espontânea por aí. Mas precisam ser mais valorizadas e preservadas. Conheça algumas delas!

**FONTES** "Tecnologias para a Agricultura Familiar", de Carmen Regina Pesarico e Marciana Retore; Mariella Uzeda, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia; "Plantas Alimentícias não Convencionais (PANCS) - Hortaliças espontâneas e nativas" (organização de Marília Elisa Becker Kelen; Lana Scopel Van Nouhuys; Lia Christina Kirchheim Kehl; Paulo Brack e Débora Balzan da Silva).



## CAPUCHINHA

### DA BOLÍVIA À COLÔMBIA

Fornece vitamina C.

**Como consumir?** As flores e as folhas comestíveis das capuchinhas podem integrar saladas e sanduíches, fazendo com que o prato seja mais atrativo visualmente e mais nutritivo.

## JAMBU

### REGIÃO NORTE DO BRASIL

Tem espilantol, que causa dormência na língua e nos lábios.

**Como consumir?** Integra receitas típicas do Pará, como pato no tucupi e tacacá.



## ORA-PRO-NÓBIS

### MINAS GERAIS

Tem um relevante teor de proteína.

**Como consumir?** Crua ou refogada, acompanha carne de frango ou porco. Seca e triturada, pode enriquecer pães, bolos e farofas.



## TAIOBA

### MINAS GERAIS E GOIÁS

Rica em vitamina A, vitaminas do complexo B, vitamina C, potássio, ferro, fósforo.

**Como consumir?** Refogada com polenta.



## BERTALHA

### REGIÃO SUL DO BRASIL

É rica em ferro e fonte de vitaminas A, B e C. Tem potencial antimicrobiano.

**Como consumir?** Pode integrar saladas, refogados e omeletes.



## PEIXINHO-DA-HORTA

### REGIÃO SUL DO BRASIL

Possui propriedades béquicas (que reduzem as inflamações na laringe e a tosse) e emolientes (promovem efeito calmante na pele).

**Como consumir?** As folhas podem ser consumidas empanadas e fritas, em omeletes e molhos.



## BARDANA

### EURÁSIA / DIFUNDIDA NA AMÉRICA

Rica em potássio e magnésio.

**Como consumir?** Muito comum na culinária nipônica, as raízes (gobô) são consumidas em saladas, refogadas, ensopadas e na confecção de geleias e doces.



## VINAGREIRA

### REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL

O sabor azedo é devido a ácidos orgânicos como o ácido de hibisco (ácido hidroclórico), ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido málico e ácido tartárico.

**Como consumir?** Cozida, picada e refogada, ela integra o arroz de cuxá, um prato comum no Maranhão, que também leva camarão seco, entre outros ingredientes.

# FONTES ALTERNATIVAS DE PROTEÍNAS


EM UM MUNDO COM 10 BILHÕES DE PESSOAS, PRECISAREMOS DISPOR DE VÁRIAS FONTES DE PROTEÍNA. ESPECIALISTAS VÊM RECOMENDANDO O CONSUMO DE INSETOS, ALGAS E FUNGOS, QUE CAUSAM MENOS IMPACTO NO MEIO AMBIENTE QUE A PRODUÇÃO DE CARNE.



**50g**  
**DE PROTEÍNA**

Uma pessoa de 30 anos precisa consumir de 46g a 56g de proteína por dia, em média. Para obter essa quantidade, você precisaria consumir:

- **98g** algas
- **100g** soja
- **173g** carne
- **179g** frango
- **239g** insetos
- **278g** peixe
- **345g** castanha
- **360g** aveia
- **1111g** feijão
- **2000g** arroz



**A diversidade das proteínas será uma realidade no mundo com 10 bilhões de pessoas.**

Especialistas de organizações como a FAO (Agência das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura) têm recomendado o consumo de fontes proteicas alternativas, com menos impacto no meio ambiente que a produção de carne.

**Fontes não tradicionais de proteínas ganharão as prateleiras dos mercados.**

O consumo de carne de vaca, frango e peixes diminui, e aumenta o de algas, microalgas, vegetais e, claro, de insetos. Todos eles podem fornecer elementos fundamentais para nossa saúde e também são sustentáveis.



# CONSUMO DE INSETOS

**+2 bilhões**

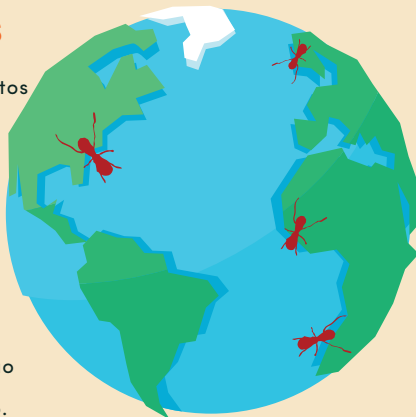
de pessoas em todo o mundo já comem insetos de forma cotidiana.

**+1900**

espécies são usadas na alimentação ao redor do mundo.

**1400**

espécies de insetos são registradas como comestíveis no mundo.



## VANTAGENS PARA O MEIO AMBIENTE

- Precisam de seis vezes menos alimento para atingir a mesma quantidade de proteína do gado.
- Consomem menos água e resistem à seca.
- Sua produção gera menos gases poluentes.
- Podem ser cultivados a partir da compostagem de resíduos.
- Não dependem de vastas áreas de terra para proliferar.
- Têm um papel importante em processos como a polinização e a decomposição de matéria orgânica.

## VANTAGENS PARA A SAÚDE

Além de aminoácidos essenciais, são ricos em fibras, minerais e gorduras insaturadas, que fazem bem para a saúde humana, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de crianças.

## JÁ PENSOU EM COMER PÃO FEITO DE PÓ DE GRILO?

Nos Estados Unidos, as fazendas de grilo estão em expansão. Uma delas é a Entomo Farms. Lá, os grilos são "colhidos" no fim do ciclo de vida (que dura entre 6 e 8 semanas), lavados, mortos e levados ao forno. Alguns são vendidos nesse estágio, outros são transformados em pó. O produto fornece proteínas, cálcio e ferro e tem baixo teor de gordura.



**7g de proteína**

Cada colher (sopa) de pó de grilo tem 10g (das quais 7g são de proteína) e fornece 42 calorias.



# VAMOS SEMEAR A IGUALDADE

MULHERES RURAIS TÊM UM PAPEL ESTRATÉGICO NA SEGURANÇA ALIMENTAR E NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. ELAS PERPETUAM TRADIÇÕES E HABILIDADES TÉCNICAS, BEM COMO INVESTEM SEU LUCRO EM EDUCAÇÃO E MELHORES CONDIÇÕES DE VIDA. MAS NÃO SÃO TRATADAS DE FORMA JUSTA.

## 45% PRODUTIVIDADE

Mulheres respondem, hoje, por 45% da produção de alimentos no Brasil e em outros países em desenvolvimento.



### CAMPANHAS

Organizações como a CELAC (Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos) e a FAO, braço de alimentação da ONU, têm incluído as variáveis de gênero nas iniciativas de combate à fome, além de lançar campanhas por paridade de condições de trabalho entre homens e mulheres no campo.

No Brasil, o Programa Nacional de Alimentação Escolar incentiva a participação das mulheres por meio da inclusão produtiva. E, em 2018, foi lançado o selo "Aqui tem Mulher Rural", que dá visibilidade ao papel delas na busca pelo desenvolvimento sustentável.

## + DE 14 MILHÕES DE MULHERES NA AGRICULTURA BRASILEIRA

## LONGAS JORNADAS

As mulheres rurais costumam trabalhar cerca de 12 horas a mais por semana que os homens.



## A IGUALDADE DÁ FRUTOS

Se as mulheres tivessem o mesmo acesso a recursos produtivos que os homens, a produção poderia aumentar de 20% a 30%.



## POUCA TERRA

20% das mulheres rurais são proprietárias das terras onde produzem. O baixo acesso aos meios de produção as deixa mais vulneráveis à fome e à má nutrição.

## REMUNERAÇÃO

A disparidade salarial no campo é grande, ainda maior se levarmos em conta gênero e etnia.

A renda de homens não indígenas nem negros equivale a:



2 vezes a renda de mulheres negras



e 4 vezes a renda de indígenas.





📷 Custodio Coimbra

05

# COMIDA PARA O AMANHÃ

COMO SERÁ SUA ALIMENTAÇÃO NA DÉCADA DE 2050? USE A IMAGINAÇÃO E ESCREVA ESSA HISTÓRIA.



Imagine que estamos na década de 2050. Na verdade, em um dos cenários possíveis para 2050. Nele, fomos capazes de implementar as medidas necessárias para preservar nossa biodiversidade, manter a cobertura vegetal e produzir comida suficiente para alimentar, com qualidade, a população crescente. Justamente hoje, aliás, chegamos à marca de 10 bilhões de pessoas!

Você vê essa notícia enquanto toma o café da manhã.



Claro que é impossível saber quem foi o 10.000.000.000º bebê a nascer, mas a ONU sempre escolhe uma criança para ser o rosto-símbolo desse número. A reportagem do futuro recorda casos anteriores: o bebê 6 bilhões foi Adnan, nascido em Sarajevo, em 1999. Quem representou os 7 bilhões foi a filipina Danica, nascida em Manila, em 2016. Para simbolizar os 10 bilhões, escolheram uma criança que acaba de nascer no Brasil! Seu nome é \_\_\_\_\_.

Você sorri ao ver a foto daquele rostinho bochechudo. Que coincidência: nasceu bem no dia do seu aniversário!

Por falar nisso, você ainda precisa resolver algumas coisas importantes para a festa que vai dar hoje à noite! Seria bom encomendar mais uma opção de salgado e de doce no aplicativo de entrega de comida, para agradar a todo mundo. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ acabam de confirmar presença! Que tal encomendar uma porção de \_\_\_\_\_ e duas de \_\_\_\_\_?

Você agenda o pedido e se prepara para ir ao trabalho, em um dos primeiros prédios da cidade a congregar num mesmo espaço escritórios, hortas e pomares. Um colega liga para avisar que a reunião vai ser um pouco mais cedo, em outro andar.

— A apresentação do projeto ia ser na sala Horta 1, mas agora vai ser na sala Horta 4.

— Horta 4? Aquela sala de reuniões em que a gente começou a cultivar tomates? — você pergunta.

— Não. Aquela sala com vasos de \_\_\_\_\_.

Melhor se apressar, então! Mas, antes, é preciso colocar a ração do gato e regar as plantas — uma notificação no celular informa que o nível de umidade da terra está baixo nos vasos das PANCs, especialmente no da \_\_\_\_\_.

Você chega à reunião bem na hora e, felizmente, a apresentação do projeto é um sucesso. Mais um motivo para comemorar!

O almoço é num restaurante delicioso. O único problema é escolher entre tantas opções de ingredientes. Só na parte de batatas, há doce, yakon, baroa, asterix — e a lista continua... A variedade de peixes também é enorme.

— O que vocês acham desses transgênicos com efeito medicinal? Vocês já experimentaram? — pergunta alguém. E a conversa segue animada até a hora da sobremesa. Mais uma vez, o difícil é escolher: doce de casca de maracujá ou sorvete de casca de manga?

A tarde é tranquila, permeada por recados carinhosos de parentes e amigos, todo mundo confirmando a presença na festa. Ainda assim, você sente aquele frio na barriga até o último minuto... E se chover? Será que vai aparecer alguém mesmo?

Quando a campanha toca, que alívio! Em poucos minutos, a casa está cheia. A música é bacana, a comida está ótima e todo mundo parece estar se divertindo muito. Ufa!

Hora de soprar a velinha! Você fecha os olhos e faz um pedido:

— Tudo o que eu desejo é \_\_\_\_\_.

# PANORAMA GLOBAL DA SEGURANÇA ALIMENTAR E DESAFIOS FUTUROS

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS  
PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO)

Ao redor do mundo, 815 milhões de pessoas passam fome, 20 milhões a mais que em 2016, um total de 11% da população. Cifra que infelizmente aumentou no último ano após anos de reduções significativas.

O motivo dessa elevação está ligado a conflitos armados, efeitos dos fenômenos naturais cada vez mais severos devido às mudanças climáticas, e à deterioração da economia de alguns países. Dos 815 milhões de pessoas em situação de insegurança alimentar, 489 milhões vivem em países afetados por conflitos.

Em outro paralelo, as projeções apontam que em 2050 a população será de quase 10 bilhões de pessoas, 29% a mais do que o número atual. O crescimento maior será nos países em desenvolvimento e 70% da população do mundo será urbana. Os níveis de renda serão maiores do que os atuais.

Diante desse contexto, o mundo enfrentará uma série de desafios. Sabemos que existem várias formas de má nutrição no planeta e que há países que simultaneamente registram altas taxas de desnutrição infantil, anemia entre mulheres e obesidade adulta. O excesso de peso e a obesidade têm aumentado na maioria das regiões, principalmente em crianças e também em adultos.

Baseado neste panorama global, cada vez mais se faz necessário o alinhamento entre agricultura, produção de alimentos e segurança alimentar. A solução para os desafios pode ser contemplada nos novos objetivos. Isso porque os países que integram as Nações Unidas assumiram em 2015 um compromisso para cumprir a Agenda 2030 no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A visão transformadora da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável exige que todos os

países trabalhem em conjunto com o objetivo de erradicar a fome e prevenir qualquer forma de desnutrição até 2030. Além de garantir a equidade de gênero, a diminuição do desperdício de alimentos, a proteção dos recursos naturais, entre outros.

O cumprimento desses objetivos só será possível se a agricultura e os sistemas alimentares tornarem-se sustentáveis, de modo que o acesso a uma alimentação saudável seja garantido a todas as pessoas dentro do lema dos ODS de “não deixar ninguém para trás.”

A segurança alimentar só é plena e efetiva quando todas as pessoas têm acesso físico, social e econômico permanente a alimentos seguros, nutritivos e em quantidade suficiente para satisfazer as necessidades nutricionais e, assim, poder levar uma vida ativa e saudável.

## A VISÃO TRANSFORMADORA DA AGENDA 2030 PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EXIGE QUE TODOS OS PAÍSES TRABALHEM EM CONJUNTO COM O OBJETIVO DE ERRADICAR A FOME E PREVENIR QUALQUER FORMA DE DESNUTRIÇÃO.

### CONTEXTO DA SEGURANÇA ALIMENTAR NO MUNDO

O número de pessoas em situação de insegurança alimentar no mundo aumentou para 815 milhões em 2016, em comparação com 777 milhões registrados em 2015. Os conflitos, agravados pelos fenômenos naturais relacionados ao clima, têm



um impacto significativo na segurança alimentar e são, em grande parte, a causa do recente aumento da insegurança na dieta.

A África subsaariana continua a ser a região com maior prevalência de subalimentação. Em 2016, 22,7% da população (cerca de 243 milhões) encontrava em situação de insegurança alimentar. A África Oriental registra a situação mais alarmante, onde cerca de um terço da população está subalimentada. Os dados apontam, ainda, 520 milhões de pessoas subalimentadas na Ásia e mais de 42 milhões na América Latina e no Caribe.

### ELEVAÇÃO DA INSEGURANÇA ALIMENTAR NO MUNDO

A desnutrição infantil aguda continua a ser uma ameaça para a vida de quase 52 milhões de crianças (8%). Em 2016, esse tipo de desnutrição afetou 7,7% (51,7 milhões) de crianças com menos de cinco anos de idade em todo o mundo. Por outro lado, estima-se que 41 milhões de crianças menores de cinco anos (aproximadamente 6%) tenham excesso de peso.

A prevalência global de obesidade mais do que duplicou entre 1980 e 2014. Em 2014, mais de 600 milhões de adultos eram obesos, o equivalente a aproximadamente 13% da população adulta mundial. A prevalência é maior entre as mulheres (15%) do que entre os homens (11%). Embora varie muito entre diferentes regiões do mundo, o problema é mais grave na América do Norte, Europa e Oceania, onde 28% dos adultos são obesos, em comparação com 7% na Ásia e 11% na África. Na América Latina e no Caribe, cerca de um quarto da população adulta atual é considerado obeso.

Por fim, os sistemas alimentares e as dietas estão mudando, devido a presença significativa nos mercados de alimentos altamente processados, em detrimento dos alimentos tradicionais e dos hábitos alimentares.

Além disso, os fenômenos relacionados ao clima – ligados em parte às mudanças climáticas – afetaram a disponibilidade de alimentos em muitos países e contribuíram para o aumento da insegurança alimentar. A desaceleração econômica em países que dependem fortemente da

renda proveniente da exportação de petróleo e outras *commodities* também tem impacto na disponibilidade de alimentos ou na diminuição da capacidade de acesso das pessoas.

### AMÉRICA LATINA E CARIBE

Estudos recentes apontam que a América Latina segue a tendência global de aumento no número de pessoas em insegurança alimentar. Após muitos anos de notável progresso, a região parou de se mover no sentido de erradicar a fome e a desnutrição. Depois de mais de uma década de progressos relevantes na redução da fome, a região estagnou no período 2011–2013, e após esse tempo o que se observa é um aumento na prevalência e no número total de pessoas subalimentadas.

Os dados apontam que, em 2016, cerca de 42,5 milhões de pessoas não tiveram comida suficiente para cobrir suas necessidades diárias de calorias, ou seja, um aumento de 2,4 milhões de pessoas, o que significa um crescimento de 6% da população subalimentada em relação ao ano anterior.

Na América do Sul, a fome afetou 5% da população regional em 2015 e 5,6% em 2016. Na Mesoamérica (América Central + México), a proporção de pessoas com fome caiu de 6,7% em 2015 para 6,5% em 2016. No Caribe também caiu de 18,4% em 2015 para 17,7% em 2016%.

Entre 2014–2016, 1,3 milhão de pessoas estavam em insegurança alimentar na Venezuela, Argentina e Peru, que também registraram aumento. Bolívia, Chile, Equador e Paraguai mantiveram o número de pessoas subalimentadas entre 2013–2015 e 2014–16, enquanto a Colômbia conseguiu reduzir o número de pessoas subalimentadas de 3,7 para 3,4 milhões no mesmo período.

Se a América Latina e o Caribe não recuperarem a tendência positiva em breve, o Objetivo número 2 dos ODS, que estabelece como meta acabar com a fome e todas as formas de desnutrição até 2030, não será alcançado.

Em relação à desnutrição infantil, a região da América Latina conseguiu reduzir a desnutrição crônica de 24,5% em 1990 para 11% em 2016. No entanto, quase 6 milhões (5,9 milhões) de crianças foram afetadas pela desnutrição crônica (em 2016) no mundo.

Também em 2016, 9,5% da população infantil da América do Sul sofreu de desnutrição crônica, o que representa 3,2 milhões de crianças. Na Mesoamérica, a desnutrição crônica afeta 15,4% das crianças menores de 5 anos, ou 2,5 milhões de crianças. O Caribe tem a menor prevalência em comparação com as outras sub-regiões, 5,3%, o que equivale a cerca de 200 mil crianças. Por outro lado, 7% das crianças menores de 5 anos estão com sobrepeso na região. O índice é superior à média mundial (6%), afetando 3,7 milhões de crianças.

Além desse fator, ocorreu um aumento contínuo e alarmante de sobrepeso e obesidade, fatores de risco para doenças não transmissíveis e a principal causa de morbidade e mortalidade na região, que afeta seriamente o bem-estar das pessoas. Em contraste com essa situação, a região tomou medidas importantes para erradicar a desnutrição infantil, reduzir a mortalidade materna, neonatal e inferior a cinco anos e a mortalidade causada por doenças não transmissíveis.

Entre os desafios para região, está a mitigação dos efeitos advindos dos desastres e fenômenos naturais, muito deles influenciados pelas mudanças climáticas. A população rural e os pequenos produtores são os mais afetados por esses eventos, pois seus meios de vida dependem, em grande parte, dos recursos afetados pelos desastres naturais. Nos últimos anos, os desastres naturais na América Latina e no Caribe foram fortemente marcados pelo fenômeno El Niño.

## PERSPECTIVAS PARA A AGRICULTURA

As projeções para os anos 2050 apontam que o mundo terá uma população de 9,8 bilhões de pessoas. Para alimentar essa população maior e urbana, a produção de alimentos deverá aumentar em, aproximadamente, 70%. A produção de cereais terá que aumentar para três bilhões toneladas/ano em relação aos 2,6 bilhões produzidos no biênio 2016/2017. A produção de carne precisará aumentar em mais de 200 milhões de toneladas para 2050.

A agricultura de forma global passa por um momento de instabilidades. Segundo as projeções da FAO e da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico ou Económico), nos próximos dez anos os mercados agrícolas

deverão continuar fracos, devido ao enfraquecimento do crescimento da China e às políticas de biocombustíveis com menor impacto nos mercados do que no passado.

Até 2026, espera-se que a disponibilidade de calorias atinja 2.450 kcal por dia em média nos países menos desenvolvidos e exceda 3.000 kcal por dia em outros países em desenvolvimento. Ainda assim, a insegurança alimentar continuará sendo uma preocupação global crítica e a coexistência da desnutrição em todas as suas formas traz novos desafios para muitos países.

## MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS IMPACTOS NA SEGURANÇA ALIMENTAR E AGRICULTURA

Os danos à produção agrícola como consequência das mudanças climáticas podem deixar a segurança alimentar comprometida, tanto em termos de disponibilidade, quanto de acesso aos alimentos. A seca é um caso especial, uma vez que impacta a pecuária e a produtividade agrícola e aumenta o número de possíveis conflitos sociais e, portanto, milhões de pessoas estarão ameaçadas ou em risco de fome e pobreza.

Para tentar amenizar os efeitos das mudanças climáticas na agricultura e na segurança alimentar, é necessário transformar profundamente a agricultura e os sistemas alimentares ao longo da cadeia produtiva.

Os setores agrícolas têm o potencial de limitar suas emissões de gases de efeito estufa, mas garantir a segurança alimentar no futuro requer um foco importante na adaptação. Até cerca de 2030, espera-se que o aquecimento global produza perdas na produtividade das culturas, pecuária, pesca e silvicultura, dependendo dos locais e condições.



Após esse período, os impactos negativos das mudanças climáticas nos rendimentos agrícolas serão cada vez mais severos em todas as regiões. Atualmente, nas regiões tropicais em desenvolvimento, os efeitos prejudiciais já afetam os meios de subsistência e a segurança alimentar das famílias e comunidades vulneráveis.

## **ATÉ CERCA DE 2030, ESPERA-SE QUE O AQUECIMENTO GLOBAL PRODUZA PERDAS NA PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS, PECUÁRIA, PESCA E SILVICULTURA, DEPENDENDO DOS LOCAIS E CONDIÇÕES. APÓS ESSE PERÍODO, OS IMPACTOS NEGATIVOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS RENDIMENTOS AGRÍCOLAS SERÃO CADA VEZ MAIS SEVEROS EM TODAS AS REGIÕES.**

Os sistemas agrícolas de pequena escala também devem se adaptar às mudanças climáticas e isso pode ocorrer por meio da adoção de práticas inteligentes para o clima, Da diversificação da produção agrícola, da renda e emprego fora das propriedades.

A FAO tem trabalhado nos últimos anos para ajudar os países a mitigar os efeitos das mudanças climáticas, dedicando esforços a todas as áreas de especialização em busca de novos modelos de agricultura sustentável e inclusiva. Por meio da Aliança Mundial pelo Solo, a FAO promove investimentos para minimizar a degradação da terra e restaurar a produtividade em regiões onde as pessoas são altamente vulneráveis, estabilizando assim as reservas mundiais de matéria orgânica.

A Organização também faz parte do Programa Mundial de Pecuária Sustentável e lançou um programa para reduzir as emissões de metano utilizando medidas apropriadas para sistemas agrícolas locais. No setor da pesca, a iniciativa sobre o crescimento azul tem integrado atividade pesqueira

e a gestão ambiental sustentável, enquanto um programa conjunto com a União Europeia visa as florestas que mantêm o ciclo do carbono.

### **CONTEXTO BRASILEIRO**

No âmbito mundial, o Brasil tem se destacado como um país importante para contribuir para a garantia da segurança alimentar. O país tem registrado cifras relevantes tanto no contexto de produção agrícola como na luta contra a fome e a pobreza. Estudos apontam que o Brasil pode se tornar o maior produtor de alimentos do mundo na próxima década. Em 2014, o país deixou o mapa da fome da ONU, o que significa dizer que a fome não é mais um problema estrutural.

As perspectivas de uma maior redução da pobreza por meio do desenvolvimento agrícola estão se expandindo em algumas culturas alimentares, bem como em produtos de maior valor, como café, horticultura e frutas tropicais.

A produção total de grãos mais do que duplicou em volume em relação ao registrado em 1990 e a produção pecuária quase triplicou, principalmente devido a melhorias na produtividade. O setor agrícola absorveu também cerca de 13% do emprego no Brasil em 2012, ou quase três vezes sua participação no PIB.

A agricultura no Brasil contribui ainda para o fornecimento de energia do país. A energia agrícola renovável é composta por biomassa da cana-de-açúcar (42%), energia hidráulica (28%), lenha (20%) e outras fontes (10%). Estas representam quase metade do fornecimento total de energia.

Os bons resultados da agricultura brasileira estão relacionados às medidas adotadas para a política agrícola, como o apoio aos preços, o acesso ao crédito e o apoio ao seguro, além de políticas específicas também voltadas para aumentar a renda e a segurança alimentar das famílias mais vulneráveis.

O dinamismo da agricultura brasileira está baseado na disponibilidade de novas tecnologias adaptadas à agricultura tropical, na adoção de métodos de gestão modernos, como instrumentos financeiros e mudanças nas políticas públicas. A chave para o crescimento futuro é sustentar aprimoramentos na produtividade agrícola, que

resultarão de uma combinação de melhorias nos rendimentos das culturas, algumas provenientes da conversão de pastagens (como pastagens degradadas e abandonadas) em terras agrícolas e uma produção pecuária mais intensiva.

Além desses fatores, o país também deverá seguir implementando mecanismos que façam com que a agricultura se torne cada vez mais sustentável de modo a garantir a preservação dos recursos naturais. Em relação à segurança alimentar, o desafio é garantir o acesso de grupos vulneráveis – indígenas, quilombolas, ribeirinhos, produtos rurais e mulheres – a alimentos e forma saudáveis de alimentação.

## DESAFIOS PARA O FUTURO

Em 2015, o mundo deu um novo passo rumo a um futuro com mais igualdade. Após o término das metas dos Objetivos do Milênio, os países que integram as Nações Unidas aprovaram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A Agenda 2030 tem 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030. O lema é “não deixar ninguém para trás”, ou seja, todos devem estar engajados e ser, juntos, responsáveis pelas mudanças – com um olhar diferenciado para aqueles que demandam mais atenção.

A falta de uma alimentação adequada afeta o desenvolvimento apropriado de crianças e adultos. A prática de uma agricultura não focada na conservação dos recursos naturais e com capacidade de mitigar e se adaptar às mudanças climáticas coloca a produção futura de alimentos para atender à demanda mundial, que, como vimos, exigirá cada vez mais recursos.

Para que o futuro da humanidade possa ser viável, vamos precisar alterar os sistemas alimentares e a agricultura, adotar novos padrões de consumo e produções diversificadas, melhorar a governança e contar com vontade política para garantir a implementação de medidas eficazes em direção a uma sociedade mais sustentável.

Caso não haja investimento em agricultura sustentável e sistemas alimentares inclusivos, o cumprimento dos ODS pode ficar ameaçado.

A FAO vê o Brasil como um país bastante propenso a apresentar resultados no cumprimento dos ODS. Isso porque o país conta com mecanismos legais e normativos, estratégias específicas, políticas públicas consolidadas e, principalmente, não deixa de fora da agenda temas como combate à pobreza e conservação do meio ambiente.

No que diz respeito às mudanças climáticas, é necessário que a comunidade internacional enfrente esta realidade e permita que a agricultura, a silvicultura e a pesca adotem práticas amigáveis ao clima. Isto determinará se a humanidade será bem-sucedida na erradicação da fome e da pobreza até o ano 2030 e na produção de alimentos para todos.

Finalmente, é importante ressaltar que a resiliência é um conceito importante para lidar com conflitos e garantir que crises e tensões não tenham consequências duradouras para a segurança alimentar e a nutrição.

## REFERÊNCIAS E DOCUMENTOS PARA CONSULTAS

Cómo alimentar al mundo en 2050: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis\\_papers/C%-C3%B3mo\\_alimentar\\_al\\_mundo\\_en\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis_papers/C%-C3%B3mo_alimentar_al_mundo_en_2050.pdf)

Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe 2017: <http://www.fao.org/3/a-i7914s.pdf>

The State of Food Security and Nutrition in the World: <http://www.fao.org/3/a-i7695e.pdf>

OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026: <http://www.fao.org/3/a-i7465e.pdf>

OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024: <http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf>

Food loss and waste and the linkage to global ecosystems: <http://www.fao.org/3/a-i7597e.pdf>

Food wastage footprint: Impacts on natural resources: [www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf](http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf)

Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction: <http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf>

Pérdida y desperdicio de alimentos en el mundo: <http://www.fao.org/3/a-i2697s.pdf>

Superação da fome e da pobreza rural: iniciativas brasileiras: <http://www.fao.org/3/a-i5335o>



# QUE GOSTO TERÁ A COMIDA DO FUTURO?

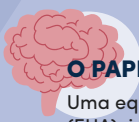
VAMOS DESCOBRIR NOVAS  
TEXTURAS E SABORES? SIM!  
MELHOR AINDA SE O  
CARDÁPIO TAMBÉM INCLUIR  
INGREDIENTES TRADICIONAIS  
(COMO O MEL), MOSTRANDO  
QUE FOMOS CAPAZES DE  
PRESERVAR SUA PRODUÇÃO.



## A CIÊNCIA DO SABOR

Não é à toa que costumamos gostar de coisas doces e rejeitar as amargas – as primeiras costumam indicar um alimento calórico, enquanto o amargo alerta para o risco de veneno na comida. O paladar contribuiu, assim, para nossa sobrevivência no passado. E, hoje, há um grande interesse em saber como ele funciona, o que possibilita uma nova relação com o paladar no futuro. Veja dois exemplos.





## O PAPEL DO CÉREBRO

Uma equipe liderada por Charles Zuker, na Universidade Columbia (EUA), identificou receptores nas papilas gustativas que, diante de moléculas equivalentes a doce, salgado, ácido, amargo e umami, enviam impulsos nervosos para o córtex cerebral. E mais: ativar essas áreas por meio de equipamentos gera a sensação de sabor, mesmo sem qualquer comida!



## O PAPEL DOS OUTROS SENTIDOS

Charles Spence, da Universidade de Oxford, no Reino Unido, vem demonstrando como outros sentidos (tais como audição e tato) interferem significativamente na percepção de um alimento, podendo até torná-lo mais doce ou mais ácido. Será que, no futuro, haverá indicações para harmonizar um vinho não só com a comida, mas também com a música?



### X-bacon sintético

Com hambúrguer e bacon artificiais, produzidos em nossos próprios laboratórios, a partir de células de gado e de porco.



### Farofa de içá

Também conhecida como tanajura, essa formiga é considerada uma iguaria na região do Vale do Paraíba, entre Rio e São Paulo.

**FONTES** "Assessing the impact of the tableware and other contextual variables on multisensory flavour perception", estudo de Charles Spence, Vanessa Harrar e Betina Piqueras-Fiszman; "The coding of valence and identity in the mammalian taste system", estudo de Li Wang, Sarah Gillis-Smith, Yueqing Peng, Juen Zhang, Xiaoke Chen, C. Daniel Salzman, Nicholas J. P. Ryba e Charles S. Zuker; "The neural representation of taste quality at the periphery", estudo de Robert P. J. Barretto, Sarah Gillis-Smith, Jayaram Chandrashekar, David A. Yarmolinsky, Mark J. Schnitzer, Nicholas J.P. Ryba e Charles S. Zuker.

# ONDE OS ALIMENTOS SERÃO PRODUZIDOS NO FUTURO?

CONSIDERE A POSSIBILIDADE DE ENCONTRAR HORTAS, POMARES E ATÉ CRIAÇÃO DE OVINOS EM ÁREAS URBANAS. JÁ PENSOU EM DIVIDIR O ESCRITÓRIO COM PÉS DE TOMATE E MARACUJÁ? NO JAPÃO, ISSO JÁ É REALIDADE.



## 2010

A empresa japonesa **PASONA GROUP**, com foco em recursos humanos, dedicou parte de um de seus prédios, em Tóquio, à instalação de uma fazenda urbana no mesmo espaço onde os funcionários trabalhavam.

Anos antes, em 2005, a empresa já havia instalado uma fazenda no subsolo de um de seus prédios em Tóquio. Em 2008, criou um projeto, chamado "Challenge Farm", que buscava, entre outras coisas, incentivar práticas que associassem arte e agricultura.

### 9 ANDARES

Essa foi a área destinada à iniciativa da Pasona Group, que incentivava os funcionários a plantar, colher e consumir as espécies ali disponíveis.

### 200 ESPÉCIES

Esse é o número de vegetais que são cultivados no local. Um dos sistemas adotados é a hidroponia (em que as plantas crescem no meio líquido ou em um substrato).

### HIDROPONIA

Esse é o número de vegetais que são cultivados no local. A lista inclui verduras, arroz e frutas, como limão e maracujá.

1.000 M<sup>2</sup>

Essa é a área ocupada pela iniciativa.

Vacas, porcos, cabras e alpacas convivem no local. Uma das metas é chamar a atenção da sociedade para a importância da agropecuária sustentável.

Lojas, escritórios e salões de evento. Estabelecimentos de vários tipos funcionam no complexo onde a fazenda urbana foi instalada.

2018

A empresa japonesa inovou ao inaugurar a primeira fazenda urbana a abrigar animais.

## EQUIPE

Profissionais especializados são responsáveis pelos cuidados com os animais.

## EDUCAÇÃO

A fazenda oferece seminários sobre educação alimentar, criação de gado leiteiro, produção de leite e sorvete, entre outros assuntos.

## OBJETIVO

Segundo o Pasona Group, a meta é promover um ambiente de trabalho que favoreça a produtividade, a saúde mental e a interação social.

# COMO A TECNOLOGIA VAI MUDAR O CAMPO?

NOVOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS PODEM SER GRANDES ALIADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE MODELOS SUSTENTÁVEIS E MAIS EFICIENTES, QUE OTIMIZAM O USO DA ÁGUA, POR EXEMPLO.

## DRONES

Ao sobrevoar plantações, podem fornecer dados cruciais para que decisões críticas sejam tomadas rapidamente. A detecção precoce de uma praga, por exemplo, evita perdas na colheita e o uso indiscriminado de pesticidas. A empresa estadunidense Agribotix já levou essa tecnologia para 45 países, monitorando 44 culturas, como uva e milho.



## SENSORES SEM FIO

Instalados no solo, eles medem aspectos como umidade e temperatura e encaminham esses dados à nuvem. Com base em todas essas informações, algoritmos avaliam que medidas devem ser tomadas e enviam essas orientações diretamente para o produtor, por meio de mensagens.

## SATÉLITES

Fornecem imagens de sensoriamento remoto para monitoramento dos cultivos quanto à deficiência hídrica e de nutrientes da planta e do solo, assim como detecção e correção de falhas de plantio e avaliação da fitossanidade, que diz respeito ao controle de pragas e doenças que afetam os vegetais.



## AGRICULTURA DE PRECISÃO

Permite o gerenciamento detalhado de todos os processos da produção agrícola. No início, isso envolvia, por exemplo, colheitadeiras com sofisticados computadores de bordo. Hoje, sensores, drones e satélites fornecem um raio-X da lavoura. Devido aos custos, essas soluções ainda são restritas a culturas de larga escala. O desafio é torná-las acessíveis a todos.



Uma das empresas a oferecer esse tipo de serviço é a CropX, que conta com um sistema integrado de hardware e software, batizado como "Internet do solo". A meta é aumentar a produtividade diante das mudanças climáticas e da escassez de água. A CropX foi criada por especialistas da Nova Zelândia e Israel (país reconhecido pelo gerenciamento eficiente dos recursos hídricos).



# O QUE MUDA NA RELAÇÃO ENTRE COMIDA E SAÚDE?

**EMBORA EXISTAM PROJETOS PARA INCREMENTAR O VALOR NUTRICIONAL DE PRODUTOS ESPECÍFICOS, A RECEITA PARA UMA ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL AINDA PASSA PELO ACESSO A ITENS DE BOA QUALIDADE E PELA CONSCIENTIZAÇÃO PARA FAZER BOAS ESCOLHAS.**



## É CLÁSSICO

Vira e mexe, um ingrediente entra na moda, por seu valor nutricional. Mas, até prova em contrário, a recomendação geral se mantém: prefira alimentos *in natura* ou minimamente processados àqueles ultraprocessados; use óleo, gordura, sal e açúcar em pequenas quantidades; tenha uma dieta variada, com frutas e vegetais. A OMS recomenda 400g de frutas, verduras e legumes por dia para prevenir doenças (como diabetes e câncer) e evitar a deficiência de micronutrientes.



## É TENDÊNCIA

Houve um tempo em que se imaginava a "comida do futuro" como um punhado de cápsulas cheias de nutrientes. Mas isso é fantasia. Em vez de levar as propriedades dos alimentos para uma pílula, o que alguns pesquisadores buscam hoje é trazer novas propriedades para os alimentos. Isso significa, por exemplo, modificar geneticamente uma planta para gerar grãos com maior teor de ferro (para evitar anemia) ou verduras com mais ácido fólico (que previne doenças no tubo neural do bebê durante a gestação). É possível que no futuro a gente tenha cada vez mais opções nesse sentido.

# É HOJE! RASTREIE SEUS HÁBITOS ALIMENTARES

Nem sempre estamos atentos ao que comemos no dia a dia, e essa falta de atenção acaba afetando nossa saúde. A tecnologia pode dar uma ajuda nesse sentido, registrando e analisando o que consumimos. Mas você também pode começar a rastrear seus hábitos com papel e caneta, para descobrir se está ingerindo a quantidade necessária de frutas e verduras, por exemplo.

## INSTRUÇÕES

Registre o que consumiu a cada dia da semana, pintando com a cor correspondente o espaço destinado a cada item. Se na segunda-feira você consumir 400g de frutas, verduras e legumes, por exemplo, pinte de verde o primeiro quadradinho da coluna. Ao fim de uma semana, avalie seu prato: que cores predominam? O que isso sugere sobre seus hábitos alimentares? Para uma análise mais precisa, contudo, procure um profissional.

	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM
FRUTAS, VERDURAS, LEGUMES							
PEIXE							
CEREAIS INTEGRAIS							
DOCES							
EMBUTIDOS							
COMIDA CONGELADA							

## RECOMENDADAS



### FRUTAS, VERDURAS E LEGUMES

A OMS recomenda 400g por dia.



### PEIXE

Tem proteína de alta qualidade e gorduras saudáveis. A dica é comer ao menos duas vezes por semana.



### ARROZ E FARINHA DE TRIGO INTEGRAL

Têm mais fibras e micronutrientes que versões convencionais.

## NÃO RECOMENDADAS



### DOCES

O açúcar tem de 5 a 10 vezes mais calorias por grama do que a maioria das frutas.



**EMBUTIDOS** Bacon, salsicha, presunto, salame. O consumo de embutidos está associado a um maior risco de câncer de intestino.



**COMIDA CONGELADA** Como outras opções ultraprocessadas, costuma ser rica em gordura, açúcar e/ou sódio.



# PRATO DO MUNDO COMEMORAR!

É HORA DE ELABORAR UM CARDÁPIO SUSTENTÁVEL, NUTRITIVO E DELICIOSO  
PARA SUA FESTA DE ANIVERSÁRIO EM 2050! SOLTE A IMAGINAÇÃO!



Inclua PANCs  
(plantas  
alimentícias não  
convencionais).

Tente substituir a  
carne bovina por  
outras fontes de  
proteína!

Imagine alguma  
receita que possa  
ser feita com pó  
de grilo!

Use tudo o  
que puder dos  
ingredientes,  
como talos e  
cascas.

Resgate aquela  
receita de família  
que anda meio  
esquecida...

Que tal servir  
vegetais que você  
possa cultivar?

## INSTRUÇÕES

Cada balão traz um desafio. Inspire-se  
neles para imaginar doces e salgados que  
seriam servidos em sua festa. Em seguida,  
use as travessas vazias para desenhar e  
escrever o nome de cada prato.





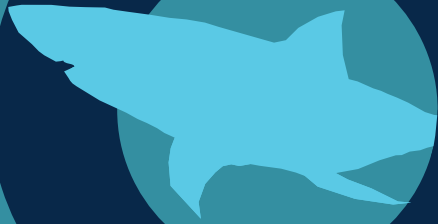
PRAT

MUUN



**FOODOO**

**VIDOO**



**PRESENTATION**

**Food for Tomorrow\* - Feeding 10 Billion** is an exhibition which asks how we are going to feed billions of people in the next decades. But, as that Brazilian rock song says: “we don’t want just food...” We want a world where food production is consistent with the environment preservation, in order to maintain the biodiversity and ease the global warming process.

We also want the valorization of the rural workers and especially of women rural workers, so that they receive a just remuneration and can work under safe conditions. Furthermore, we want the field to become an increasingly egalitarian environment, overcoming the currently existing wage disparity, based on gender and ethnics.

We want to shorten the distance between those who produce and those who consume, since food transportation – mainly through roads and highways – involve carbon dioxide emissions (CO<sub>2</sub>), one of the gases contributing the most for the climate change, in addition to generating waste and leading to the increase of the final product price.

We want everybody to have access to information about what they eat, as well as to healthy options, avoiding chronic diseases which affect our life quality and overload the healthcare system.

We want all this and much more, because the theme is extensive and complex. Discussing food is talking about affection, cultural identity, economy, sustainability, health and technology...

The exhibition – as well as this catalog – does not intend to cover all aspects of the subject. But it does have the ambition of contextualizing crucial matters, identifying tendencies and proposing possible solutions.

When analyzing the current scenario, we realize that part of the world

population starves, while a large part of it increasingly faces problems originating from obesity, due to a sugar, fat and ultra-processed rich diet. We can also identify a non-sustainable agricultural model.

When we look into the future, we see huge challenges, which can aggravate this situation. One of them relates to demographic growth. According to the World Bank data, the proportion of arable land was of 38 hectares by person in 1960, when the population was of almost 3 billion people. In 2019, when the world population reaches 7.6 billion, this proportion falls to 19.6 hectares by person. Now, imagine this scenario in the 2050 decade, when it will be necessary to produce food for 10 billion people!

Moreover, we have to deal with global warming. This phenomenon may lead to the desertification of currently arable areas, in addition to damaging the cultivation of some species, less resistant to heat. The phenomenon was also associated to the disappearance of bee populations, which are responsible for a large part of pollination of the food we consume.

Even so, our look ahead is full of hope, since we also managed to identify a series of ongoing promising initiatives. They include from projects for sustainable cultivation of food in forests, deserts and tundra, to the development of sensors to optimize the use of water in the crops. People all over the world are dedicating themselves to the preservation and popularization of edible vegetables, which have been left behind over time, while others bet on the potential of synthetic meat. Knowing those initiatives may work as an inspiration, so that each one of us tries to change that which is within our grasp, favoring healthy habits. After all, the change in the current dietary standard is essential to build a sustainable system.

Finally, we hope that you will also find in the following pages much fun and art – mandatory ingredients of all the Museum of Tomorrow projects.

\* In portuguese, the name of the exhibition is PRATODOMUNDO, that suggests a dual meaning: PRATO DO MUNDO (Dish of the World) and PRA TODO MUNDO (For Everybody)

.....  
**HENRIQUE OLIVEIRA, EXECUTIVE  
DIRECTOR – MUSEUM OF  
TOMORROW / IDG**

More than a necessity or the simple act of giving our body nutrients to survive, eating is a social act. When we talk about eating, there is more in play than just food; eating is about history, culture and emotion, and it is not by chance that that this topic mobilizes everyone without exception. The Institute for Development and Management (IDG) is immensely proud to present **Food for Tomorrow - Feeding 10 Billion**, an exhibition that enables us to work simultaneously on some of our main issues through the Museum of Tomorrow: innovation, technology, sustainability, health and the future, as well as awakening the public’s interest in science and culture.

The challenges are immense – in around 30 years, we will not only need to increase food production by 60%, but also the quality of our food in order to be able to feed the planet’s 10 billion inhabitants. It is not an easy task, but there are a few things of which we’re sure: this future will only be possible if sustainability, innovation and diversity are the beacons that guide the path towards it.

We believe that the way forward is to strike an ideal balance between the past and the future. If technology is essential for increasing productivity, it cannot act alone to solve the problem.

The world of tomorrow needs to be more cooperative and connected to local cultures. The globalized world that enables access to information for all is the same world in which we will all eat the same food. As an example, the diet of riverside communities in the Brazilian Amazon, once composed mainly of locally grown foods such as fish with cassava flour, now includes industrialized products like canned foods and frozen chicken produced in the South and Southeastern regions of the country.

The exhibition shows much of what has already been done and proposes a number of solutions, such as growing food in locations that were once unexplored like deserts and the tundra. Another solution proposes investment in a female future on crop farms; today women represent 45% of food production in Brazil and in other developing countries. If women had the same access as men to productive resources, food production could increase by 20-30%. In its stewardship of the Museum of Tomorrow, the IDG hopes to serve as an active agent of the change in culture that will lead us to a future with nutritious food for all without harming the environment.

.....

**MARIANA RIBAS, MUNICIPAL SECRETARY OF CULTURE OF THE CITY OF RIO DE JANEIRO**

The exhibition **Food for Tomorrow - Feeding 10 Billion** combines art and social responsibility, culture and science, contemplation and interaction. The connections between food, culture, human relationships, sustainability and the reduction of inequality are presented here in original and thought-provoking ways.

In form and content, the exhibition represents the materialization of the Museum of Tomorrow's philosophy: to serve as an experiential museum geared towards reflection and fostering transformative ideas. The most captivating aspect is that the museum accomplishes all of this naturally and lucidly, rendering the programming unforgettable and capable of attracting and enchanting visitors of all ages and backgrounds. The Municipal Government of Rio de Janeiro is sure that this will represent yet another innovative and successful endeavor, continuing the work that has already made the space the most visited museum in Brazil and South America.

.....

**CARREFOUR**

Intensive production methods have reached their limits and what we eat is impacting on climate change, the environment and people's health. Facing it, Carrefour is planting a powerful seed, breaking down old barriers that separated us from good food and seeking healthier and more sustainable practices for people and the planet. By believing that together we can transform the way we feed ourselves, Carrefour has launched a powerful global movement. The Act For Food brings together a series of concrete actions to increase consumer access to quality, safe, environmentally responsible food produced at fair prices. Next to the Museum of Tomorrow, Carrefour wants to build a different future, proposing new ways and being aware of the transforming power of our attitudes. Looking ahead, it suggests exploring the opportunities to face the next challenges of humanity from innovation and sustainability. In order to mobilize society during this transition of consumption and production habits, it stimulates profound changes in all stages of the chain so this cause can be transversal and object of work of public and private agents. The Act For Food translates this long-term commitment of Carrefour, a movement which will strengthen the important link of trust with the consumer, especially in the direction of democratic health, meeting their new demands and concerns always attentive to quality and cost-benefit. Currently, several initiatives already allow the Brazilian consumer to access truly fresh food from local producers, safe and traceable, with several healthy options, own brands with the best cost-benefit, without excess of agrochemicals and pesticides, ensuring sustainability and social responsibility at all stages, with animal welfare, food exploitation and waste management. Carrefour invites everyone to join this movement. Together, we can harvest a healthier and fairer world, after all, everyone deserves the best.

.....

**IBM**

Waste reduction, food security and sustainability are a few of the key pillars of fulfilling the food agenda for the

years to come. IBM believes that access to information and transparency powered by technology can contribute to this fundamental journey. We believe that together we can contribute to overcoming the challenge of feeding the world in the future.

.....

**PRATODOMUNDO CURATORIAL TEXT**

Eating is one of the foundations of life, but feeding ourselves is more than just nourishing our bodies. Food connects us to others, almost like an ancestral social network. Food also represents one of the deepest connections we have to Earth, on which we depend for our survival. Since the emergence of agriculture, we've continued to change our planet. From alterations to the atmosphere's composition to changes in biodiversity, we've covered massive areas, including deserts, with crops and livestock farming to meet our needs.

Encouraging awareness about the act of eating and reflecting on the consequences of our food choices is increasingly becoming a social and political stance. Ultimately, these acts impact our society and the world. For example, around a third of food produced in the world is wasted during production or distribution, which over months creates mountains of rejected food. Just as eating is part of our everyday life, the choice of what to put on our plates and what we leave on it becomes an individual and collective responsibility affecting the community and the environment.

Projections by the United Nations indicate that by around 2050, the world's population will reach nearly 10 billion people, 30% more than the current population. At the same time, predicted climate changes will represent one of the greatest challenges to world food production. The good news is that these studies indicate that it is possible to sustainably meet the global food demand if adjustments are made in the farming, livestock, forestry and fishing sectors.

Global megatrends, such as an increase in the global middle class' purchasing power, expanding urbanization, large-scale migration due to conflicts and environmental changes will likely homogenize the world's diets. This means that more and more people will eat an increasingly greater quantity of wheat, rice, corn, potatoes and

other relatively cheap and easily transportable crops. The lack of diversity in edible plant consumption, including unusual plants, should be reconsidered in order for us to ensure a healthy and sustainable diet for all.

Will we be able to feed world's population in 2050 with quality food while reducing inequality and avoiding significant impacts on biodiversity? The Museum of Tomorrow presents **Food for Tomorrow - Feeding 10 Billion**, an exhibition exploring the future of food and the dilemma of how to sustainably feed billions of people with nutritional quality and diversified production in the decades to come. Discover the potential solutions for global food on a changing planet and the options for ensuring efficient production and fair distribution of safe, nutritious and sufficient food for all.

**Leonardo Menezes and Luiz Alberto Oliveira** on behalf of the curatorial team

## CHAPTER 1 THE CULTURE OF EATING

### How to meet global demand for food without losing agrobiodiversity?

Proust has built one of the most classical literature scenes when he made a 'madeleine' (typical French little cake) act like a true portal back to the past of Marcel, the protagonist of "In search of Lost Time". The taste of the little cake dipped in tea takes the character immediately to his childhood memories.

Who among us has never lived a similar experience? It may be a fruit that reminds us of a vacation in some farm. Or a pudding on Sunday lunches. Our relation with food is strongly attached to our history – both individually and collectively. Many recipes and habits around the table tell the story of a people, recalling moments of scarcity, reinforcing religious creeds, preserving a traditional wisdom, reflecting the exchanges among different cultures, thanks to the commercial routes and migration processes.

If the ingredients could talk, they would take us to even older chapters. The wheat present in the 'madeleine' would refer to Southeast Asia, where it originates. And it would tell us how it ended in a noodle dish, 4,000 years ago.

In the following pages, we propose a tour to this past time, as a starting

point for a reflection about the present: which story are we writing today? Which perspectives does it offer to the food issue in the future?

At this point, we are witnessing a great change concerning the offer of food, which can be noticed in almost all the countries. There are evidences that, throughout the last 50 years, this offer turned to become more alike, establishing a global standard, in which some grains and oilseeds prevail, to the detriment of other species.

This is shown in a study released in the PNAS (the official publication of the National Academy of Sciences of the United States), in which were analyzed data about 52 commodities used in feeding, originating from 152 countries, between 1961 and 2010. With the title "Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security", the work shows that this turning point towards homogenization took place in an even more pronounced way in countries of the eastern and southeastern part of Asia, as well as in the sub-Saharan Africa.

Moreover, the authors warn about a cultural change. We are living a "westernization" of the taste, in which highly energetic options (such as sugar, oil and products of animal origin) have more success than grains and vegetables, and in which species with a worldly presence get more receptivity than the traditional options.

You can find signs of that in your own memories, in the story of your parents. How many family recipes, among those leaving a mark during your childhood, were being replaced, day by day, by globalized options? How does this affect our identity? Moreover, how can this process affect our health and environment?

Evidence has already shown the importance of diversity, both for the individuals' nutrition and the environment. In agricultural systems, it provides productivity, stability and resilience. Likewise, a varied diet contributes to the adequate consumption of nutrients and to food safety.

When we think about the future, we see that such issues can become even more worrisome. The population growth will result in a much greater demand for food, while climate change seems to impose a series of challenges to the agricultural production. How to produce enough food for everybody, in the midst of adverse conditions? In this

battle against hunger, diversity (as always) will be one of our main weapons.

## HOW MANY CROPS FEED THE WORLD?

**Colin K. Houry,**

*Researcher at International Center for Tropical Agriculture (CIAT)*

Of approximately 350,000 total plant species (The Plant List 2010), tens of thousands have been consumed by people over history (Harlan 1975). At least a few thousand of these species were cultivated to some degree (Khoshbakht and Hammer 2008), but only a fraction of these largely feed humanity in the present.

Houry et al. (2014) examined the diversity of plants in national food supplies in countries around the world, and changes in this diversity in the past 50 years. As general global trends, national food supplies became larger (people are eating more food than 50 years ago), and the diversity in national food supplies became richer with regard to globally important staple foods, while the relative contribution of each crop to national diets became more even, with the most dominant crop in the food supply (whatever it was) becoming somewhat less dominant. Traditional diets that were primarily based on singular staples a half century ago, for instance rice in Southeast Asia, had diversified over time to include other staples such as wheat and potatoes. The same was true for maize-based diets in Latin America, sorghum - and millet-based diets in sub-Saharan Africa, and so on. Food supplies around the world were balancing out with regard to the contribution of these foods.

Not that there weren't plant winners and losers. Wheat, rice, maize, and sugar, the most dominant crops worldwide 50 years ago, became more important globally. Other crops emerged as widespread staples, particularly oilcrops such as soybean, palm oil, sunflower, and rapeseed oil. And, as the winners came to take more precedence in food supplies around the world, alternative staples such as sorghum, millets, rye, cassava, sweet potato, and yam were marginalized. They haven't disappeared (at least not yet), but they have become less important to what is eaten every day (Fig. 1).

As countries' food supplies became more diverse in the winner crops reported by FAO, and the relative abundance

of these crops within diets became more even, food supplies worldwide became much more similar (Fig. 2). If we are what we eat, then it seems that we are quickly becoming very much the same type of human being — modern people eating globalized food crops. An interactive website enabling the exploration of all countries' food supply diversity is available at <http://ciat.cgiar.org/the-changing-global-diet>.

### Conservation of crop diversity

During Vavilov's voyages 100 years ago, it was already apparent that the diversity within the foods that people grew and ate, even in the most remote regions of the world, was changing. It seemed to be disappearing as a casualty of modernization, industrialization, urbanization, mass human migration, and globalization.

Post World War II, and especially during the Green Revolution, in which farmers in developing countries largely left behind their traditional crop varieties in preference for modern higher yielding cultivars, the alarm was sounded to conserve the diversity in traditional crop varieties, as these "genetic resources" were in fact the source of variation from which modern higher yielding crop varieties could be developed via modern breeding methods and benefiting from advancements in genetics. Scientists Erna Bennett, Sir Otto Frankel, Jack Harlan, Jack Hawkes, and others led the sounding of this alarm, which was extended as well to the need to conserve crop wild relatives, as these wild plants were also useful for crop breeding, and were also being negatively impacted as farmers transitioned to industrialized crop production (thus eliminating the weeds growing within and around the boundaries of their fields).

These researchers envisioned a world-wide effort to conserve plant genetic resources in a network of genebanks, and gave impetus to international efforts to collect and conserve plant varieties that were threatened with extinction. These efforts led eventually to the establishment of the International Board for Plant Genetic Resources (IB-PGR, now Bioversity International) in Rome, Italy under the auspices of the FAO. The efforts were formalized internationally through the 1983 FAO International Undertaking on Plant Genetic Resources. Massive efforts were taken

during the 1970s and 1980s to collect traditional crop landraces and wild relatives and safeguard them in genebanks, especially the international collections curated by the CGIAR.

The 1992 Convention on Biological Diversity, with its emphasis on national sovereignty over biodiversity, largely stopped the efforts to collect this diversity internationally, but did inspire a great many nations to build their own genebanks and national genetic resource conservation systems. Unfortunately, as reported in the 1998 FAO State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, diversity was still being lost, and many genebanks were also vulnerable due to lack of consistent funding.

The 2001 International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture was an attempt to improve the situation by increasing the possibilities for international collaboration on collecting, conservation, and use of plant genetic resources. The Brazilian Government has been an outspoken supporter of the Treaty. The Treaty also led to the creation of the Global Crop Diversity Trust ([www.croptrust.org](http://www.croptrust.org)), an international organization dedicated to building a non-depleting endowment to support imperiled genebanks. Svalbard Global Seed Vault was opened in 2008 in the Arctic Circle to provide a safety backup for national genebank collections worldwide.

It is unknown how much traditional crop diversity still exists in the primary regions of diversity, and thus how much still needs to be collected and conserved in genebanks before it (likely) disappears. Assessments of the state of representation of the wild relatives of major crops in genebanks have revealed extensive gaps in conservation (Castañeda-Álvarez et al. 2016). Many genebanks continue to manage diversity at substandard conditions and with limited funding (FAO 2010). There is still much to be done to preserve what is left of our 12,000 year heritage of crop diversity. Articles covering some of this history and conservation needs include Hoisington et al. (1999); Esquinas-Alcázar (2005), Gepts (2006), and Khoury et al. (2010).

### Tendencies for the next decades

Global megatrends (economic development, with rising purchasing power of the middle classes worldwide; urbanization; large-scale human migration due to war and civil strife, climate

change, and other disasters; and globalization) are likely to continue the homogenization of food supplies around the world, and at least to some degree also the homogenization of agricultural production systems. This means that more and more people will consume an increasing amount of wheat, rice, maize, sugar, soybean, palm oil, and a handful of other relatively cheap and easily transportable crops, mostly in processed product form.

This said, some countries are beginning to move in different directions, reducing the excessive use of animal products and other energy-dense and environmentally expensive foods, and becoming more diverse, particularly with regard to fruits and vegetables, and even healthy grains. The global growth in production and consumption of crops such as quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Bazile et al. 2016) and chia (*Salvia hispanica* L.) provides evidence that agricultural production and food supplies can be diversified through research, within a climate of growing consumer interest in healthier and more varied food alternatives. Local food, regionally adapted food, and organic food movements are long-term trends which provide opportunities for growers to be profitable with new, niche, or value-added crops. Both private and also public organizations promoting new foods are becoming more sophisticated in their ability to influence markets, both by way of traditional advertising as well as via social media, collaborations with recognizable advocates (such as celebrity chefs), and innovative packaging of such foods to fit modern lifestyles which value convenience.

### References

- Bazile, D., Jacobsen, S.-E., & Verniau, A. (2016). The Global Expansion of Quinoa: Trends and Limits. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622> /// Castañeda-Álvarez NP, Khoury CK, Achicanoy HA, Bernau V, Dempewolf H, Eastwood RJ, Guarino L, Harker RH, Jarvis A, Maxted N, Mueller JV, Ramírez-Villegas J, Sosa CC, Struik PC, Vincent H, and Toll J (2016). Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants* 2(4): 16022. doi: 10.1038/nplants.2016.22. /// Esquinas-Alcázar J. 2005 Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges. *Nat. Rev. Genet.* 6 (12), 946-953. ///

FAO. 2010 Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. // Gepts P. 2006 Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. *Crop Sci.* 46, 2278-2292. // Harlan JR. 1975 *Crops and Man*. Madison, WI: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America. // Hoisington D, Khairallah M, Reeves T, Ribout J-M, Skovmand B, Taba S, Warburton M. 1999 // Plant genetic resources: what can they contribute toward increased crop productivity? *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96, 5937-5943. // Khoshbakht, K. and Hammer K. 2008. How many plant species are cultivated? *Genetic Resources and Crop Evolution* 55(7):925-928. // Khoury C, Laliberté B, and Guarino L (2010). Trends in ex situ conservation of plant genetic resources: a review of global crop and regional conservation strategies. *Genetic Resources and Crop Evolution* 57(4): 625-639. doi 10.1007/s10722-010-9534-z. // Khoury CK and Jarvis A (2014). The Changing Composition of the Global Diet: Implications for CGIAR Research. CIAT Policy Brief No. 18. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 6 p. Available online at: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/56788> // Khoury CK, Bjorkman AD, Dempewolf H, Ramírez-Villegas J, Guarino L, Jarvis A, Rieseberg LH, and Struik PC (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* 111(11): 4001-4006. doi: 10.1073/pnas.1313490111. Available online at: <http://www.pnas.org/content/111/11/4001>. Interactive website available at: <http://ciat.cgiar.org/the-changing-global-diet> // The Plant List (2010). Version 1. Available from: <http://www.theplantlist.org/> (accessed January 2012).

.....

**CHAPTER 2**  
**NEW AGRICULTURAL BORDERS**  
**In an increasingly saturated planet, where can we produce our food in the future?**

In the beginning we were nomads. Hunters and collectors, always in search of a possible place where to

find food. Imagine how revolutionary it was to find out that the collected seeds could be sowed, originating new plants. The Neolithic Revolution, also known as Agricultural Revolution, fostered the adoption of new nutritional standards and the development of new technologies. The arrival of agriculture also led to an expressive demographic growth, culminating with the flourishing of the first civilizations.

Ten thousand years later, here we are, heirs of this history. We are more than 7 billion people and, within some decades, we will reach the 10 billion figure. We need to discover, as soon as possible, a means to produce enough food to meet all the corresponding demand, without causing the degradation of the natural resources. That process, started in the Neolithic period, is drawing near a critical moment: in an increasingly saturated planet, going through climate changes, where can we grow more plants?

**It is time to explore new possibilities.**

Is it feasible to sow fruits, vegetables and grains in the desert, circumventing the difficulties associated to water shortage? And how can we benefit from the tundra region, where temperatures are lower? Which measures would enable the production of food within the big cities?

The above issues have been instigating researchers around the world. In the following pages, you will know some of the proposals already put into practice, with promising results. And without losing sight of a sustainable production.

**This is the keyword: sustainability.**

That old strategy of tearing down forests to expand crops and pastures, for example, never was and never will be an adequate answer to our quest for food. The deforestation affects the biodiversity, damages the water system and makes that territory even hotter, among other problems.

The same is true concerning our relation with the ocean. The habit of fishing until exhausting the capacity of an area and migrating to the following, in search for more fish, is causing a series of environmental damages. Among them is the risk of extinction of some species, such as some kinds of tuna fish.

That is why we also present below examples of successful projects, which show that it is possible to reconcile forest preservation with the production of

food, and that it is feasible to obtain fish and crustaceans in a sustainable way.

May this consciousness inspire the beginning of a new chapter in our long history concerning food production, initiated ten thousand years ago.

**AGRICULTURE AND CLIMATE CHANGE: WHAT TO EXPECT FOR TOMORROW?**

**Eduardo Delgado Assad**  
*Agricultural Engineer at Embrapa*

The Earth is around 4.6 billion years old, and Homo sapiens emerged only around 200 thousand years ago. Over these billions of years, drastic changes have taken place on the Earth's surface and in its atmosphere, with several episodes of global warming and cooling. At the beginning of the planet's formation, the atmosphere was dense and rich in nitrogen, water vapor and carbon dioxide (CO<sup>2</sup>), resulting from volcanic eruptions and cosmic collisions. Currently, nitrogen is the main gas in the atmosphere (78%), and oxygen makes up 21%. The remaining 1% consists of CO<sup>2</sup> and other gases.

The presence of life on Earth was only possible with the formation of liquid water, giving rise to oceans around 3.8 billion years ago. There are still many controversies about the oldest living organisms. For some scientists, the first living organisms were primitive bacteria that displayed simple cellular characteristics, such as a rudimentary cell wall, few enzymes and a lack of cytochromes, dating back 3.5 billion years. Recently, scientists discovered minuscule filaments, pieces, and tubes in rocks located in Canada that would be around 4.28 billion years old. If the age estimate of these microfossils is correct, the emergence of life would have happened "shortly" after the planet's formation.

In the billions of years of life on Earth, there has always been temperature variation on the planet's surface and consequently, in the atmosphere. There is evidence that these temperatures were at levels much higher than today's – mainly a reflection of the concentration of CO<sup>2</sup>. For instance, today we know that Earth and Venus have the same quantity of CO<sup>2</sup>. On Venus, where gas captures solar rays in the atmosphere, the temperature reaches 400° C; on Earth, the CO<sup>2</sup> is dissolved in the soil and living organisms.

Earth's temperature will continue to change. Indeed, studies indicate that

the Earth's core, which is around 3,400 km thick, exhibits temperatures that vary from 3,700° C to 6,000° C. At its most internal part, it is cooling. After all, this temperature was in the range of millions of degrees and some scientists estimate that total cooling could be reached 2 billion years from now. So, if this is a geologic process, why do we talk about global warming and point to man's influence?

The answer is because hundreds of measurements point to this. This is the finding of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in its fifth report, released in September of 2013 by the United Nations. According to the IPCC, it is 95% certain that man is responsible for global warming, which although natural, is accelerating due to human activity. The report's analyses indicate that since 1850 (the beginning of the industrial era), warming was at approximately 0.9° C, with more than 66% of warming happening in the last 60 years. The rate of increase has also accelerated since it began to be monitored continuously in 1958, going from 0.7 ppm per year at that time to an average of 2.2 ppm per year in recent decades.

Due to the progressive increase of greenhouse gas concentration, in May of 2013 the levels of CO<sup>2</sup> reached 400 ppm for the first time in recent human history. Data from the Mauna Loa Observatory in Hawaii from March 25, 2018 indicate that the CO<sup>2</sup> concentration was at 410.16 ppm. In 2017, the record was broken on April 26th when the concentration of CO<sup>2</sup> reached 412.63 ppm. According to the IPCC, by the end of the 21st century the concentration of CO<sup>2</sup> could double the current level, reaching approximately 800 ppm.

The main causes of this alarming increase are associated with emissions from the burning of fossil fuels and changes in soil use, such as the conversion of forests into agricultural land or urban areas. In practice, this increase of nearly 1° C has serious direct impacts on various sectors such as biodiversity, agriculture, water resources and coastal areas, as well as indirect impacts on others such as cities, energy, industry and infrastructure, transportation, and health.

Table 1 displays climate projections for each region of Brazil, presented in the First National Assessment Report (RANI) of 2013 from the Brazilian Panel on Climate Change.

#### **How can this change in temperature from the scenarios given by the IPCC affect agriculture on different continents?**

A change in temperature greater than or equal to 3° C is enough to make agriculture unviable in many regions, but the maximum limits vary from one crop to another (Table 2). Crop production simulation studies indicate major losses of areas cultivated with soy, coffee, corn, rice and cotton considering this scenario (Table 3). It is likely that the only crop in the country that will benefit from rising temperatures will be sugarcane, benefitting from the reduction of areas that restrict production due to low temperatures.

Simulation models of impacts on agriculture due to climate change indicate that land meant for farming in Brazil could be reduced by 10.6 million hectares by 2030. The Southeast region would be the most affected, losing nearly 5 million hectares by 2030. The projections suggest that total grazing land area could be reduced by 8.6 million hectares in a pessimistic scenario, but that meat production would reduce by less due to technological enhancements, having an increase of over 2 million tons. These assumptions are valid if adaptation efforts aren't made with increasing urgency.

#### **Would these conditions happen in the rest of the planet?**

The African continent could see a reduction in agricultural production, decrease in water availability, increase in plant diseases, expansion of desertification and the extinction of plants and animals. In Asia, there could be reductions in agricultural production as well as decreases in already scarce availability of water in semiarid regions. In Europe, glaciers could disappear from the Alps (reduction of natural irrigation), and the continent could see an increase in agricultural production. South America could see reductions in agricultural production and an substantial increase in various plant disease vectors. In North America, agricultural production could increase in some areas with the possibility of two annual harvests, but there could also be an increase in plant disease vectors. The impacts on various regions of the planet are presented broadly in the table below.

#### **What effects could global warming have on agriculture?**

Water, light, temperature and CO<sup>2</sup> are the main regulating factors of photosynthesis. An increase in any of these could trigger an imbalance in another. With the exception of sunlight, all are dependent on the plant's heating. However, temperature and CO<sup>2</sup> can alter a plant's functioning.

In terms of agriculture, both an excess and reduction of all of these factors could alter plant productivity. Higher temperatures increase the extraction of water from soil by plants. In a shorter period of time, this can increase water deficiency and have important consequences on decreasing production.

All of these factors are interrelated. This means that an increase in greenhouse gases raises the temperature, which increases the demand for water, whose reduced availability due to evapotranspiration (dependent on temperature) will directly interfere with crop productivity. This is one of the effects of global warming on agriculture.

This situation would trigger a new geography of agricultural production in the world and in Brazil. In 2008, studies conducted by Embrapa and Unicamp on the new geography of agricultural production in Brazil were concluded and incorporated into the book "The Economics of Climate Change". These studies were coherent and compared the theories defended by the Stern Review, commissioned by the United Kingdom, that indicated the possible hypotheses of impacts of global warming on the world economy. The conclusion was that by 2040 Brazil would lose the equivalent of its GDP (6.2 trillion reais) if it were to maintain its policy of inaction, meaning doing nothing to minimize the effects of global warming.

#### **With increases in temperature, what could happen to Brazil's agriculture?**

In simulations of potential scenarios, a reduction of 40% of low risk soy production area is estimated, and 33% for Arabica coffee. The production area of cassava in the Northeast could be reduced and move to the North region of the country. By contrast, there could be an increase in sugarcane production, which could double. Scenarios like these were established for cotton, corn, safrinha corn, wheat, sorghum, barley and temperate fruit trees. This means that if current conditions of crop manage-

ment and the supply of genetic material not resistant to high temperatures and water deficiency are maintained, the future is uncertain. A detrimental effect of global warming is the increasing frequency of high temperatures, or so-called heat waves. Days with temperature above 34 degrees can trigger the abortion of coffee flowers, the death of day-old chicks, the abortion of pigs, and a reduction in milk production. These effects are already being felt and adaptation strategies are urgently needed to avoid agricultural losses.

These are uncertain scenarios that should be avoided as early as possible. The question becomes: is there a solution? What will agriculture of the future be like when faced with the inherent impacts of global warming?

If good judgment prevails and the correct adaptation measures are adopted, agricultural production systems based on monocultures, such as large swaths of soy, cotton, or corn plantations will be doomed. This is due to the simple fact that the usable life of the agricultural property is very limited and the balance of energy is negative, meaning that more energy is consumed than created during production. On a soy plantation, the usable life of a production farm is close to 42%. For the rest of the time, the soil emits greenhouse gases and increases the concentration of CO<sup>2</sup> in the atmosphere.

The migration to intercropping, rotating and integrated systems is a question of time. The advancement of integrated farming-livestock and farming-livestock-forestry systems must dominate the Brazilian agricultural landscape. These represent greater productive efficiency and intensive soil use, with reduced GHG emissions or even the removal of GHG. Livestock farming must make use of integrated, intensive systems, increasing its productivity and affording greater efficiency to reduce cattle emissions and the production area. But what are these integrated systems?

Integrated systems involve the production of grains, fibers, wood, energy, milk or meat in the same area in plantations that employ rotation, intercropping and/or sequencing. The system basically works with the planting season, during the summer with annual crops (rice, beans, corn, soy or sorghum) and with trees associated with forage species (grasses such as signalgrass or

panicgrass). There are several possible combinations between the crop, livestock and forestry components, considering space and available time, resulting in different integrated systems such as crop-livestock (ILP), crop-forestry (SAF), forestry-cattle (SSP) and crop-livestock-forestry (ILPF).

**Crop-livestock integration (ILP):** this system consists of agricultural and livestock activities carried out in an integrated, rotating or successive manner within the same area and at different time periods. This system increases the efficiency of natural resource use with less impact on the environment once the processes of degradation are controlled through conservationist practices. ILP involves the diversification of production, enabling an increase in efficiency of natural resource use, conservation of the environment, stability of both production and the producer's income, and a net gain in the removal of CO<sup>2</sup> from the atmosphere.

The ILP system is a viable alternative that contributes to the recovery of degraded areas, the adoption of good agricultural practices (GAP) and an increase in efficiency of machine, equipment, and labor usage.

**Crop-forestry system (SAF):** these are intercroppings with tree species that can be used to restore forested areas and recover degraded areas. Technology mitigates land limitations, minimizes the risks of degradation inherent to agricultural activity and optimizes productivity to be achieved. Tree components are introduced as a strategy for combating erosion and supplying organic matter, thereby restoring fertility of the soil. In the same land area, it is possible to establish intercroppings between species that are fruit-bearing, for vegetable cultivation, and of economic importance.

Legume species can be introduced for use as green manure, which are then cleared, as well as tree legume species which are pruned for the same purpose, seeking the deposition of organic matter on the soil. In addition to contributing to the conservation of the environment, the benefits of crop-forestry system awaken interest in farmers, since their connection to food production enables the supply of agricultural and forestry products, thereby increasing the creation of income.

Studies indicate that in areas where a SAF is developed, it's possible to see an increase of 5 to 8 tons of carbon per hectare/year. SAF's favor the conservation of the legal reserve with responsible use of non-timber forestry products and stimulates carbon sequestration in the area.

**Forestry-cattle system (SSP):** these are combinations of grazing areas with trees or shrubs along with herbivorous animals. In these systems, the shade of the tree element promotes environmental relief by lowering the temperature of the air and soil, resulting in greater comfort for grazing animals. The deposition of biomass from trees contributes to improving soil fertility, increasing the availability of nutrients (mainly nitrogen (N)) for herbaceous forage crops and improving the quality of forage, in some cases even increasing its production. The effects of trees increasing levels of nitrogen and organic matter in the soil is generally more pronounced when they are tree legumes capable of connecting with nitrogen-fixing bacteria in the air. The root system of trees also contributes to changing the porosity of the soil and the rate of water infiltration, reducing erosion.

The implementation of SSP's has been suggested as an option for recovering degraded grazing areas. In this system, the increase in carbon sequestration in these areas depends on the density of plantations, the growth capacity and longevity of trees as well as the potential for these trees to increase or conserve the level of soil organic matter. However, fast-growing plants capable of accumulating a greater proportion of biomass in woody tissue (e.g. greater wood density) and that have greater longevity would be able to sequester more carbon.

**Crop-livestock-forestry integration (ILPF):** this is a very similar system to ILP but with the addition of the forestry component. This system includes farming, livestock and forestry activities carried out in the same land area through intercropping, rotating or successive cultivation. This means that in a single area it is possible to obtain grains, protein and fiber, significantly increasing the productivity of the land and carbon sequestration in the soil and efficiently promoting the removal of greenhouse gases from the atmosphere.

The benefits and co-benefits of the

adoption of ILPF systems can be economic, environmental and social. The main benefits include: reduction or feasibility of recovery/renovation costs for degrading or degraded grazing areas; increase of grazing area capacity; increase in animal weight gain; reduction of climate and market risks; improvement of physical, chemical and biological soil conditions; reduction of the occurrence of pests, disease and weeds, with a resulting decrease in the use of insecticides, fungicides and herbicides; greater efficiency of fertilizer user by the various crop root systems; and increase in property income. The most relevant environmental benefits are: greater rate of water infiltration and storage in the soil; erosion control; reduction of soil nutrient loss; rational use of pesticides and consequently lowered risks of pollution of the environment; improvement of animal environments (protection against storms, cold winds, hail, high temperatures) by shading of grazing areas, thereby reducing animal stress; reduction of greenhouse gas emissions (GHG); carbon sequestration through air and root biomass of trees and forage; and mitigation of deforestation by harnessing degraded areas. Another important co-benefit is the maintenance of biodiversity, acting directly in pollinating populations, which are responsible for up to 25% of increases in productivity in some crops.

**Recovery of degraded grazing areas.** In Brazil it is estimated that there are 48 million hectares of degraded grazing area. These grazing areas are inefficient in terms of livestock production and emit high amounts of greenhouse gases. The recovery of these grazing areas could reverse the logic of emissions and ensure greater productivity and supply of animal protein.

The search for livestock breeds more tolerant to high temperatures and heat waves is imperative. The connection of integrated production systems with tolerant breeds will definitively strengthen the importance of animal environment studies.

In the forestry sector, the future points towards greater efficiency and growth of forest plantations. Whether commercial, multiuse with intercropped exotic and native species, or crop-forestry systems, all will have a high capacity for carbon sequestration. The discussion of sustainable agricultural

landscapes will take place once it can create income through the payment of ecosystemic services.

In order to overcome non-tariff barriers, products will seek environmental certifications, linking agricultural production with environmental services, such as carbon sequestration or water conservation.

An extraordinary advancement of biotechnology is expected in the search for species tolerant of high temperatures and water deficiency. There is a strong interest in guiding genome knowledge towards understanding the response of plants to climate change. This means that the impact of climate change happens on multiple levels of biological organization. Little is known about how this impact affects molecular, biochemical and physiological processes that determine the responses in a productive chain extending from the individual to global ecosystems. The processes and studies will be based on the search for an identification of strains that are more adapted, resistant, or tolerant to abiotic stressors resulting from climate change. Further, they will seek the discovery of molecular mechanisms that will mediate the adaptation of these stressors and finally, the identification of genes involved in the adaptation of biotechnological value. The genes with heightened potential for adaptation exist in abundance in Brazilian biodiversity, the largest reserve of climate change-tolerant of genes in the world.

These are scenarios that seem feasible, but only on the condition of being able to control greenhouse gas emissions. If the temperature exceeds the level of more than two degrees of warming, scientific knowledge held today will become a lack of scientific knowledge. What could happen is unknown. What is certain is that considering the current supply of plant and animal genetic material, we will be reaching the limits of agricultural production. From there, the need will emerge to migrate from agricultural production to agri-environmental production. In this sense, Brazil's opportunities are extraordinary.

Biotechnology, per the definition proposed by the Convention on Biological Diversity of the UN, means any technological application that uses biological systems, living organisms or their by-products to create or modify

products or processes for a specific use.

Two major consequences of an increase in GHG emissions are the increase in and scarcity of water. Biotechnology can contribute significantly through the introduction of new genes that gauge the additional ability for adaptation to water scarcity and increases in temperature of varieties developed by improvements to conventional genetics. For this, the discovery and validation of genes with this potential must be carried out, uniting advanced molecular and genomic biology tools such as the large-scale characterization of genomes, gene expression and phenotypes, molecular markers, and transgenics.

In the future, plants that respond better to these situations will be fundamental and biotechnology research will be increasingly focused on these subjects. However, drought tolerance is a complex characteristic for being multigenic. Until now, transgenic crops already developed have been able to modify the expression of a gene or a small number of them.

In this way, it is hoped that biotechnology research will be useful in mitigating impacts caused by global climate change by advancing knowledge about gene expression. However, biotechnology is not a solution for everything and should not be adopted alone, as it has its limitations. Considering the current knowledge of biotechnology, ten years of research are needed to achieve a new adaptive cultivar. Even if this time is able to be reduced by technological advances, there will still be a lag between the identification of the problem and the development of a variety. If there isn't a change in current agricultural systems, emissions will continue to grow and when an adaptive variety can be commercialized, it will no longer be adaptive. This means that biotechnology should be seen not as a solution for maintaining the status quo. It is estimated that if the temperature exceeds 2 degrees centigrade, existing biotechnological knowledge will not be able to develop plants that tolerate temperatures higher than what is expected.

Considering the global influence of these impacts and their social and economic costs, a change is needed to the current development model. Specifically and in the case of agriculture, the current development model has caused serious environmental impacts, income inequality among different types of

farmers, and increased risks of production losses and imbalances in the world food system, with lingering hunger and increases in childhood and adult obesity. The limits are clear. In Brazil, biotechnology will seek solutions to withstand an increase in temperature of up to two degrees. Above this, according to what is illustrated in the figure below, there will be a massive risk to agricultural production due to excessive heat.

### What to expect from the future?

Agriculture of the future must:

- Seek greater productive efficiency, producing more in less area. The increase in productivity is imperative. We cannot use lots of energy to harvest little energy. The balance of agricultural input gains and product output losses will not cease to exist.

- Be based on integrated production systems, where in a single area fiber, animal and plant protein are produced. Productive diversification will become necessary. Actions like these will be fundamental to meeting the need for food in the world. Optimizing land use, such as more products in the same area, and incentivizing multifunctionality of agricultural property could ensure sustainability of the agricultural sector.

- Be founded in biotechnology, where the search for species tolerant of high temperatures, water deficiency and new diseases will be imperative, maintaining the limits of science.

- Maintain biodiversity, since it is through biodiversity that genes tolerant of environmental stressors triggered by global warming are found.

- Adopt animal environment practices that allow for the reduction of the impacts of heat waves on animal production.

- Adopt conservationist practices in agricultural production, allowing for the reduction of greenhouse gas emissions and limiting water loss in agricultural systems.

- Adopt biofertilizers or organic fertilizers that are less dependent on nitrogen. The possibility is large for widening the spectrum of plants that will use biological nitrogen fixation.

By adopting practices that mitigate greenhouse gas emissions through adaptation of agriculture to global warming, it is hoped that the impact on food supply will be lessened. The question is knowing whether there is still time for this.

### About the author:

Eduardo Delgado Assad obtained a bachelors in Agricultural Engineering in 1979 from the Universidade Federal de Viçosa. He earned his masters and doctorate in Montpellier, France, graduating in 1987. An Embrapa researcher since 1987, he originally worked in the Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC). He served as coordinator of the Natural Resources Department of Embrapa Cerrados, Executive Secretary of the Natural Resources Program of Embrapa and Head of Research and Development at Embrapa Cerrados. He coordinates projects in the area of climate change and its impacts on agriculture. He coordinated the climate and agriculture sub-network of the climate network of MCT&I until 2013. He is a member of the scientific committee of the Brazilian Panel on Climate Change. In 2011, he was Secretary of Climate Change and Environmental Quality of the Ministry of the Environment. He currently serves as a professor of the masters in agribusiness program at the Fundação Getúlio Vargas.

## CHAPTER 3 TECHNOLOGIES

### How can technology help us feed 10 billion people on a sustainable way?

In a split of a second...The theme is agriculture. Which are the five first words that come to your mind when you think about it? Try to memorize them. If you are near a friend, also submit him to this test. Ready?

Now, one question: considering the total number of words, do they show terms such as innovation, technology, laboratory, artificial intelligence or drones?

It is interesting to notice how our imagery is used to associate technological innovations to the urban life. We know, in practice, how much digitalization is transforming our relation with leisure, work, the traffic. We are getting familiar with concepts such as "intelligent city", in which technology is used to plan and improve the urban infrastructure, with the citizens' participation. And when technology arrives to the screens in a science fiction movie, reflecting our expectations and fears in relation to the future, the action usually takes place in a city – or high above in the outer space! Never in the field. Have you

already imagined a Hollywood movie called "The farmer of the future"?

Jokes aside, the growing of food has always involved the use of technologies. And this is particularly important today, in the face of the big challenges which await us in the future, such as global warming.

It is likely that we will need, for example, plants which are more resistant to the heat. In the following pages, you will see how researchers have been using hybridism to develop beans that can be grown in hotter places.

It will also be increasingly important to optimize the use of water, avoiding any type of waste. The precision agriculture can help in this task, thanks to sensors installed in the soil, which send to the cloud a series of data (humidity level, for example), allowing the watering to be made according to the real need of that crop.

In addition to tractors and trucks, drones will run across the crops, either to identify, the earliest possible, the presence of plagues or diseases, or to increment the pollination process, taking the pollen from flower to flower, as bees do.

It is not about seeing technology as a panacea (that mythical plant which, in Ancient times, was associated to the cure of all evils).

In the middle of the twentieth century, we went through a period of much transformation in the field, which became known as the Green Revolution. Those changes included the use of new machines, as well as agrochemicals – which had been developed decades earlier, during the First and Second World Wars, as chemical weapons. The innovations were accompanied by the expectation that the adoption of such modern practices would expand the production of food and put an end to hunger around the world.

The experience showed that the problem was more complex. Concerning agrochemicals, for example, it is crucial to take into consideration the risk to the health of farmers, consumers and the biodiversity. Regarding hunger, it is worth noticing that it not always stems from an insufficient production. It may be associated to factors such as waste, social inequality and armed conflicts, which turn the access to the existing food difficult.

In other words, we must always think about the context in which the new technologies are developed, and consider

the positive or negative impacts they may cause in the long run. This is true for life in the city – and also in the field!

## TRACING FOODS AND SOWING THE SEEDS OF TOMORROW

Érica Araium<sup>1</sup>

Journalist and masters student of Labjor / Unicamp in scientific and cultural communication

Tracing our food is essential.<sup>2</sup> As is contemplating the origins, journeys, and end of our food. The second sentence, paraphrased for having already been incorporated into innumerable multilingual speeches, this one included, pervades an infinite amount of ideas. In the last 20 years<sup>3</sup>, cuisine has never been so widely discussed in Brazil, at least not to the multidisciplinary extent that this full plate of cultural journalism deserves<sup>4</sup>. Until now, a time when folksonomy<sup>5</sup> lives side-by-side with taxonomy and the solution to hunger in 2050 can already be created with <inputs> bequeathed unto *bites* and *bytes* that are poured into HTML and shared on social media. Through force of habit, we can decide the organoleptic experience of tomorrow.

Talking about cuisine implies being governed by our stomachs, as posited by the father of gastronomy Brillat-Savarin (1755-1826), whose renowned work *The Physiology of Taste* (1825) raised food to the category of culture, later echoed and discussed in Pierre Bourdieu's (1930-2002) theory of taste<sup>6</sup>. For Bourdieu, "different social classes are distinguished less by the degree to which they recognize legitimate culture and more by the degree to which they know it." In this way, there's a feeling of luxury, of exclusivity.

The danger of consumerism, related to the notion of lifestyle, lies in the fact that choices about nearly everything that we intend (or are able to) buy, despite being fed constantly created and updated information, are not really choices. Especially in the digital realm, where user experience dictates the course of how new micro-moments are created (Google), or establishes casual relationships within seconds of attention and sales turnover. For content, the same thing applies. For example: if you find this article interesting, you will continue reading for more than 250 seconds (the average time spent up to this point at 130 words/minute).

Whether in exchange for personal data to browse half a dozen websites or social networks, or when filling out forms or accessing Wi-Fi networks via check point, the efforts of marketing, branding and sales with a massive boost from neuromarketing are excellent at outsourcing taste – and for consumption, the premeditation of it. The consumer is and will continue to be increasingly led to the *déjà vu* moment of George Orwell's 1984, or to the modern "this is so Black Mirror" meme. Yeah.<sup>7</sup>

Look, your next personal pizza is already in the oven and will arrive piping hot in a few minutes via drone. Insects will live up to the ode "less meat, please" – nothing to bug out over. After all, there's always food where there's technology and appreciation for innovation, right? See the vegan hamburger that bleeds... There also no doubt about what's not on the label when there are apps on hand. In the world of the Internet of Things (IoT), each click contributes to the design of eating. Farmers entrust decisions about when to release seeds and fertilizers into the soil to algorithms, all via satellite.

Taste, however, is debatable. Taste, after all, is appreciation, feeling, tradition, and judgement. It shouldn't be reduced to a pasteurized action, but rather debated in a manner as multidisciplinary as cuisine itself.

Whether you're environmentally conscious, a clean-lifer or something the like, or even co-producer in front of the shelf either on or offline, decisions about consumption tend to be based on a product or service that respects biodiversity and the environment, cultural diversity, traditional knowledge, fair trade, and ethics. The legacy of sustainable development left to future generations is, after all, taken into account. And food, in these cases, returns its central spot in the production chain to support a new, biodiverse and systemic wave of the future.

The food industry knows that it needs to regain its public's trust – there will be 8.6 billion people on Earth by 2030, according to the United Nations (UN). However, it's clear that the notion of an ecological footprint or sustainability doesn't always matter to the consumer, despite both concepts being mature, available, and incorporated into the demi-glace coating the information society. And while information for this society is raw material, technological convergence is

the driver of social change<sup>8</sup>. How many sides need to be considered in a global overview of food production?<sup>9</sup>

If on one hand there's more demand for content that is produced to inform, on the other it's crucial to remember that relevance is like a needle in the haystack of excess data. Tim Berners-Lee, creator of the World Wide Web (somewhat frightened by what use his thirty-year-old invention will be put to), was reported to be "very concerned about the proliferation of misinformation and vitriol" in 2019.

On the WWW, what people say they're hungry for? What is the role of the chef in promoting more sustainable food? What about that of a journalist? Both, and in particular those specialized in cuisine, know that the Savarin aphorism of "gastrologists not by physiology but by conditioning" is still applicable today.

*Foodies*<sup>10</sup> for example, are the new epicures that don't miss out on bringing a culinary innovation or gadget to the table. Although they aren't technically cut out to be critics and they allow themselves to be regarded as digital influencers, cases of this modern slice of gourmand are far from rare. In some way or another, we are all foodies. A camera in hand, a well assembled dish, some semblance of a following and great traceable hashtags to narrate an innovation are enough to make anyone a foodie, and the content will disperse in a matter of bytes per second.

"Gastronomizing" – so to speak – entails flirting with haute cuisine and with the simplest plating in symbolic resistance to *habitus*, so "digestive" and individual. You can eat a little of everything so long as you don't leave any third to waste (on the road or on your plate)<sup>11</sup> frugally. Save some content, in slices or messages, as leftovers for the next generation. What will be said about eating, and what will be silenced? Who will be listened to and who will be given a voice? What will be revisited years later when the tag, spoken or typed into the search engine (if they even exist anymore) is for the expression "sustainable Brazilian cuisine?"

It is important to remember that restaurants and Brazilian chefs began to combine ingredients in many other languages thanks to the influence of the techniques and savior-faire of French chefs settling here since the beginning of the 1980s (such as Claude Troisgros and Laurent Suaudeau), as well as the open-

ing of imports to Brazil (in short, it was former president Collor). If on Brazilian soil the Cruzado and Real currencies made pasteurization and the globalization of taste possible, European chefs, in contrast, opened paths and minds to insisting on sustainable locality through farm-to-table activism and the locavore movement. These engendered concepts in the United States and Europe are resonant today under the same appeal to seasonality, freshness, the close relationship between farmer and chef, the promotion of urban agriculture and sustainable food industry systems, etc.

Sustainable cuisine, however, sails over an angry sea of possibilities and interpretations, bound to what digital or ecological footprints dictate about the waves of digital convergence enlarged by drastic climate change. Global warming and its consequences are undisputed, according to scientists like David Lapola of the Center for Weather and Climate Research Applied to Agriculture (Amazon Face), and by the aforementioned avalanche of data – we live in big data, mimicked by fake news and full of fear of missing out (FOMO), all on an omnichannel scale.

It lives up to the heart of the vibrant international Slow Food movement championed by Italian journalist Carlo Petrini since 1986, and is endorsed by a host of well-versed specialists for future generations. Perhaps the most (in)docile of proponents of the movement is American journalist Michael Pollan, for whom cooking is a natural history of change, using any of the vital elements (air, earth, water, fire) for the most *Homo sapiens* of actions. Those very same *sapiens*, which has 86 billion neurons counted and re-counted since 2009 by Brazilian neuroscientist Suzana Herculano-Houzel.

Among chefs, one of the figures most attentive to the course of the future of food is Dan Barber, author of *The Third Plate* (2014), and a chef/farmer/activist certain that the kitchen is the most Lavoisier place of all. Nothing can go to waste, especially when food waste tattoos “hunger” on the skin and bones of 815 million people or 11% of the world’s population, according to UN data published in 2017. We already know that seas and rivers are no longer for fish, even with the Blue Revolution.

The constellation of representatives of sustainable cuisine sporting a chef’s toque continues to grow as new chefs emerge around their superno-

va forbearers, to borrow a metaphor from physics. This includes all the buzz around figures such as Massimo Bottura (Italy) René Redzepi (Denmark), Enrique Olvera (Mexico), Ferran Adrià (Spain), Virgilio Martínez (Peru), Alex Atala (Brazil) – co-creator alongside Felipe Ribenboim of the interdisciplinary Seminário Fru.To centered on “food dialogues.”

Although there are infinite synapses to take note of daily reminders, sometimes “communication junctures” are lacking in the consumer’s brain for them to scrutinize and act sustainably on behalf of a viable future, especially when next to the table lies the shelf or the business that caters to the trend of *fresh food to go*. There are gaps in the gourmet universe, which is shallow from too much of everything.

In contrast to what the best AI and the best algorithm can predict, emotional choices, capable of establishing a type of direct memory-taste connection, aren’t binary. Grandma’s cookies taste like nostalgia, both sweet and wistful – they wouldn’t even be close to healthy and sustainability unless the relationship between “empty calories” and pleasure were proportional to the measure of how fairly the food was produced how minimal the impact was on biodiversity. It is here that the importance of content prevails, both in eating as well as sayings.

To consume literally means “to be destroyed, to be used until total destruction,” but it can also mean “to disappear from memory, to be erased.” Conversely, to feed means “to nourish (oneself),” “to sustain (oneself),” and even “to provide topic to.” Given the etymology and analysis of the statement, the relationship to be made between feeding the consumer with information so that they can feed themselves in the future seems logical<sup>12</sup>. Hand-in-hand with science, the relationship between research and sustainable development seems imperative and jointly with society, the need to look after the sprouting seeds of this project seems unparalleled. Will we have to navigate it? Tracing our foods will be necessary.

<sup>1</sup>Érica Araium, 40 years of age, is a journalist specializing in market communication management, marketing management, literary journalism and more. She is the founder of the project Diálogos Comestíveis, (Edible Dialogues) and is lecturer, educator. As a researcher investigates the relationships between the production of culinary reports and food consumption.

<sup>2</sup>According to JURAN et al. (1974), traceability must be part of the production process in order to be able to identify products and their origins.” More at: <http://www.scielo.br/pdf/raeel/v1n2/v1n2a08>

<sup>3</sup>The culinary boom began in 1999, the same year in which the Specialized Education Program in Gastronomy was implemented at Anhembi Morumbi University in São Paulo, for example.

<sup>4</sup>Reference to “Gastronomia: prato do dia do jornalismo cultural”, master’s thesis of researcher Renata Maria do Amaral which began a mapping of culinary journalism within the context of contemporary Brazilian journalism. Master’s Program in Communication, Federal University of Pernambuco, Recife, 2006. Available at: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3492>

<sup>5</sup>The term is attributed to information architect Thomas Vander Wal, who defines it as “[...] the result of the free and personal attribution of tags to information or objects (anything with a URL), seeking its eventual retrieval. The attribution of tags is done in a social environment (shared and open to others). Tagging is done by the information consumer themselves (Wal, 2007, online).”

<sup>6</sup>See Pierre Bourdieu, *La distinction. Critique sociale du jugement*. Paris: Minuit, 1979.

<sup>7</sup>The article “Neuromarketing: uma nova disciplina acadêmica?”, published in 2017 in *Marketing & Tourism Review* is worth the read, and is available at: [www.revistas.face.ufmg.br/index.php/mtr/article/download/4560/pdf](http://www.revistas.face.ufmg.br/index.php/mtr/article/download/4560/pdf)

<sup>8</sup>“Almost unconsciously, the revolution of information technology disseminated by the most significant culture of our society and the libertarian spirit of movements of the 1960s”. (Castells, 2000, p.25)

<sup>9</sup>One of the most versatile classic preparations. Achieved through equal parts of Espagnole sauce (a “mother sauce”) and a dark stock reduced by half (beef bone broth and cuts of beef, typically veal) reduced to one-fourth of its original volume or until a nappé consistency is reached. The resulting sauce has a roasty aroma.

<sup>10</sup>The expression appeared for the first time in *The Official Foodie Handbook* (1984), a culinary miniguide by Ann Barr and Laul Levy published in the United Kingdom. It means “children of the consumption boom.”

<sup>11</sup>The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) warned in November of 2017 that in Brazil, 1.3 billion tons of food is currently wasted or lost throughout the food production chain. At the global level, this volume represents 30% of all of the food produced each year on the planet.

<sup>12</sup>I discuss the topic of sustainable cuisine further in this article: <http://dialogoscomestiveis.com.br/index.php/pensatas-devoradas/81-gastronomia-para-saciar-o-futuro>

## THE FUTURE OF FOOD AND BIOTECHNOLOGY

**Julio Carlyle Macedo Rodrigues**  
*Analyst Embrapa Genetic Resources and Biotechnology*

The challenge of agriculture in the coming years involves advancing in three fundamental concepts: productivity, nutrition and sustainability. Namely, this includes the increase in productivity per cultivated area, the increase in nutritional quality of food and the development of environmentally sustainable productive systems. According to the Office for Sustainable Development of the United Nations (UNOSD), there are

925 million starving people in the world, and this number is predicted to rise to 2 billion people by 2050. To feed this population, farming and consumption practices need to change. One of the Sustainable Development Goals (SDG) of the UNOSD is to eradicate world hunger by 2030, and the agriculture sector can offer technological solutions to advance in this direction. The main challenges related to agriculture are:

- Increasing productivity in impoverished regions – new frontiers, new environments – new locally adapted varieties; valuing of local production chains with socioeconomic roles;

- The development of sustainable production systems – reducing dependence on importation of fertilizers – increasing efficiency, decreasing impacts on soil, avoiding erosion and impacts on water – integration of production chains, ecosystemic biodiversity services – new varieties adapted to new systems of production and ecosystemic services;

- Climate change – agriculture contributes to climate change (livestock and processing chains) while also being vulnerable to it. Mitigation strategies depend on the recovery of degraded areas, reduction of fires and deforestation and other initiatives contained in the ABC Plan (Low-Carbon Agriculture) of MAPA (Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply). Strategies to circumvent the vulnerability of climate change are adaptive, namely the production of new cultivars better adapted to these changes;

- Agricultural produce of high added value – biotechnology tools are essential: technologies for genetic improvement of native and/or local species, making them more productive, delicious, etc.; increasing nutritional quality and resistance to pests, and rustic production environments, along with production of inputs in functional foods.

### **Conservation, biodiversity and biotechnology**

The ability to face the challenges of agriculture is directly related to the ability to create new cultivars. Genetic resources must be a source from which to draw solutions, develop products and create wealth. However, it is through biodiversity that solutions are found for increasing productivity and mitigation of environmental harm while also encompassing social gains. Technological solutions have to be sufficiently robust

in order to reach large and small producers, creating economic impacts on production chains of agricultural commodities and non-commodities.

One way to preserve biodiversity is through gene banks. According to UNOSD, in 2016 4.7 million samples of seeds or other plant matter used for food or agriculture were preserved in 602 gene banks spread across 82 countries and 14 regional and international centers. The challenge of conservation of all of this biodiversity is how to use it to create the necessary technological changes in agriculture to achieve the SDG of eradication of hunger. It is at this juncture that research in biotechnology creates accessible solutions. In order to tighten the ties between conservation of biodiversity and its conversion into agricultural products, an arsenal of tools and strategies are needed that promote knowledge from phenotype to genotype leading to the creation of new varieties.

### **Strategies for Producing New Varieties Domestication of new species**

This involves taking advantage of the potential of wild species that display characteristics of robustness, tolerance of climatic stress and resistance to pests that are problematic for cultivated species. Tomato (6th Brazil-Germany talks – German Center for Research and Innovation). Knowledge of species genetics – DivSeek. Mission: “Utilize the genetic diversity of plants to accelerate the improvement of cultivated plants to feed the world” – Food security. Seeds of approximately 7 million cultivated plants are being preserved in gene banks in the world. What is the genetic diversity of this reserve? What characteristics can be useful in increasing productivity, resilience and sustainability in food production? A platform to create, integrate and share software and data about genetic diversity of plants with the goal of aiding improvement programs, gene bank curators, researchers and farmers in characterizing, disseminating and using the available genetic variation to accelerate improvement of cultivated plants for sustainable food production. Large-scale sequencing technology is decreasing in cost, greatly increasing the number of genomic data available. This data can be used to estimate the genetic diversity of gene banks and conservation areas, driving the best strategies for conservation of biodiversity at lower costs. The use of wide ge-

netic selection approaches enables the use of this data to identify genetic differences associated with agronomic characteristics, leading to the possibility of early selection with a high rate of prediction. The application of this technology is already a reality, with resources being developed for perennial plants such as eucalyptus. With lowering costs, we can predict that this approach will gain more ground, relevance and application for other species.

### **New Genetically Modified Varieties Genome Editing (CRISPR/Cas9)**

This consists of a genome editing tool that can facilitate plant improvement. The tool simplifies the introduction of deletions and in the genome in a precise manner using RNA guides that, for complementarity, guide the Cas9 enzyme to the specific location of the genome. Cas9 promotes breaks in this region that activate the cell's repair mechanism, and the result is small deletions in specific locations. The technique can be adjusted to introduce mutations, replacements and even add new copies of genes. The benefits of this new technology are its simplicity, low cost and target precision, promising to revolutionize the way in which new products are created. Its low cost in particular can help this technology to achieve a greater impact on small farmers and small pieces of land in developing countries, aiding the development of varieties better suited for local conditions. The potential impact of this technology is enormous, having the ability to guarantee food security in these areas, mitigate nutritional deficiencies through biofortification of foods by decreasing the impacts of pests on productivity and creating more resilient cultivars while reducing the use of pesticides. However, genomic knowledge of the target species is necessary in order to explore the potential of this new technology. It is clear that the use of this tool tends to increase with the growth of genomic information, gene function and the resulting possibilities. The future of this technology resides in the ability to identify the function of genomic locations that can be altered to create varieties with new agronomic characteristics of interest. Further, the tool still displays flaws in precision, which will encourage the search for new alternatives to eliminate these shortcomings. In terms of regulation, gene editing by CRISPR/Cas9 tends to be treated differently than

genetically modified organisms, as is the case of the release of the oxidation resistant mushroom. While promising, it is necessary to first explore the potential of this technology.

### **Functional plants - synthetic biology**

The combination of sequencing technology, bioinformatics and biotechnology creates an exponential quantity of data from gene and transcriptomes of all types of plant tissue, growth and development conditions and pest-pathogen interaction, among others. This quantity of information, with the assistance of increasingly sophisticated and precise software, has helped to understand the intricate mechanisms that control metabolic pathways and biosynthesis of several of the organism's compounds. Further, it has also helped to understand how an organism reacts to different types of stress and growth conditions. This knowledge creates innumerable possibilities for altering these pathways with the goal of increasing the quantity of a determined beneficial compound in the plant or making it more resilient. Similarly, it also elucidates strategies for decreasing the concentration of a given compound harmful to human or animal health. The new possibilities for understanding and manipulating metabolic pathways that produce various compounds of interests for health, food, and productivity open the possibilities of linking the study of plant and animal biodiversity and expressing these characteristics in cultivated plants. In this way, it is not necessary to use native species of biodiversity directly to identify an asset of interest in native or rarely used species. Rather, its molecular nature can be understood and can transfer this molecular machinery to cultivated species, aiding the perspective of conservation while promoting its use. The context of sequencing data creation affords a glimpse into a landscape where complex molecular networks can be manipulated to create "intelligent" plants that respond to stress and act as sensors. This would then allow for the rational use of inputs, thereby lowering the cost of production, increasing productivity and making cultivation environmentally sustainable, bringing agriculture to the digital age.

### **Functional plants - Medicine in plants**

The potential for production platforms of medicine in plants is already

a reality, but there is still plenty of growth to be had in this area. Vaccines, human hormones and even antivirals can be produced in plants and offer an economically attractive alternative to traditional methods of synthesis and purification by fermentation in microorganisms. Recently, during the 2014 Ebola epidemic in Africa, an anti-Ebola vaccine was produced through transient tobacco plant expression (Kentucky Bioprocessing). The vaccine was distributed and used to combat the epidemic. The platform chosen was the tobacco plant, modified to express a gene codifying the vaccine. Another company, Medicago, is in the final approval phase of a vaccine for the flu that also uses a transient tobacco plant expression. Coupled with the potential for the discovery of new drugs, we're afforded a glimpse of the increase in the use of plants in the medicine production chain in the near future.

### **Natural biopesticides**

There is a variety of small amino acids (peptides) codified in the genome of plants and animals. These peptides can be part of larger protein structures, leaving their potential biological activity "hidden." Using structural modeling algorithms, these peptides can be discovered in the genome and used for various purposes, such as antimicrobial peptides. Another approach, prospecting in nature using various animals, microorganisms and plants, can lead to the discovery of an array of biopesticides, creating an alternative to the use of chemical pesticides to combat agricultural pests. These molecules can be synthesized in vitro, produced by yeasts through fermentation processes or used to create genetically modified plants, increasing the alternatives for integrated pest management.

### **New GMOs**

The initial controversies surrounding the development of genetically modified organisms has as much to do with genetic manipulation itself as with the sentiment against large corporations aimed at the company Monsanto. In this context, it was difficult to separate the wave of negativity and controversy from the use and commercialization of this technology. A few years later, examples of the technology's application resulted in a change of focus from the producer to examples aimed at the

consumer. Despite products for producers still being in high demand, the need for new insecticide gene combinations and bifunctional genes that promote drought and pest resistance, characteristics aimed at consumers (such a bio-fortified foods with longer shelf life and high omega-3 content) will be released and tested on the market this year. Depending on consumer response, this trend could leverage the launch of other GMO products. The main challenge is dialogue with the consumer and with the population in general. Information is essential to break down the barriers of ignorance and convince the public of the safety of GMOs.

Another strategy in development is gene stacking, which consists of joining two or more genes that display traits of interest in a single plant. For example, in a single plant there can be a gene that displays pest resistance and another that displays an increase of a given vitamin. Various combinations can be tested, opening interesting possibilities geared towards producers and consumers.

### **Plantscrapers**

This is the concept of urban vertical greenhouses for food production. Using biotechnological techniques of in vitro production, these greenhouses can become a reality. A closed environment with controlled temperature and light plus food production without the use of pesticides, these greenhouses present the possibility of decreasing pesticide use, reducing carbon emissions and reclaiming energy to make the initiative sustainable and an important alternative to industrial agriculture. The Swedish company Plantagon is ready to launch this initiative, with a 60-meter tall building capable of producing 500 metric tons of food per year and that reduces carbon emissions, saves water and recycles energy in contrast to industrial agriculture.

### **Audiovisual resources and additional information**

<http://www.cimmyt.org/smallholder-farmers-to-gain-from-targeted-crispr-cas9-breeding/> // <https://geneticliteracyproject.org/category/crops-food/> // <https://www.scientificamerican.com/video/crispr-cas9-hd-final/> // <https://www.nature.com/news/gene-edited-crispr-mushroom-escapes-us-regulation-1.19754> // <http://www.nature.com/news/genetically-modified-ap->

ple-reaches-us-stores-but-will-consumers-bite-1.22969 // <http://www.hortibiz.com/item/news/plantscraper-to-produce-500-mt-of-food-a-year/?e=carlos.conte%40c4cientifica.com.br> // <http://www.plantagon.com/> // <https://www.pbs.org/newshour/show/how-to-grow-an-ebola-vaccine-with-a-tobacco-plant> // [www.divseek.org](http://www.divseek.org) // <http://www.unosd.org/index.php?menu=14>

**CHAPTER 4  
HEALTH AND SOCIETY**

**How can we allow everybody to have access to a nutritious and diverse diet?**

Our adventure throughout the universe of tastes starts by the most precious of all foods: breast milk. Its formulation is so balanced and complete, that it is capable of providing for all our needs along the first six months of our lives. This is a great starting point for our food path. Unfortunately, not always this story advances through the right track.

Nowadays, a great part of the population faces health problems related to food along life, either because the food they have access to is insufficient, or for its low quality. Many times, those health issues arise in the early childhood.

According to a FAO (United Nations Organization for Food and Agriculture) report published last year, the situation is extremely worrying. The number of starving individuals has increased in the last years: it was of 804 million in 2016, reaching 821 million in 2017. In Africa only, famine affected more than 256 million people in 2017, almost 21% of the total population. In Asia, it is estimated that hunger has affected 515 million people in that same year, which corresponds to 11.4% of the inhabitants.

At the same time, the numbers related to obesity and overweight rise at a much accelerated pace – a situation which also inspires care, since overweight can lead to a series of diseases, such as diabetes, high blood pressure and some types of cancer. Between 2012 and 2016, the proportion of obese adults rose from 11.7% to 13.2% worldwide. This means that one in eight adults in the world is obese, meaning they have a BMI (body mass index) equal or above 30. Altogether, this represents around 672 million people.

It is worth noticing that obesity is also

related to an economic component: highly caloric and little nutritional options use to be cheaper than fruits and vegetables. That is why low income families may end consuming food which provides much energy, but few nutrients.

In the fight for an adequate diet for everybody, we will need to appeal to multiple approaches. Mexico, for example, enforced a special tax over soft drinks, as a means to discourage the consumption of the beverage, and thus fight obesity, both among children and adults. In Brazil, a new food labeling standard is under discussion, so that it may be easier for the consumer to identify (and avoid) those with a high fat, sugar and/or sodium levels.

In parallel, new initiatives arise, searching to stimulate the consumption of nutritional and low cost options, but still little known or valued.

Specialists have been recommending, for example, a reduction in the consumption of beef, in favor of other protein sources, which production causes less environmental impact. The list includes algae, mushrooms and insects. That's right, insects. Even though this must sound strange in certain cultures, the insects are already a component of the diet of around 2 billion people.

Do you need more time to digest this idea? Then maybe it is easier to start with PANCs (non-conventional food plants). Growing spontaneously in rural and urban zones, and frequently discarded as bush, plants such as 'taiova' and 'red vine spinach' have the potential to turn our meals into more nutritious and tasty ones. Why not benefit from them in your next lunch with family or friends

**“We need public policies that stop subsidizing ultra-processed foods”**

**Carlos Augusto Monteiro**

*Médico y profesor de la Universidad de São Paulo.*

*(Interview granted to Davi Bonela and Meghie Rodrigues, researches of the Board of Scientific Development of the Museum of Tomorrow).*

*Carlos Augusto Monteiro is one of the most important Brazilian specialists in matters concerning the relationship between food and health. A physician, Monteiro is a professor at the School of Public Health of the University of São Paulo. He is part of NUGAG (Nutrition Guidance Expert Advisory Group), the panel of nutrition specialists of the*

*World Health Organization and is also a member of the Pan American Health Organization's task force for eliminating trans fats and reducing sodium consumption.*

If that weren't enough, he also led a wide-reaching study on risk factors for chronic disease among Brazilians conducted via phone interviews. The study was so successful that it inspired the Ministry of Health to create the Vigitel system, which has studied the nutrition of Brazilians in all state capitals via phone interviews since 2006. More recently, Monteiro participated in the creation of Dietary Guidelines for the Brazilian Population, produced by the Ministry of Health, with the goal of improving information for Brazilians about food.

In an interview with the Museum of Tomorrow, Carlos Monteiro speaks about Brazilian nutrition from various angles. For him, healthy eating requires adequate public policies from the cultivation of food to the best choices of citizens about what to buy and what to put on your plate. Monteiro has faith in the union of public policy and individual actions to improve the quality of the Brazilian diet which, as he states, has not yet reached a level as alarming as in the United States or the United Kingdom. However, the number of people that are sick due to poor nutrition is increasing in the country, and this could entail losses not only from public spending on hospital treatments (in a country in which the National Health Service (SUS) is increasingly scrapped in favor of private health service plan providers), but also from declining quality of life and life expectancy of Brazilians in general.

“Healthy eating” is an expression repeated so often – from ads to public debates – that it seems to be common sense. But what does healthy eating really mean?

Depending on the type of diet a person has, they will have more or less health, and more or less illness. Healthy eating, which provides more health to people and allows them to live longer and better, is also a diet produced from a food system that harms the environment less and promotes more social justice.

Food varies from place to place, but there are requirements with eating that are, let's say, universal. The consensus is that a diet needs to be based on food. It seems like an obvious statement,

but in reality it isn't. In recent decades, more and more people feed themselves not with natural foods (or with food modified so that it lasts longer, as we've been doing for millennia), but rather with industrial formulations. As much as the modern food industry invests in improving its technological capacity, these formulations cannot replace a diet based on natural foods and on the culinary preparation of these foods.

We can consider that healthy eating has four dimensions. The first is that a healthy diet is based on food that nature provides to us and that we can, and should, modify. Take milk, for example: naturally, it spoils quickly and could be contaminated. For this reason, processes like pasteurization allow milk to not lose any important nutrients, which helps us to consume it safely over several days. The majority of natural foods that we eat undergo some minimal processing, including drying, packing, grinding and fermenting.

The second dimension of healthy eating is that, in addition to being based on natural or minimally processed foods, it is necessary for a healthy diet to contain a wide variety of foods. In nature, there is no "superfood" capable of feeding and nourishing us on its own. For this reason we need a wide variety of foods to have a healthy diet. So much so, in fact, that there various indicators of healthy eating that are based on the number of food groups that are eaten throughout the day. If you eat at least 5 different food groups, it is very likely that you are going to have a nutritionally balanced diet, and much more than if you only ate rice or cassava, for example.

The third dimension is the need to reduce the proportion of foods that come from animals. The largest amount of calories that we eat should come from plants. One of the main reasons for this is also environmental, which creates interface with the issue of the food system. A food system based on meat, milk and eggs is a disaster for nature, not only due to the environmental toll but also because the excessive consumption of animal products, mainly red meat, results in various health problems such as cardiovascular diseases and certain types of cancer.

The fourth dimension of a healthy diet has to do with the preparation of these foods. The use of processed culinary ingredients, such as salt, sugar and some type of fat are fundamental for turning

food into meals, recipes, desserts and culinary preparations. However, they need to be used in moderation so that the majority of the calories from our diet do not come from these ingredients, but from rice, beans, vegetables, fruit, milk, and most importantly from real food.

**What is the Brazilian diet like today? Has it changed in recent years? What are the trends for the future of our diet?**

Fifty years ago in Brazil, there were people that were so poor in such a large quantity (there still are, but less) that they didn't have the economic ability to acquire food in sufficient quantity nor of quality. At the time what we now call a "monotonous diet" was common, which is particularly dangerous for children who require a diet even more diversified than that of adults, since they're in a stage of development. The difficulty in access to food in combination with the lack of sanitation of the environment and precarious healthcare led to extremely high levels of child malnutrition. I remember when I began working as a pediatric doctor on the outskirts of the city of São Paulo and the Vale do Ribeira that cases of malnutrition were frequent. Poverty was greatly reduced in Brazil in the last 20 or 30 years and successful public policies practically led to the universalization of water supply and basic healthcare. Although social inequality persists in the country, from the perspective of malnutrition the situation today is much better than it was 20 or 30 years ago.

However, another phenomenon took place in this period: as people stopped having such strictly limited income and buying power and as they gradually became consumers, there was also a major change in the food system. At the end of the 1990's, Brazil began to receive massive investments from international companies that dominate the market of ultra-processed food production. With the opening of capital for foreign investment at the time resulting from negotiations of the Washington Consensus, various companies producing foods like soft drinks, cookies, desserts, potato chips and fast food chains came to Brazil.

So, on one hand we had people with greater purchasing power and on the other, a large influx of foreign capital that began buying national food companies. The buying was to such a degree that today, there are practically no

food or drink companies that are Brazilian – all are international.

These companies have the ability to create patterns of consumption that we'd never seen. They employ aggressive marketing campaigns, and we all know that marketing is increasingly sophisticated and continues to define people's consumption patterns. We began to have a growing number of people that stopped having lunch and dinner and stopped eating their rice and beans to feed themselves with ultra-processed products: snacks, soft drinks, fast food, frozen meals, instant soup, instant noodles, industrialized desserts, and all of those foods belonging to the so-called ultra-processed foods category. Even foods labeled as "functional" or part of a diet and fitness line aren't healthy because they are nutritionally very poor and are made with very low cost ingredients.

Because of this, Brazil is facing an unparalleled epidemic of obesity and diabetes. This is a matter of public health because it's impacted urban development and the economy. The epidemic has even affected the healthcare system, which isn't sufficiently equipped to handle all these people since these diseases require lots of resources and medications. Even in rich countries like the United States, for example, the healthcare system is not able to support all of the costs, and because of this the price of health insurance is higher and higher.

**In 2014, Brazil's removal from the UN's Hunger Map was widely celebrated. However, obesity, another side of food insecurity, threatens us more and more. What is needed to eradicate hunger completely from the country? How do we deal with the increasing rate of obesity?**

An important aspect to understand is that while hunger and malnutrition are a basic consequence of non-consumption and the exclusion of people from the market, obesity and diabetes are diseases that result directly from the integration of people into the society of consumption. The debate and concern about these diseases doesn't happen only in Brazil; on the contrary, it's present in various countries such as the USA, the UK, Canada, Australia, and it is interesting that not all developed countries are in the same situation. Italy and France are two countries in which the consumption of ultra-processed foods

is less than in Brazil, and there aren't epidemics of obesity and diabetes in the same proportion as here. In Japan, the situation is similar. China is on the path to having these large epidemics, but Japan is not, which is interesting because it shows that not all is lost. France, Italy and Japan are highly capitalist countries with enormous consumer markets, but also with food cultures so strong that they prevent the invasion of ultra-processed foods, which leads us to discussing solutions.

In order to solve the situation in Brazil, the first step is halting the deterioration of dietary patterns in the country. The consumption of ultra-processed foods is still not very widespread, consisting of about 25% of calories. This means that most of what we eat is still "real food": rice, beans, meat, vegetables, legumes, etc. As such, part of facing unhealthy diets consists of resisting the abandonment of our traditional dietary patterns, because that is where the solution lies.

Conversely, there is collective investment in the creation and maintenance of public policies that impede people's exposure to ultra-processed foods. How can this be done? There are experiences of many countries that are facing the same problem. We need public policies that stop subsidies for these products. Several soft drink companies with facilities in the Zona Franca of Manaus, for example, receive enormous tax breaks. What should be happening is the exact opposite: we should demand that they pay their taxes and not just that, but also increase their taxes and tax their products, as we did with the cigarette industry. We need fiscal policies that are also conducive to promoting family farming – which overwhelmingly dedicates itself to producing real food – as well as restricting advertising for ultra-processed products. Although we have the National School Meals Program (PNAE) that stimulates the preparation of real food in schools, there is still no legislation in Brazil that protects children from advertising for ultra-processed foods.

It is not a lost cause, but rather a very difficult global fight that isn't limited just to Brazil.

**Reducing the supply of ultra-processed foods on the menu is a daunting task in Brazil and the world. Have we made the necessary investment in public policies to promote a quality diet among Brazilians? How can the**

### **Food Guide for the Brazilian Population help this process?**

There are two things that I will mention. The first and most interesting is that in Brazil and around the world, we're seeing the restructuring of family farming through credit or technical support. There are millions of family farmers here in Brazil. Pronaf, the National Program for the Strengthening of Family Farming, does just that: it loans funds to family farmers because they produce the majority of natural or minimally processed foods that we eat.

In combination with this, the Brazilian government supports the purchase of these foods, as it does with the National School Meals Program. We must have at least 30 million children that are fed every day at school, and that eat natural or minimally processed foods regularly. In the past, ultra-processed food companies ran the niche school snack market. Now, the situation has reversed, since family farming now controls this market with the aid of public policies. The State also buys foods from this same source for prisons and hospitals, for example.

With the massive supply of ultra-processed foods (some masquerading as healthy foods), informing the public about the issue became a necessity. People need to know, for example, that a cereal bar isn't as healthy as it looks. That's where the Dietary Guidelines for the Brazilian Population comes in.

The Guidelines' commitment to the author is to show that there are possible actions that can be taken individually, such as opting for fresh foods, buying from family farms, or turning off the TV or changing the channel when an ad for ultra-processed food is aired, for example. There are also bigger issues to be addressed. It is essential to show the reader that in order to have change it is first necessary to have regulatory policies. Further it is crucial to illustrate that the ultra-processed food industry has lots of economic power to elect politicians and pressure authorities connected to public health so that these policies aren't implemented.

The Guide also seeks to help consumers fight for their right to information, for example on food labels, which are generally confusing or insufficient. So, what we propose is "do what you can, what is within your reach, but also fight to elect politicians that will approve laws that you would need to have

a healthier food landscape" in order to have a collectively more informed society. That way, it won't be necessary to turn off the TV to avoid seeing a soft drink ad because there would be legislation, as in several other countries, that would prevent this type of advertising from reaching children.

The Dietary Guidelines for the Brazilian Population was the first to bring clear messaging to the populace about the need to avoid eating ultra-processed foods. Uruguay and Ecuador already have guides with similar messages, and other countries, such as Canada, are revising their guides in light of the Brazilian experience.

---

## **CHAPTER 5 FOOD FOR TOMORROW How will your diet be in the 2050 decade? Use your imagination and write this story.**

Imagine we are in the 2050 decade. In truth, imagine we are in one of the possible scenarios for 2050. There, we have been capable of implementing the necessary measures to preserve our biodiversity, keep the vegetal cover and produce enough food to feed the increasing population with quality. And on this very day, we have just reached the 10 billion people milestone!

You read this news while having breakfast in the morning.

Of course, it is impossible to know who the 10.000.000.000th baby to be born was, but the UN always chooses the child to be the symbol-face of this event. The article about the future recollects previous cases: the 6 billionth baby was Adnan, born in Sarajevo, in 1999. The one representing the 7 billion mark was the Filipino Danica, born in Manila, in 2016. To represent the 10 billion, they have chosen a child that has just been born in Brazil! The name is \_\_\_\_\_.

You smile while watching the picture of that cheeky little face. What a coincidence: the baby was born on your birthday!

By the way, you still need to solve some important things related to the party you will throw tonight! It would be good to order one more option of crisps and pastries in the food delivery app, in order to please everybody. \_\_\_\_\_

-----  
and -----  
have just confirmed they will come!  
What about ordering a portion of  
----- and two of  
-----?

You book the order and dress to go to work, in one of the first buildings to gather offices, vegetable gardens and orchards in the same space. A colleague calls to let you know the meeting will be held a little earlier, on another floor:

"The project presentation would be held in the Vegetable Garden 1, but now it is going to take place in Vegetable Garden 4."

"Vegetable Garden 4? The meeting room where we started to grow tomatoes?"; you ask.

"No, the one with vases of -----."

Better hurry, then! But you need to serve the cat's food and water the plants – a cell phone notification informs that the level of humidity of the soil is low in the PANCs vases, especially in the ----- one.

You arrive at the meeting right on time and, fortunately, the project presentation is a success. One more reason to celebrate!

The lunch takes place in a delicious restaurant. The only problem is choosing among so many options of ingredients. In the potatoes part alone, there is sweet potato, yacon, parsnip, asterix – and the list continues... The variety of fishes is also wide.

"What do you think about these transgenic products with a medicinal effect? Have you already tried them?"; somebody asks. And the lively conversation goes on until dessert time. Once more, it is difficult to choose: passion flower peel candy or mango peel ice cream?

The afternoon is calm, permeated by loving messages from relatives and friends, everybody confirming their attendance to the party. And yet, you feel those butterflies in your stomach until the last minute... What if it rains? Will people really show up?

When the doorbell rings, what a relief! Within a few minutes, the house is crowded. The music is nice, the food is great, and everybody seems to be having a lot of fun. Whew!

Time to blow the candle! You close your eyes and make a wish:

"Everything I wish is -----  
-----"

## GLOBAL OUTLOOK ON FOOD SECURITY AND FUTURE CHALLENGES

### Food and Agriculture Organization of the United Nations

Around the world, 815 million people are starving, which is 20 million more than in 2016 and is a total of 11% of the world's population. This figure unfortunately rose in the last year following years of significant reductions.

The reason for this rise is linked to armed conflicts, the effects of increasingly severe natural phenomena due to climate change and the deterioration of the economy in some countries. Of the 815 million individuals in a situation of food insecurity, 489 million live in countries affected by conflicts.

At the same time, projections show that by 2050 the world's population will reach nearly 10 billion people, 20% more than the current number. The largest growth will take place in developing countries and 70% of the population will be urban. Income levels will be greater than current ones.

In light of this situation the world will face a number of challenges. We know that various forms of malnutrition exist in the world, and there are countries that simultaneously display high rates of child malnutrition, anemia among women, and adult obesity. The number of overweight and obese people has risen in a majority of countries, particularly among children but also in adults.

Based on this global outlook, the alignment of agriculture, food production and food security becomes increasingly necessary, and the solution to these challenges are envisaged in the new goals. This is because in 2015, the countries that make up the United Nations adopted a commitment to fulfilling the 2030 Agenda in the framework of the Sustainable Development Goals (SDG).

The transformative vision of the 2030 Agenda for Sustainable Development requires that all countries work together with the goal of eradicating hunger and preventing any form of malnutrition by 2030. Further, it seeks to guarantee gender equality, a reduction in food waste and the protection of natural resources, among other goals.

The fulfillment of these goals will only be possible if agriculture and food systems become sustainable so that access to food and a healthy diet is guaranteed for all people within the SDG's motto of

"no one left behind."

Food security is the condition in which all people, at all times, have physical, social and economic access to sufficient safe and nutritious food that meets their dietary needs for an active and healthy life.

### Context of Food Security in the World

The number of food insecure people in the world grew to 815 million in 2016 compared to 777 million recorded in 2015. Conflicts, aggravated by natural phenomena related to climate, have a significant impact on food security and are largely the cause of the recent increase in food insecurity.

Sub-Saharan Africa continues to be the region with the highest prevalence of malnutrition. In 2016, 22.7% of the population (around 243 million people) were in a situation of food insecurity. Eastern Africa had the most alarming situation, where nearly one third of the population is malnourished. The data points to nearly 520 million malnourished people in Asia, and more than 42 million in Latin America and the Caribbean.

Acute child malnutrition continues to be a threat to the lives of nearly 52 million children (8%). In 2016, this type of malnutrition affected 7.7% (51.7 million) children under five years of age around the world. In contrast, it is estimated that 41 million children under five years of age (approximately 6%) are overweight.

The global prevalence of obesity more than doubled between 1980 and 2014. In 2014, more than 600 million adults were obese, the equivalent of approximately 13% of the world adult population. The prevalence is higher among women (15%) than men (11%). Although it varies greatly between different regions of the world, the problem is most serious in North America, Europe and Oceania, where 28% of adults are obese, compared to 7% in Asia and 11% in Africa. In Latin America and the Caribbean, around one-fourth of the current adult population is considered obese.

Finally, food systems and diets are changing due to the significant market presence of highly processed foods, to the detriment of traditional foods and eating habits.

Additionally, phenomena related to the climate – linked in part to climate change – affected the availability of food in several countries and have contributed to the increase in food insecurity. Economic slowdown in countries that

rely heavily on income from the exportation of oil and other commodities also impacted the availability of food or the decrease in access to food. Latin America and the Caribbean.

Recent studies indicate that Latin America follows the global trend of an increase in the number of food insecure people. Following many years of notable progress, the region stopped moving in the direction of eradicating hunger and malnutrition. After more than a decade of significant progress in the reduction of hunger, the region stagnated between 2011–2013, and after this period an increase was observed in the prevalence of the total number of malnourished people.

The data indicates that in 2016, around 42.5 million people did not have sufficient food to meet their daily caloric needs, representing an increase of 2.4 million people and a 6% growth of the malnourished population compared to the previous year.

In South America, hunger affected 5% of the region's population in 2015 and 5.6% in 2016. In Mesoamerica (Central America and Mexico), the proportion of hungry people fell from 6.7% in 2015 to 6.5% in 2016. In the Caribbean, this figure also fell from 18.5% in 2015 to 17.7% in 2016.

Between 2014–2016, 1.3 million people were food insecure in Venezuela, Argentina and Peru, which also represents an increase. Bolivia, Chile, Ecuador and Paraguay saw no change in the number of malnourished people between 2013–2015 and 2014–2016, while Colombia managed to reduce the number of malnourished people from 3.7 to 3.4 million in the same period.

If Latin America and the Caribbean do not quickly recoup the positive trend, the second goal of the SDGs that seeks to end hunger and all forms of malnutrition by 2030 will not be met.

In relation to child malnutrition, Latin America saw a reduction in chronic malnutrition from 24.5% in 1990 to 11% in 2016. However, nearly 6 million (5.9 million) children in the world were affected by chronic malnutrition in 2016.

Also in 2016, 9.5% of the child population of South America suffered from chronic malnutrition, representing 3.2 million children. In Mesoamerica, malnutrition affects 15.4% of children under 5 years of age, or 2.5 million children. The Caribbean has the lowest prevalence in comparison with the other subregions at 5.3%, or the equivalent of around 200 thousand children. On

the other hand, 7% of children under 5 years of age are overweight in the region, higher than the world average of 6%, affecting 3.7 million children.

In addition to this factor, there was a continuous and alarming increase in overweight and obesity, risk factors for noncommunicable diseases and the main cause of death in the region, which seriously affects the populace's wellbeing. In contrast to this situation, the region took important measures to eradicate child malnutrition, reduce infant and maternal mortality and mortality of children under 5 years of age, as well as death caused by noncommunicable diseases.

Among the challenges faced by the region is the mitigation of effects arising from natural phenomena and disasters, many of which are influenced by climate change. Rural populations and small farms are the most affected by these events, as their means of living depend in large part on the resources affected by natural disasters. In recent years, natural disasters in Latin America and the Caribbean were strongly affected by the El Niño phenomenon.

#### **Outlooks for agriculture**

Projections for the year 2050 suggest that the world will have a population of 9.8 billion people. To feed this larger and more urban population, food production must increase by approximately 70%. Grain production will have to increase by three billion tons per year compared to the 2.6 billion produced in the 2016/2017 period. Meat production will need to increase by 200 million tons by 2050.

Global agriculture is experiencing a period of instability. According to projections by the FAO and OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), in the next ten years agricultural markets will remain weak due to slowing growth in China and biofuel politics with less impact on markets than in the past.

By 2026, it is expected that the availability of calories will reach 2,450 kcal per day on average in least developed countries and exceed 3,000 kcal per day in other developing countries. Even so, food insecurity will continue to be a critical global concern and the coexistence of malnutrition in all its forms will bring new challenges for many countries.

#### **Climate change and the impacts on food security and agriculture**

Damage to agricultural production as a consequence of climate change can leave food security compromised, both in terms of availability as well as access to food. Drought is a special case, since it impacts livestock and agricultural productivity and increases the number of possible social conflicts. As a result, millions of people will be threatened or at risk of hunger and poverty.

In an effort to lessen the effects of climate change on agriculture and food security, fundamental changes are needed to agriculture and food systems throughout the production chain.

Agricultural sectors have the potential to limit their greenhouse gas emissions, but ensuring food security in the future requires an important focus on adaptation. By around 2030, it is expected that global warming will cause losses to productivity of crops, livestock, fishing, and forestry, depending on locations and conditions.

Following this period, the negative impacts of climate change on agricultural yields will be increasingly severe in all regions. Currently, in tropical developing regions, the harmful effects already impact the means of subsistence and food security of vulnerable families and communities.

Small-scale agricultural systems must also adapt to climate change, and this can take place through the adoption of climate-smart practices, the diversification of agricultural production and income, and employment outside of farms.

In recent years, the FAO has worked to assist countries in mitigating the effects of climate change, and has worked in all areas of specialization in search of new models of sustainable, inclusive agriculture. Through the Global Soil Partnership, the FAO promotes investments to minimize land degradation and restore productivity to regions where people are highly vulnerable, thereby stabilizing world reserves of soil organic matter.

The organization is also part of the Global Agenda for Sustainable Livestock, and has launched a program to reduce methane emissions using measures suitable for local agricultural systems. In the fishing sector, the Blue Growth initiative has integrated fishing and sustainable environmental management, while a joint program with the European Union seeks to protect forests that maintain the carbon cycle.

### The Brazilian context

In the context of the world Brazil has stood out as an important country in contributing to ensuring food security. The country has recorded notable figures both in the context of agricultural production as well as in the fight against hunger and poverty. Studies show that Brazil could become the largest producer of food in the world in the next decade. In 2014, the country left the UN's hunger map, meaning that hunger is no longer a structural problem.

The outlook of a greater reduction in poverty through agricultural development is expanding in some food cultures, along with products of higher value such as coffee, horticulture and tropical fruits.

The total production of grains more than doubled in volume in comparison to what was recorded in 1990, and livestock production nearly tripled, due mainly to improvements in productivity. The agriculture sector also accounted for nearly 13% of Brazil's employment in 2012, or almost three times its contribution to GDP.

Agriculture in Brazil even contributed to the provision of energy in the country. Renewable agricultural energy is composed of a biomass of sugarcane (42%), hydraulic energy (28%), firewood (20%) and other sources (10%). These represent almost half of the total energy supply.

The favorable results of Brazilian agriculture are related to the measures adopted by agricultural policy such as price support, access to credit and insurance support, in addition to specific policies geared towards increasing income and food security for the most vulnerable families.

The dynamism of Brazilian agriculture is based on the availability of new technologies adapted to tropical agriculture, the adoption of modern management methods, such as financial instruments, and changes in public policy. The key to future growth is sustaining improvements in agricultural productivity, which will result from a combination of improvements in crop yields, some stemming from the conversion of grazing areas (such as degraded and abandoned grasslands) into agricultural lands and more intensive livestock production.

In addition to these factors, the country must also continue to implement mechanisms that make agriculture increasingly sustainable in order to ensure the conservation of natural resources. In relation to food security, the challenge is ensuring access to food and sustainable nourishment for vulnerable groups, including indigenous groups, quilombolas, Ribeirinhos, rural products and women.

### Challenges for the future

In 2015, the world took a new step towards a more equal future. Following the end of the Millennium Development Goals, the member countries of the United Nations approved the Sustainable Development Goals (SDG).

The 2030 Agenda has 17 goals and 169 targets to be achieved by 2030. Its motto is "no one left behind", meaning that everyone must be engaged and responsible for change, as well as a different perspective for those who require more attention.

The lack of adequate food affects the proper development of children and adults. Practicing agriculture that is not focused on conservation of natural resources and without with the ability to mitigate and adapt to climate change places meeting the demand for future food production at risk which, as we saw, will require more and more resources.

In order for humanity's future to be sustainable, we will need to change food systems and agriculture, adopt new standards of consumption and diversified production, improve governance and rely on political will to ensure the implementation of effective measures towards a more sustainable society.

If there is not investment in sustainable agriculture and inclusive food systems, achievement of the SDGs could be threatened.

The FAO sees Brazil as one of the countries with the greatest propensity for demonstrating results in fulfilling the SDGs. This is because the country has legal and regulatory mechanisms, specific strategies, consolidated public policies and mainly because it does not leave issues like combating poverty and environmental conservation out of the agenda.

In relation to climate change, it is essential that the international community face this reality and allow agriculture, forestry and fishing to adopt climate-friendly practices. This will determine if humanity will be successful in eradicating hunger and poverty by 2030 and in the production of food for all.

Finally, it is important to emphasize that resilience is an important concept when dealing with conflicts and ensuring that crises and tensions do not have lasting consequences for food security and nutrition.

### References and reference documents

How to feed the world in 2050 (in Spanish): [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis\\_papers/C%3C%B3mo\\_alimentar\\_al\\_mundo\\_en\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis_papers/C%3C%B3mo_alimentar_al_mundo_en_2050.pdf) /// Outlook of Food and Nutritional Security in Latin America and the Caribbean 2017 (in Spanish): <http://www.fao.org/3/a-i7914s.pdf> /// The State of Food Security and Nutrition in the World: <http://www.fao.org/3/a-i7695e.pdf> /// OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026: <http://www.fao.org/3/a-i7465e.pdf> /// OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024: <http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf> /// Food loss and waste and the linkage to global ecosystems: <http://www.fao.org/3/a-i7597e.pdf> /// Food wastage footprint: Impacts on natural resources: [www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf](http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf) /// Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction: <http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf> /// Food loss and waste in the world (in Spanish): <http://www.fao.org/3/a-i2697s.pdf> /// Overcoming hunger and rural poverty: Brazilian initiatives (in Portuguese): <http://www.fao.org/3/a-i5335o.pdf>

# FIGURES

**FIGURE 1**  
Percent change in relative contribution to calories in food supplies

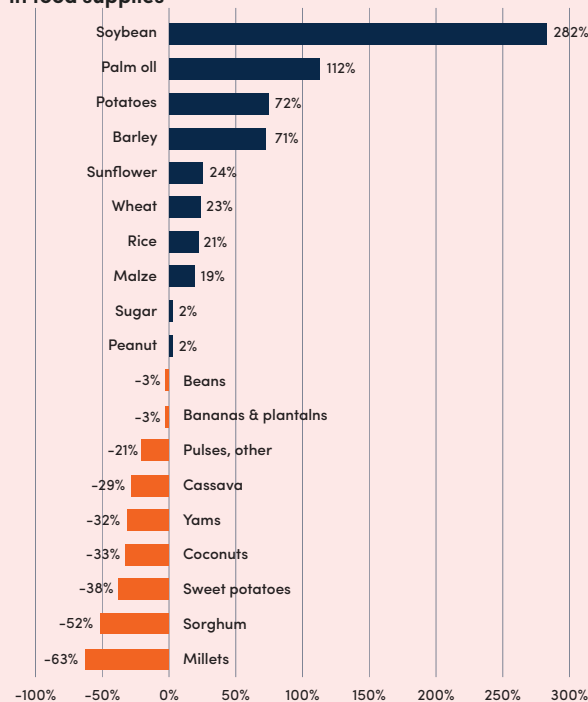


Fig. 1 Median change in the contribution of crops to calories in national food supplies in developing countries, from 1961 – 2009 (Khoury and Jarvis 2014).

**FIGURE 2**

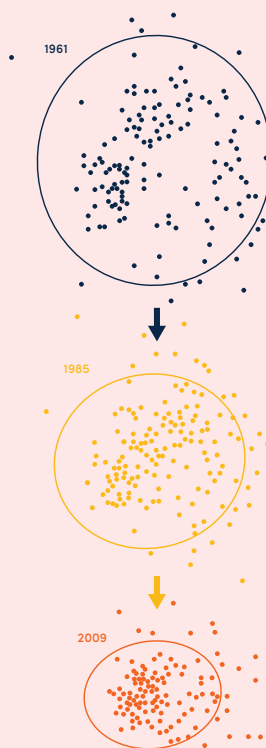


Fig. 2 Graphic representation of the increasing homogeneity in national food supplies around the world in the past 50 years. Each dot represents the food supply of a country (in this case, with regard to diversity of plants contributing to calories). Blue dots represent 1961, orange dots 1985, and red dots in 2009. The closer the dots together, the more similar the national food supplies. Circles indicate overall variation per year.

**TABLE 1**

Region	Period	Precipitation (%)	Temperature (°C)	Assessments
Amazon rainforest	By 2040	-10%	+1,0° to 1,5°	Deforestation in conjunction with climate change could lead to 'savannization' of the Amazon.
	20141 – 2070	-25% a 30%	+3,0° to 3,5°	
	2071 – 2100	-40% a 45%	+5,0° to 6,0°	
Caatinga	By 2040	-10% a 20%	+0,5° to 1,0°	These changes could trigger a process of desertification of the Caatinga.
	20141 – 2070	-25% a 35%	+1,5° to 2,5°	
	2071 – 2100	-40% a 50%	+3,5° to 4,5°	
Cerrado	By 2040	-5% a 15%	+1,0°	Accentuation of season variation.
	20141 – 2070	-20% a 35%	+3,0° to 3,5°	
	2071 – 2100	-35% a 45%	+3,5° to 4,5°	
Pantanal	By 2040	-10%	+1,0°	The lack of data limits accurate assessment of the region.
	20141 – 2070	-20% a 25%	+2,5° to 3,0°	
	2071 – 2100	-35% a 45%	+3,5° to 4,5°	

Atlantic Forest (NE)	By 2040	-10%	+0,5° to 1,0°	Low reliability of precipitation results.
	20141 – 2070	-20% a 25%	+2,0° to 3,0°	
	2071 – 2100	-30% a 35%	+3,0° to 4,0°	
Atlantic Forest (S/SE)	By 2040	+5% a 10%	+0,5° to 1,0°	A rise in the frequency and intensity of extratropical cyclones could lead to an increase in the recurrence of extreme weather events with large waves, strong winds and intense rain.
	20141 – 2070	+15% a 20%	+1,5° to 2,0°	
	2071 – 2100	+25% a 30%	+2,5° to 3,0°	
The Pampas	By 2040	+5% a 10%	+1,0°	Sufficient information about the potential impacts of climate change is not available. However, the increase in temperature could lead to a rise in rates of decomposition, increasing CO2 emissions released into the atmosphere
	20141 – 2070	+15% a 20%	+1,0° to 1,5°	
	2071 – 2100	+35% a 40%	+2,5° to 3,0°	

Table 1. Climate predictions for the region of Brazil presented in the First National Assessment Report (RANI) of 2013, of the Brazilian Panel on Climate Change. Taken from: GV-CES. GVCES, 2013. Preliminary diagnosis of the main information on climate and socioeconomic projections, impacts, and vulnerability available in works and projects of mapped actors.”

**TABLE 2**

Maximum temperature limits			
Sugarcane	35°C	Beans	35°C
Cotton	40°C	Sunflower	40°C
Rice	45°C	Corn	45°C
Potato	35°C	Soy	35°C
Coffee	34°C	Wheat	30°C

Table 2. Maximum temperature limits (°C) for agricultural crops.

**TABLE 3**

Crops	Reduction of “low risk” crop areas (%)		Annual economic loss (in millions of reais)	
	2020	2050	2070	
Cotton	-11	-14	-16	408
Rice	-10	-12	-14	530
Coffee	-10	-17	-33	1.597
Sugarcane	160	139	118	0
Beans	-4	-10	-13	363
Sunflower	-14	-16	-21	-
Cassava	-3	-13	-21	-
Corn	-12	-15	-17	1.551
Soy	-24	-34	-41	6.308

Table 3. Predicted reduction of low risk crop area for 2020, 2050 and 2070 and the resulting economic losses in 2050. Taken from GV-CES. “GVCES, 2013. Preliminary diagnosis of the main information on climate and socioeconomic projections, impacts, and vulnerability available in works and projects of mapped actors.”

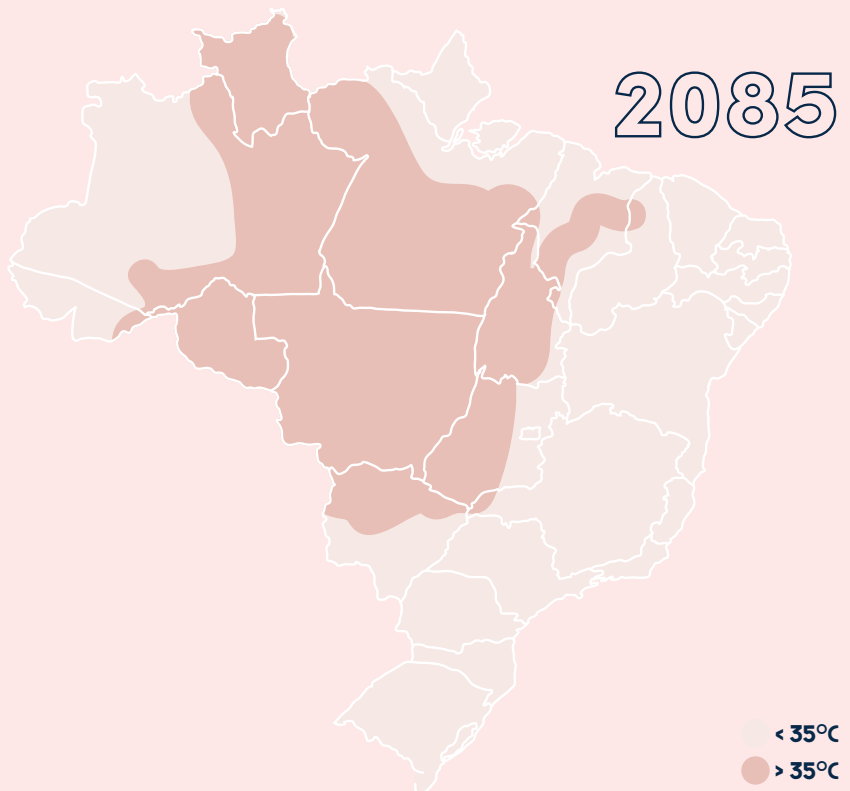
**TABLE 4**

<b>Africa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reduction in agricultural production</li> <li>b. Reduction in availability of water in the Mediterranean region and the countries in the South of the continent</li> <li>c. Increase in various disease vectors</li> <li>d. Increase in desertification</li> <li>e. Extinction of plant and animal species</li> </ul>
<b>Asia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reduction in agricultural production</li> <li>b. Reduction in availability of water in arid and semiarid regions</li> <li>c. Rising sea levels could displace tens of thousands of people</li> </ul>
<b>Australia and New Zealand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reduction in availability of water</li> <li>b. Extinction of plant and animal species</li> </ul>
<b>Europe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Disappearance of glaciers from the Alps</li> <li>b. Increase in agricultural production in some regions</li> <li>c. Impacts on tourism</li> </ul>
<b>Latin America</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reduction in agricultural production</li> <li>b. Increase in various disease vectors</li> <li>c. Extinction of plant and animal species</li> </ul>
<b>North America</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Increase in agricultural production in some regions</li> <li>b. Increase in various disease vectors</li> </ul>
<b>Polar Region</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reduction in ice caps</li> <li>b. Extinction of plant and animal species</li> </ul>
<b>Small Islands</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Rising sea levels could displace tens of thousands of people</li> <li>b. Reduction in availability of water</li> <li>c. Reduction in fishing activity</li> <li>d. Reduction in tourism</li> </ul>

**TABLE 5**

**TEMPERATURE  
GREATER THAN 35°C**

<b>Sugarcane</b>	<b>35°C</b>
<b>Potato</b>	<b>35°C</b>
<b>Coffee</b>	<b>34°C</b>
<b>Beans</b>	<b>35°C</b>
<b>Corn</b>	<b>45°C</b>
<b>Soy</b>	<b>35°C</b>
<b>Wheat</b>	<b>30°C</b>



## INFOGRAPHICS



ACCESS THE INFOGRAPHICS OF THIS BOOK HERE, IN ENGLISH OR SPANISH. BELOW, THERE IS A SUMMARIZE OF EACH CONTENT.



### THE WORLD IN 2050

The population growth along the next decades will lead to a significant increase in the demand for food, among other resources, taking as a basis how we consume today.



### THE ORIGINS OF FOOD

Where do your favorite ingredients come from? Answering they come from the market or the farm is not an option! We are not talking about imported items either. Our focus here is to find out where some of the species that are part of our daily lives appeared and developed from! Some of them, as you will see, progressed in more than one region at the same time.



### JOURNEY TO THE CENTER OF THE DISH

The flow of ingredients among different regions is a process occurring for millennia now, affecting the diet of several peoples. However, this dynamics became more pronounced in the last 50 years, making more and more individuals depend on an increasingly limited number of options.



### STAY WITH US, WE'LL HAVE CAKE!

With or without filling or cover, cake is guaranteed in birthday parties. But what about the rest of the menu? Have you already noticed how the sweet and savory offered have been changing along time?



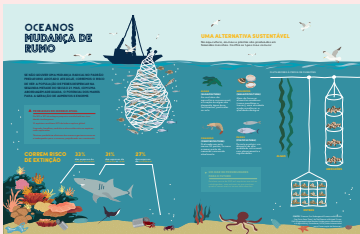
## TUNDRA AND DESERT: PLANTING IN EXTREME CONDITIONS

At the end of this century, the global temperature can reach 40C higher than in the pre-industrial period. This risk has a 62% chance of happening, according to the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). The warming can cause ice thaw and expansion of the dry areas. How to obtain food in the regions affected?



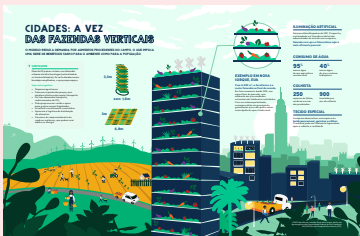
## FORESTS – IT IS POSSIBLE TO BALANCE PRODUCTION AND PRESERVATION

In the agroforestry system, agricultural crops of economic interest are developed alongside native species.



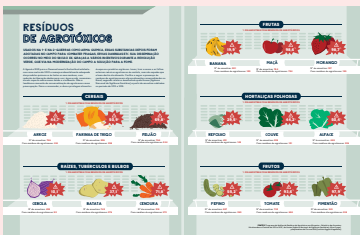
## OCEANS

If a radical change in the predatory pattern adopted up to now does not take place, there is the risk of seeing the fish population plummet in the second half of the 21st century. However, with the right approach, the potential for the seas to generate food is huge.



## CITIES: THE TIME FOR VERTICAL FARMS

The model reduces the demand for food originating from the field, which implies a series of benefits, both for the environment and the population.



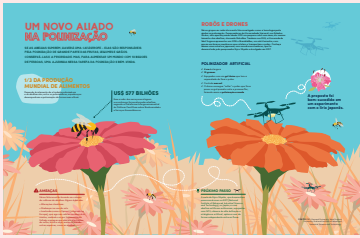
## AGROCHEMICAL RESIDUES

Used in the 1st and 2nd World Wars as a chemical weapon, those substances were later adopted in the field to fight plagues, weeds etc. Their dissemination took place in the middle of the twentieth century, thanks to several incentives during the green revolution, which viewed the modernization of the countryside as a solution to hunger.



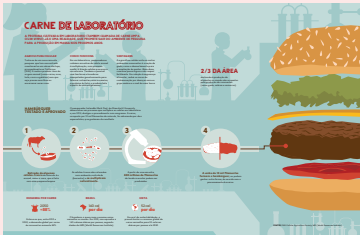
## SEED BANKS: THE NEW ARK OF NOAH

In order to preserve the biodiversity in the future, the gene banks store samples of seeds and other vegetable materials. Meet examples in Norway, the United Kingdom, Brazil and Palestine.



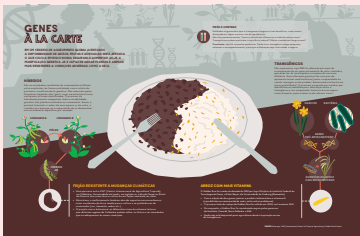
## A NEW ALLY IN POLLINATION

If bees disappear, there will be a catastrophe – they are responsible for the pollination of a large share of the fruits, vegetables and grains. Preserving them is a priority. However, to feed a world of 10 billion people, a little help in this pollination task is welcome.



## LAB-GROWN MEAT

The protein cultivated in laboratory (also known as clean or 'in vitro' meat) is already a reality, which promises to leave the research field and move to mass production in the next years.



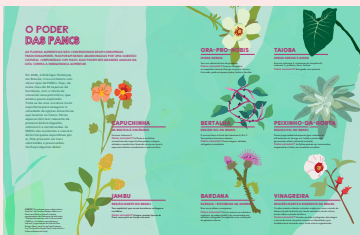
## GENES "À LA CARTE"

In a severe global warming scenario, the availability of grains, fruits and vegetables will be affected, endangering our food safety. Today, the genetic manipulation is already capable of generating plants and animals more resistant to adverse conditions, like the 'secafontes'.



## LACK AND EXCESS

On one side, millions starve. On the other, millions deal with obesity. In common, there is the fact that both groups are associated to the issue of food insecurity in the world.



## THE POWER OF PANCS (NON-CONVENTIONAL FOOD PLANTS)

The Non-Conventional Food Plants were traditionally consumed, but they were discarded for cultural reasons. Confused with weeds, they can be great allies in the fight against food insecurity.



## PROTEINS ALTERNATIVE SOURCES

In a world with 10 billion people, we will need to have several sources of protein. Specialists have been recommending the consumption of insects, algae and fungi, which cause less impact to the environment than the production of meat.



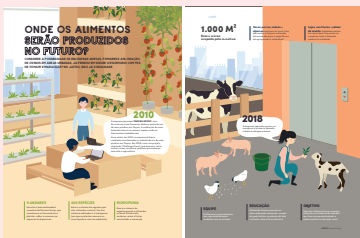
## LET'S SOW EQUALITY

Rural women have a strategic role in food safety and the preservation of biodiversity. They perpetuate traditions and technical skills, as well as invest their profit in education and better life conditions. But they are not fairly treated.



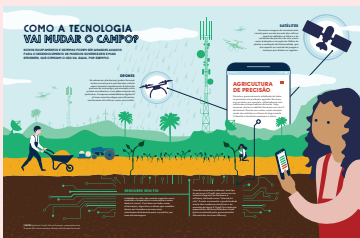
## HOW WILL THE FOOD OF THE FUTURE TASTE?

Let's find out new textures and tastes? Yes! Better yet if the menu also includes ingredients (such as honey), showing that we were capable of preserving its production.



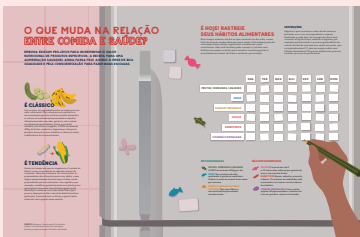
## WHERE FOOD WILL BE PRODUCED IN THE FUTURE

Consider the possibility of finding vegetable gardens, orchards and even sheep farming in urban areas. Have you ever thought of sharing the office with tomato and passion fruit trees? In Japan, this is already a reality.



## HOW TECHNOLOGY WILL CHANGE THE FIELD

New equipment and systems can be great allies in the development of more sustainable and effective models, optimizing the use of water, for example.



## WHAT ARE THE CHANGES IN THE FOOD/HEALTH RELATION?

Even though there are projects to improve the nutritional value of specific products, the recipe for a healthy diet still takes place through the access to good quality items and the awareness to make good choices.



## CELEBRATING IN 2050!

It's time to plan a sustainable, nutritious and delicious menu for your birthday party in 2050! Unleash your imagination!

### PRESENTACIÓN

**Platos del Mañana - Alimentando 10 mil millones** es una exposición que se interroga sobre cómo podremos alimentar a miles de millones de personas durante las próximas décadas.

Pero, como dice aquella canción de rock: “no queremos sólo comida”.

Queremos un mundo en el cual la producción de alimentos sea compatible con la preservación del medio ambiente, a fin de conservar la biodiversidad y amenizar el proceso de calentamiento global.

Queremos también que se valore a los trabajadores y especialmente a las trabajadoras rurales, para que reciban una remuneración justa y puedan trabajar en condiciones seguras. Además, queremos que el campo se convierta en un ambiente que propugna la igualdad, en el que se supere la disparidad salarial existente actualmente basada en recortes de género y etnia.

Queremos acortar la distancia entre el productor y el consumidor debido a que el transporte de alimentos, que se hace principalmente a través de carreteras y autopistas, involucra la emisión de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>), uno de los gases que más contribuye al cambio climático, además de generar desperdicio y encarecer el producto final.

Queremos que todo el mundo pueda acceder fácilmente a la información sobre lo que come, y sobre otras opciones sanas, a fin de poder evitar enfermedades crónicas que afectan la calidad de vida y sobrecargan el sistema de salud.

Queremos todo eso y mucho más. Porque el tema es amplio y complejo. Hablar sobre la alimentación es hablar sobre afecto, identidad cultural, economía, sostenibilidad, salud, tecnología...

La exposición - así como este catálogo - no pretende agotar dicho asunto. Pero desea contextualizar cuestiones

cruciales, identificar tendencias y proponer soluciones posibles.

Al analizar el escenario actual, comprendemos que una parte de la población mundial padece hambre, y paralelamente hay cada vez más personas que enfrentan problemas derivados de la obesidad, debido a una dieta rica en azúcar, grasa y alimentos altamente procesados. También observamos que el modelo agrícola no es sostenible.

Cuando miramos hacia el futuro, vemos desafíos enormes que pueden agravar esta situación. Uno de ellos está relacionado con el crecimiento demográfico. Según datos del Banco Mundial, en 1960, cuando la población ascendía a casi 3 mil millones de habitantes, la cantidad de tierras arables era de 38 hectáreas por persona. En 2019, cuando la población mundial ha llegado a 7.600 millones, esa proporción baja a 19,6 hectáreas por persona. Ahora imaginémonos ese escenario en la década de 2050, cuando será necesario producir alimentos para alimentar a 10 mil millones de personas.

Además, tenemos que lidiar con el calentamiento global. Este fenómeno puede llevar a la desertificación de áreas que hoy son cultivables, además de perjudicar el cultivo de algunas especies menos resistentes al calor. El fenómeno también ha sido asociado a la desaparición de las abejas, responsables de buena parte de la polinización de los alimentos que consumimos.

Sin embargo, nuestra mirada implica una gran esperanza dado que también conseguimos identificar una serie de iniciativas prometedoras en curso. Estas incluyen desde proyectos para el cultivo sostenible de alimentos en bosques, desiertos y tundras hasta el desarrollo de sensores para optimizar el uso del agua en la agricultura. Muchas personas en todo el mundo se están dedicando a la conservación y

popularización de plantas comestibles que fueron abandonadas con el tiempo, mientras que otras apuestan en el potencial de la carne sintética. Conocer estas iniciativas puede servir de inspiración para que cada uno de nosotros intente cambiar lo que está a nuestro alcance, privilegiando los hábitos saludables. En suma, es indispensable modificar el patrón alimentario actual para construir un sistema sostenible.

Por último, esperamos que también encuentres en las páginas siguientes mucha diversión y arte - ingredientes que forman parte de los proyectos desarrollados por el Museo del Mañana.

---

### HENRIQUE OLIVEIRA, DIRECTOR EJECUTIVO - MUSEO DEL MAÑANA / IDG

Más que una necesidad y que una simple nutrición para sobrevivir, alimentarse es un acto social. Cuando se habla de alimentación, lo que está en juego no es solo la comida, sino también la historia, la cultura y el afecto. No en vano, es un tema que moviliza a todos sin distinción alguna. El Instituto de Desarrollo y Gestión (IDG) se enorgullece en presentar **Platos del Mañana - Alimentando 10 mil millones** una exposición que nos permite trabajar de una sola vez algunos de nuestros temas principales al frente del Museo del Mañana: innovación, tecnología, sostenibilidad, salud y futuro. Asimismo, se centra en despertar el interés de las personas por la ciencia y la cultura.

Los desafíos son grandes: dentro de aproximadamente 30 años será necesario aumentar en un 60 % no solo la producción, sino la calidad de los alimentos, para así poder alimentar a los 10 mil millones de habitantes que tendrá el planeta. No es una tarea fácil, pero estamos seguros de algo: este futuro solo será posible si la sostenibilidad, la innovación y la diversidad son las luces

que guían nuestro camino hacia él.

Creemos que la solución es encontrar, de alguna forma, el equilibrio ideal entre el futuro y el pasado. Si las tecnologías son esenciales para el aumento de la productividad, ellas solas no serán capaces de resolver el problema. El mañana debe ser más cooperativo y conectado con las culturas locales. El mismo mundo globalizado que nos permite a todos el acceso a la información es aquel que nos permite a todos comer los mismos alimentos. Por ejemplo, la dieta de las comunidades ribereñas en la Amazonía brasileña que antes se basaba en alimentos producidos en la localidad, como el pescado con harina de yuca, ahora incluye alimentos industrializados, como enlatados y pollos congelados producidos en las regiones sur y sudeste del país.

La exposición mostrará una gran parte de lo que ya se viene haciendo y, a la vez, propondrá una serie de soluciones: una de ellas es el cultivo en lugares que se consideran inexplorados, como desiertos y zonas frías. Otra solución es invertir en un futuro donde se incluya a las mujeres en las labores de cultivo: hoy en día, las mujeres ya responden por un 45 % de la producción de alimentos en Brasil y en otros países en vías de desarrollo. Si ellas tuvieran el mismo acceso a los recursos productivos que los hombres, la producción podría aumentar entre un 20 % al 30 %. En la administración del Museo del Mañana, el IDG desea ser un agente activo en este cambio de cultura que nos llevará a un futuro con alimentos nutritivos para todos y sin dañar el medio ambiente.

#### **MARIANA RIBAS, SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA DE RÍO DE JANEIRO**

La exposición **Platos del Mañana - Alimentando 10 mil millones** combina arte y responsabilidad social, cultura y ciencia, contemplación e interacción. Aquí se presentan de manera original y cautivadora los vínculos entre la alimentación, la cultura, las relaciones humanas, la sostenibilidad y la reducción de las desigualdades.

En su forma y contenido, la exposición representa la materialización de la filosofía del Museo del Mañana: ser un museo vivencial, orientado a la reflexión y al estímulo de actitudes trans-

formadoras. Lo más fascinante es que el museo lo hace de una forma tan natural y lúdica que hace de la programación algo imperdible, capaz de atraer y encantar a visitantes de todas las edades y orígenes. La Municipalidad de Río tiene toda la seguridad de que esta será una realización innovadora y de gran éxito, continuando así con un trabajo que ya convirtió al lugar en el museo más visitado de Brasil y de Sudamérica.

#### **CARREFOUR**

Los métodos de producción intensiva alcanzaron sus límites y lo que comemos está impactando el cambio climático, el medio ambiente y la salud de las personas. Por eso, Carrefour está plantando una poderosa semilla, derribando antiguas barreras que nos separaban de la buena alimentación y buscando prácticas más sanas y sostenibles para las personas y para el planeta. Al creer que, juntos podemos transformar la manera en que nos alimentamos, Carrefour ha lanzado un poderoso movimiento global. Act For Food reúne una serie de acciones concretas para ampliar el acceso del consumidor a alimentos de calidad, seguros, producidos con responsabilidad socioambiental y a precios justos. Al lado del Museu do Amanhã, Carrefour quiere construir un futuro diferente, proponiendo nuevos caminos conscientes del poder transformador de nuestras actitudes. Mirando hacia el futuro, sugiere explorar las oportunidades para enfrentar los próximos desafíos de la humanidad a partir de la innovación y de la sostenibilidad. Para movilizar a la sociedad durante esta transición de hábitos de consumo y de producción, estimula profundos cambios en todas las etapas de la cadena para que esa causa sea transversal y objeto de trabajo de agentes públicos y privados. Act For Food traduce este compromiso a largo plazo de Carrefour, un movimiento que va a fortalecer el importante vínculo de confianza con el consumidor, sobre todo en la dirección de la salud democrática, atendiendo a sus nuevas demandas y preocupaciones de manera siempre atenta a la calidad y la relación costo-beneficio. En la actualidad, diversas iniciativas ya permiten al consumidor brasileño acceder a alimentos realmente frescos,

provenientes de productores locales, seguros y rastreables, con diversas opciones saludables, marcas propias con el mejor costo-beneficio, sin exceso de agroquímicos y pesticidas, velando por la sostenibilidad y la responsabilidad social en todas las etapas, con bienestar animal, aprovechamiento de los alimentos y gestión de residuos. Carrefour invita a todos a unirse a este movimiento. Juntos, podemos cosechar un mundo más sano y justo, después de todo, todos merecen lo mejor.

#### **IBM**

La reducción del desperdicio, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad son algunos de los pilares fundamentales para cumplir con la agenda alimentaria de los próximos años. IBM cree que el acceso a la información y transparencia, potencializadas por medio de la tecnología, pueden colaborar en este trayecto fundamental. Estamos convencidos que, juntos podemos contribuir a aceptar el desafío de la alimentación en los años venideros.

#### **CURADURÍA PLATOS DEL MAÑANA**

Comer es una de las bases fundamentales de la vida, pero alimentarse es más que nutrir el cuerpo. Los alimentos nos vinculan a unos con otros, casi como una red social ancestral. La comida también representa uno de los vínculos más profundos que tenemos con la Tierra, de la cual dependemos para sobrevivir. Desde el surgimiento de la agricultura, seguimos cambiando nuestro planeta. Desde alteraciones en la composición de la atmósfera hasta cambios en la biodiversidad, cubrimos zonas extensas, incluyendo desiertos, con siembras y crianzas de animales para satisfacer nuestras necesidades.

Estimular la conciencia sobre el acto de comer y reflexionar sobre las consecuencias de nuestros hábitos alimenticios es, cada vez más, una postura política y social. Al fin y al cabo, estas acciones tienen un impacto en nuestra sociedad y en el mundo. Por ejemplo: cerca de un tercio de la comida producida en todo el planeta se desperdicia, ya sea en su producción o distribución, lo cual genera montañas de alimentos

desechados a lo largo de algunos meses. Teniendo en cuenta que comer forma parte de nuestra vida diaria, la selección de alimentos que colocamos en nuestro plato y lo que dejamos en él se vuelve una responsabilidad individual y colectiva, pues afecta a la comunidad y al medio ambiente.

Según las previsiones de la Organización de las Naciones Unidas, para la década del 2050, la población mundial será de aproximadamente 10 mil millones de personas, 30 % más de la población actual. Asimismo, se pronostica que los cambios climáticos serán uno de los mayores desafíos en la producción alimentaria mundial. La buena noticia es que los estudios indican que será posible satisfacer la demanda mundial de alimentos de forma sostenible, siempre que se realicen acondicionamientos en los sectores agrícola, ganadero, forestal y pesquero.

Las megatendencias globales, como el aumento del poder de compra de las clases medias en todo el mundo, el crecimiento de la urbanización, las migraciones a gran escala debido a conflictos y cambios ambientales, tenderán a homogeneizar las dietas en el mundo. Eso significa que un número de personas cada vez mayor consumirá una cantidad creciente de trigo, arroz, maíz, papa y algunos otros cultivos relativamente baratos y fáciles de transportar. Para garantizar una alimentación saludable y sostenible para todos, se deberá revisar el tema de la falta de diversidad en los cultivos de plantas comestibles.

¿Será posible que podamos ofrecer alimentos de calidad a la población mundial en la década del 2050, disminuyendo la desigualdad y sin afectar demasiado la biodiversidad? El Museo del Mañana presenta *Platos del Mañana - Alimentando 10 mil millones*, una exposición sobre el futuro de la alimentación y el dilema de cómo alimentar a mil millones de personas en las próximas décadas con una gran calidad nutricional, diversidad de producción y sostenibilidad. Descubra las posibles soluciones para la alimentación mundial en un planeta cambiante y las alternativas para lograr una producción eficiente y una distribución justa de alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para todos.

**Leonardo Menezes y Luiz Alberto Oliveira** en nombre del equipo de curaduría

## CAPÍTULO 1

### LA CULTURA DEL COMER

#### ¿Cómo satisfacer la demanda mundial de alimentos sin perder la agrobiodiversidad?

Proust creó una de las escenas más clásicas de la literatura cuando hizo que una magdalena (un bollito típico francés) funcionara como un verdadero portal hacia el pasado de Marcel, protagonista de "A la búsqueda del tiempo perdido". El sabor de este bollito mojado en el té inmediatamente desencadena en el personaje recuerdos de su infancia. ¿Quién no vivió alguna vez una experiencia semejante? Puede ser que una fruta nos haga evocar las vacaciones en el campo. O el budín de los almuerzos del domingo. Nuestra relación con la comida está ligada fuertemente a nuestra historia - tanto individual como colectiva. Muchas recetas y costumbres relacionadas con la mesa narran la historia de un pueblo remitiendo a momentos de escasez, reforzando creencias religiosas, preservando un saber tradicional o reflejando los intercambios que se produjeron entre diferentes culturas, gracias a las rutas comerciales y a los procesos migratorios.

Si los ingredientes pudieran hablar, nos harían remontar a capítulos aún más antiguos de la historia. El trigo con el que se hacen las magdalenas nos remitiría al sudoeste asiático, de donde es originario, y nos contaría cómo fue a parar en un plato de espaguetis en China, hace 4.000 años.

En las páginas siguientes, te proponemos un paseo a través de dicho pasado, como punto de partida para una reflexión sobre el presente: ¿Cuál es la historia que estamos escribiendo hoy? ¿Qué perspectivas esta nos ofrece con respecto a la alimentación en el futuro?

En este momento, somos testigos de una gran transformación en lo que respecta a la oferta de alimentos, la cual puede ser observada en casi todos los países. Hay evidencias de que, a lo largo de los últimos 50 años, esta oferta se ha vuelto cada vez más similar, estableciendo un patrón global en el que predominan algunos cereales y oleaginosas, en detrimento de otras especies.

Esto es lo que señala un estudio divulgado en la PNAS (publicación oficial de la Academia Nacional de Ciencias de

Estados Unidos) en el que se analizaron datos provenientes de 152 países, sobre 52 commodities utilizados en la alimentación, entre 1961 y 2010. Con el título "Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security" el trabajo muestra que este giro hacia la homogeneización se ha producido de forma aún más acentuada en países del este y del sudeste asiático, así como en África subsahariana.

Asimismo, los autores advierten sobre una transformación cultural. "Vivimos la "occidentalización" del gusto, proceso en el cual las opciones altamente energéticas (como el azúcar, el aceite y los productos de origen animal) tienen más éxito que los cereales y verduras, y las especies presentes en todo el mundo tienen mayor receptividad que las opciones tradicionales.

Puedes buscar indicios de ello en tu propia memoria, en la historia de tus padres. ¿Cuántas recetas de familia, de aquellas que marcaron tu infancia, fueron siendo sustituidas en el día a día por opciones globalizadas? ¿Cómo esto afecta nuestra identidad? Y es más: ¿cómo ese proceso puede afectar nuestra salud y el medio ambiente?

Ya se ha comprobado que la diversidad es importante, tanto para la nutrición de los individuos como para el medio ambiente, porque proporciona a los sistemas agrícolas productividad, estabilidad y resiliencia. Asimismo, una alimentación variada contribuye al consumo adecuado de nutrientes y a la seguridad alimentaria.

Cuando pensamos en el futuro, vemos que estas cuestiones pueden volverse más preocupantes. El crecimiento de la población traerá como consecuencia una demanda mucho mayor de alimentos, mientras que los cambios climáticos prometen imponer una serie de desafíos a la producción agrícola. ¿Cómo generar suficiente comida para todos, en medio a condiciones tan adversas? En esta batalla contra el hambre, la diversidad (como siempre) será una de nuestras principales armas.

#### ¿CUÁNTOS CULTIVOS ALIMENTAN AL MUNDO?

Colin K. Houry (CIAT)

De aproximadamente un total de 350 000 especies vegetales (The Plant List, 2010), la gente ha consumido decenas de miles a lo largo de la historia (Harlan, 1975). Como mínimo, unos cuantos

miles de estas especies se cultivaron en cierta medida (Khoshbakht and Hammer, 2008), pero actualmente solo una pequeña parte de ellas alimenta principalmente al ser humano.

Houry et al. (2014) estudiaron la diversidad de las plantas en suministros nacionales de alimentos de diversos países del mundo, así como también los cambios de esta diversidad en los últimos 50 años. Según las tendencias mundiales generales, los suministros nacionales de alimentos han aumentado (ahora la gente consume más comida que hace 50 años), y la diversidad en dichos suministros ha crecido con respecto a los alimentos básicos de importancia mundial, mientras que la contribución relativa de cada cultivo a las dietas nacionales se ha vuelto más uniforme, donde el cultivo más dominante del suministro (cualquiera que haya sido) se ha vuelto menos dominante. Las dietas tradicionales que hace medio siglo se basaban principalmente en alimentos básicos, como por ejemplo el arroz en el sudeste de Asia, se han diversificado con el paso del tiempo para incluir otros alimentos básicos tales como el trigo y las papas. Lo mismo sucedió con las dietas a base de maíz en Latinoamérica, las dietas a base de sorgo y de mijo en África subsahariana, y otras. Los suministros de alimentos de todo el mundo se equilibraron en cuanto a la contribución de dichos alimentos.

No es que no hubiera plantas ganadoras y perdedoras. El trigo, el arroz, el maíz y el azúcar, los cultivos más dominantes del mundo hace 50 años, adquirieron una mayor importancia a nivel mundial. Otros cultivos surgieron como alimentos básicos generalizados, especialmente los cultivos oleaginosos, tales como la soya, el aceite de palma, el girasol y el aceite de colza. Además, como los ganadores llegaron a tener más prioridad en los suministros de alimentos de todo el mundo, se dejó de lado a los alimentos básicos alternativos, tales como el sorgo, los mijos, el centeno, la yuca, el camote y el ñame. Estos alimentos no han desaparecido (al menos hasta ahora), pero se han vuelto menos importantes para lo que se consume a diario (Fig. 1).

Mientras que los suministros de alimentos de los países se han diversificado más en los cultivos ganadores que refiere la FAO, al igual que la abundancia relativa de estos cultivos

en las dietas se ha vuelto más uniforme, los suministros de alimentos en el mundo se volvieron mucho más similares (Fig. 2). Si somos lo que comemos, entonces parece que nos estamos convirtiendo rápidamente en el mismo tipo de ser humano: gente moderna que consume cultivos de alimentos globalizados. Un sitio web interactivo que permite explorar la diversidad de suministros de alimentos de todos los países lo encontramos en <http://ciat.cgiar.org/the-changing-global-diet>.

### **Conservación de la diversidad de cultivos**

Durante los viajes de Vavilov hace 100 años, ya era evidente que, incluso en las regiones más lejanas del mundo, la diversidad de los alimentos que la gente cultivaba y consumía estaba cambiando. Parecía que estaba desapareciendo como consecuencia de la modernización, la industrialización, la urbanización, la migración humana masiva y la globalización.

Después de la Segunda Guerra Mundial, y en especial durante la Revolución Verde, en la cual los agricultores de los países en vías de desarrollo dejaron atrás sus variados cultivos tradicionales y prefirieron variedades modernas de mayor rendimiento, se encendió la alarma para conservar la diversidad en las variedades tradicionales, pues estos "recursos genéticos" en realidad eran la fuente de variación de la cual podrían desarrollarse nuevas variedades de cultivo de mejor rendimiento a través de nuevos métodos y así aprovechar los avances en genética. Los científicos Erna Bennett, Sir Otto Frankel, Jack Harlan, Jack Hawkes, entre otros, dirigieron esta señal de alarma, la cual también se extendió para conservar las variedades silvestres afines, ya que estas plantas también servían para la propagación de cultivos y que además se vieron afectadas debido a que los agricultores pasaron a la producción agrícola industrializada (eliminando así las malezas que crecían dentro y cerca de los límites de sus campos).

Estos investigadores visualizaron un esfuerzo mundial para conservar recursos fitogenéticos en una red de bancos genéticos, y a su vez promovieron esfuerzos internacionales para recolectar y conservar variedades de plantas que estaban en peligro de extinción. Al final, estos esfuerzos dieron lugar a la creación del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR, actualmente

Biodiversity International) en Roma, Italia, bajo el patrocinio de la FAO. Los esfuerzos se formalizaron a nivel internacional a través del Compromiso Internacional de la FAO sobre Recursos Fitogenéticos de 1983. Durante la década de los años de 1970 y de 1980, se realizaron grandes esfuerzos para recolectar variedades silvestres y variedades locales tradicionales y ponerlas bajo protección en los bancos genéticos, en especial, las recolecciones internacionales bajo la dirección de la CGIAR.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica de 1992, con énfasis en la soberanía nacional sobre la biodiversidad, detuvo los esfuerzos de recolectar esta diversidad a nivel mundial. Sin embargo, animó a los países a crear sus propios bancos genéticos y sistemas nacionales de conservación de recursos fitogenéticos. Por desgracia, según informó la FAO de 1998 sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, la diversidad aún estaba disminuyendo, y además muchos bancos genéticos eran vulnerables debido a la falta de financiación constante.

El Tratado Internacional del 2001 sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura fue un intento de mejorar la situación aumentando las posibilidades de una colaboración internacional para la recolección, conservación y uso de recursos fitogenéticos. El Gobierno de Brasil ha sido un abierto defensor del Tratado. Este Tratado también conllevó a la creación del Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos ([www.croptrust.org](http://www.croptrust.org)), una organización internacional dedicada a la creación de una subvención inagotable para apoyar a los bancos genéticos que estén en peligro. En el 2008, se abrió el Banco Mundial de Semillas de Svalbard para ofrecer más seguridad a las recolecciones nacionales de bancos genéticos de todo el mundo.

Se desconoce el grado de diversidad de cultivos tradicionales que aún existen en las principales regiones de diversidad, y por ende, tampoco se sabe cuánto se debe recolectar y conservar en los bancos genéticos antes de su (posible) desaparición. Evaluaciones del estado de representación de las variedades silvestres afines de los principales cultivos en los bancos genéticos han revelado grandes vacíos en la conservación (Castañeda-Álvarez et al. 2016). Muchos bancos genéticos siguen gestionando

la diversidad en malas condiciones y con una financiación limitada (FAO, 2010). Aún queda mucho por hacer para preservar lo que queda de nuestro patrimonio de 12 000 años de diversidad de cultivos. Algunos artículos que tratan esta historia y las necesidades de conservación incluyen a Hoisington et al. (1999), Esquinas-Alcázar (2005), Gepts (2006), y Khoury et al. (2010).

### Tendencias para las próximas décadas con relación a este tema

Es probable que las megatendencias globales (el desarrollo económico, con el aumento del poder de compra de las clases medias de todo el mundo; la urbanización; la migración a gran escala debido a guerras y enfrentamientos civiles, cambios ambientales y otros desastres; y la globalización) sigan presentando una homogenización de suministros de alimentos en todo el mundo, y al menos hasta cierto grado, una homogenización de los sistemas de producción agrícola. Esto significa que cada vez más y más personas consumirán una cantidad creciente de trigo, arroz, maíz, azúcar, soya, aceite de palma, y algunos otros cultivos relativamente baratos y fáciles de transportar, mayormente en forma de productos procesados.

Sin embargo, algunos países están empezando a moverse en diferentes direcciones, reduciendo el uso excesivo de productos animales y de alimentos con alto contenido energético y ambientalmente costosos, y se están diversificando más, especialmente en lo que se refiere a frutas y vegetales, e incluso granos saludables. El crecimiento mundial en producción y consumo de cultivos como la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Bazile et al., 2016) y la chía (*Salvia hispanica* L.) sirve como evidencia de que la producción agrícola y los suministros de alimentos se pueden diversificar a través de la investigación, dentro de un ambiente donde el consumidor tenga un creciente interés por adquirir alternativas de alimentación más variadas y más saludables. Los movimientos de alimentos locales, alimentos adaptados a la región y alimentos orgánicos son tendencias prolongadas que ofrecen oportunidades a los agricultores para que generen ganancias con un nuevo nicho o cultivos con valor agregado. Asimismo, las organizaciones públicas y privadas que promueven nuevos alimentos se están volviendo más sofisticadas en su capacidad de in-

fluencia en los mercados, valiéndose de publicidad tradicional y redes sociales, colaboraciones con promotores conocidos (como chefs famosos) y un innovador embalaje de dichos alimentos para adaptarse a los nuevos estilos de vida que aprecian la comodidad.

### References

- Bazile, D., Jacobsen, S.-E., & Verniau, A. (2016). The Global Expansion of Quinoa: Trends and Limits. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622> // Castañeda-Álvarez NP, Khoury CK, Achicanoy HA, Bernau V, Dempewolf H, Eastwood RJ, Guarino L, Harker RH, Jarvis A, Maxted N, Mueller JV, Ramírez-Villegas J, Sosa CC, Struik PC, Vincent H, and Toll J (2016). Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants* 2(4): 16022. doi: 10.1038/nplants.2016.22. // Esquinas-Alcázar J. 2005 Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges. *Nat. Rev. Genet.* 6 (12), 946-953. // FAO. 2010 Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. // Gepts P. 2006 Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. *Crop Sci.* 46, 2278-2292. // Harlan JR. 1975 Crops and Man. Madison, WI: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America. // Hoisington D, Khairallah M, Reeves T, Ribout J-M, Skovmand B, Taba S, Warburton M. 1999 // Plant genetic resources: what can they contribute toward increased crop productivity? *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96, 5937-5943. // Khoshbakht, K. and Hammer K. 2008. How many plant species are cultivated? *Genetic Resources and Crop Evolution* 55(7):925-928. // Khoury C, Laliberté B, and Guarino L (2010). Trends in ex situ conservation of plant genetic resources: a review of global crop and regional conservation strategies. *Genetic Resources and Crop Evolution* 57(4): 625-639. doi 10.1007/s10722-010-9534-z. // Khoury CK and Jarvis A (2014). The Changing Composition of the Global Diet: Implications for CGIAR Research. CIAT Policy Brief No. 18. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 6 p. Available online at: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/56788> // Khoury CK, Bjorkman AD, Dempewolf H, Ramírez-Villegas J, Guarino L, Jarvis A, Rieseberg LH, and Struik PC (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* 111(11): 4001-4006. doi: 10.1073/pnas.1313490111. Available online at: <http://www.pnas.org/content/111/11/4001>. Interactive website available at: <http://ciat.cgiar.org/the-changing-global-diet> // The Plant List (2010). Version 1. Available from: <http://www.theplantlist.org/> (accessed January 2012).

## CAPÍTULO 2

### NUEVAS FRONTERAS AGRÍCOLAS

¿En un planeta que está cada vez más saturado, dónde podremos producir nuestra comida?

Al principio, éramos nómadas. Cazadores-recolectores siempre a la búsqueda de lugares donde fuera posible encontrar alimentos. Imagínate lo revolucionario que fue descubrir que las semillas recolectadas podían sembrarse y dar origen a nuevas plantas. La Revolución Neolítica, también conocida como Revolución Agrícola, posibilitó la adopción de nuevos estándares nutricionales y el desarrollo de nuevas tecnologías. Asimismo, la llegada de la agricultura ocasionó un crecimiento demográfico significativo, culminando con el florecimiento de las primeras civilizaciones.

Y aquí estamos nosotros, diez mil años después, herederos de esa historia. Somos más de 7 mil millones de personas en el mundo y dentro de unas décadas llegaremos a 10 mil millones. Necesitamos descubrir cuanto antes la manera de producir alimentos suficientes para atender a la demanda de esa cantidad de personas sin que ello signifique la degradación de los recursos naturales. Este proceso, iniciado en el periodo Neolítico, está llegando a un momento crítico: ¿dónde podremos cultivar más plantas si el planeta está cada vez más saturado y enfrenta tantos cambios climáticos?

Ha llegado el momento de explorar nuevas posibilidades.

¿Será posible cultivar frutas, verduras y cereales en el desierto, sorteando las dificultades asociadas a la escasez de agua? ¿Y cómo aprovechar la región de las tundras, donde las temperaturas son más bajas? ¿Cuáles son las medidas que hay que tomar para posibilitar la producción de alimentos en las grandes ciudades?

Las cuestiones anteriores han instigado a investigadores de todo el mundo. En las páginas siguientes podrás conocer algunas de las propuestas que ya se han puesto en práctica con resultados prometedores. Y es más: siempre teniendo en cuenta la producción sostenible.

La palabra fundamental es: sostenibilidad.

La antigua estrategia de derribar bosques para extender los cultivos y pastos, por ejemplo, nunca fue ni será

una respuesta adecuada para la búsqueda de alimentos. La deforestación afecta la biodiversidad, compromete el sistema hídrico y hace que en el territorio en cuestión, además de otros problemas, las temperaturas sean aún más altas.

Lo mismo sucede en nuestra relación con el océano. La costumbre de pescar hasta agotar la capacidad de una región y luego migrar hacia la siguiente en busca de más peces acarrea una serie de daños ambientales. Entre ellos, el riesgo de extinción de algunas especies, como ciertos tipos de atún.

Por eso, también presentamos a continuación algunos ejemplos de proyectos exitosos que muestran que es posible conciliar la conservación de los bosques con la producción de alimentos y obtener peces y crustáceos de forma sostenible.

Que esa conciencia inspire el inicio de un nuevo capítulo en nuestra larga historia con la producción de alimentos, iniciada hace diez mil años.

## **AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO: ¿QUÉ ESPERAMOS PARA EL FUTURO?**

**Eduardo Delgado Assad**

*Ingeniero agrícola en Embrapa*

La Tierra tiene cerca de 4,6 miles de millones de años y el Homo sapiens apareció hace apenas 200 mil años. A lo largo de esos miles de millones de años ocurrieron cambios drásticos en la superficie terrestre y en la atmósfera con diferentes episodios de enfriamiento y de calentamiento climático. En los comienzos de la formación del planeta, la atmósfera era densa y rica en nitrógeno, vapor de agua y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) proveniente de las erupciones volcánicas y de las colisiones cósmicas. En la actualidad, el nitrógeno es el gas principal de la atmósfera (78%) y al oxígeno le corresponde el 21 %. El CO<sub>2</sub> y otros gases ocupan el 1 % restante.

La presencia de vida en la Tierra solo fue posible con la formación del agua en estado líquido, que dio origen a los océanos hace 3,8 mil de millones de años, aproximadamente. Existen aún muchas controversias en cuanto a los seres vivos más antiguos. Para algunos científicos, los primeros organismos vivos eran bacterias primitivas que presentaban células simples tales como una pared celular rudimentaria, algunas pocas enzimas y ausencia de citocromos. Estas datarían de 3,5 mi-

les de millones de años. Los científicos descubrieron recientemente, minúsculos filamentos, fragmentos y tubos en rocas ubicadas en Canadá que tendrían hasta 4,28 mil de millones de años. En el caso que la estimación de la edad de esos microfósiles fuera correcta, el surgimiento de la vida habría acontecido «poco tiempo» después de la formación del planeta.

En los miles de millones de años de vida de la Tierra siempre hubo variaciones de temperatura en la superficie del planeta y, consecuentemente, de la atmósfera terrestre. Existen evidencias de que estas temperaturas estuvieron en niveles bastante más elevados de los actuales, en virtud principalmente de la concentración del CO<sub>2</sub>. A modo de ejemplo, hoy se sabe que la Tierra y Venus tienen la misma cantidad de CO<sub>2</sub>. En Venus, donde el gas atrapa los rayos solares en la atmósfera, la temperatura asciende a 400°C. En la Tierra, el CO<sub>2</sub> está disuelto en el suelo y en los seres vivos.

La temperatura de la Tierra va a continuar cambiando. Para más información, los estudios indican que el núcleo terrestre, que tiene cerca de 3400 km de espesor, presenta temperaturas que varían de 3700 °C a 6000 °C; en la parte más interna, se está enfriando. Al final, esa temperatura ya ha estado en el orden de los millones de grados y algunos científicos estiman que el enfriamiento total podría darse desde ahora a unos 2 mil millones de años. Entonces, si el proceso es geológico, ¿por qué se habla de calentamiento global y se apunta a la injerencia del hombre?

Debido a que cientos de mediciones realizadas apuntan a esto. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC según sus siglas en inglés) en su quinto informe publicado en septiembre de 2013 por las Naciones Unidas constató este proceso. Según el informe del IPCC y con una certeza del 95%, el hombre es responsable del calentamiento global. Si bien el calentamiento es natural, se está acelerando por la acción del impacto humano. Los análisis del informe apuntan que, desde 1850 (inicio de la era industrial) el calentamiento fue de 0,9 °C aproximadamente y que más del 66 % de ese calentamiento sucedió en los últimos 60 años. La tasa de aumento se aceleró también desde que comenzó el crecimiento continuo de los gases de efecto de invernadero desde 1958, pasan-

do de 0,7 partes por millón (ppm) al año en aquella época para llegar a una media de 2,2 ppm al año en las últimas décadas.

En razón del aumento progresivo de la concentración de los GEI (gases de efecto de invernadero), los niveles de CO<sub>2</sub> en mayo de 2013 alcanzaron los 400 ppm por primera vez en la historia reciente de la humanidad. Los datos del Observatorio de Mauna Loa en Hawai del 25 de marzo de 2018, indican que la concentración de CO<sub>2</sub> era de 410,16 ppm. El 26 de abril de 2017 se llegó a un récord cuando la concentración del CO<sub>2</sub> llegó a las 412,63 ppm. Según el IPCC, hasta finales del siglo XXI la concentración de este gas podría llegar al doble de la actual, alcanzando las 800 ppm.

Las principales causas de este aumento alarmante están asociadas a las emisiones resultantes de la quema de combustibles fósiles y de los cambios en el uso del suelo como ser: la transformación de los bosques en zonas agrícolas o urbanas. En la práctica, este aumento de casi 1 °C provoca importantes impactos directos en distintos sectores como en la biodiversidad, en la agricultura, en los recursos hídricos y en las zonas costeras; e impactos indirectos en otros sectores como ciudades, energía, industria e infraestructura, transportes y salud.

En la Tabla 1 se encuentran las proyecciones climáticas por región, representadas en Brasil en el Primer Informe de Evaluación Nacional (RAN1, según su sigla en portugués) de 2013 del Panel Brasileño sobre Cambio Climático.

Tabla 1 Proyecciones climáticas por región, representadas por el Primer Informe de Evaluación Nacional de 2013 del Panel Brasileño sobre Cambio Climático. Extraído de: GV-CES. GVCES, 2013. Diagnóstico preliminar de las informaciones principales sobre proyecciones climáticas y socioeconómicas, impactos y vulnerabilidades disponibles en trabajos y proyectos de los actores involucrados.

### **¿Cómo este aumento de temperatura, en cuanto a los escenarios plateados por el IPCC, puede afectar a la agricultura en diferentes continentes?**

El aumento de temperatura igual o superior a 3 °C es suficiente para que la agricultura se torne inviable en muchas regiones, pero los límites varían de un cultivo a otro (Tabla 2). Estudios de simulación de producción de cultivos indican

grandes pérdidas de áreas cultivadas con soja, café, maíz, arroz y algodón y algodón, considerando ese escenario (Tabla 3). Probablemente, el único cultivo que se produce en el país que se beneficiará con el aumento de la temperatura será la caña de azúcar, por la disminución de las áreas restringidas a su producción por la temperatura baja.

Los modelos de simulación de impactos en la agricultura en función de los cambios del clima apuntan a que Brasil podrá reducir en 10,6 millones de hectáreas el área destinada a la agricultura en 2030. La región sudeste será más afectada con la posibilidad de perder casi 5 millones de hectáreas en 2030. Las proyecciones apuntan que el área total de pastura podrá disminuir hasta 8,6 millones de hectáreas, escenario pesimista si los hay; pero la producción de carne disminuirá en una proporción menor debido a la intensificación tecnológica, con un incremento por sobre los 2 millones de toneladas. Estas premisas serán válidas en caso que no existan esfuerzos de adaptación que son cada vez más necesarios y urgentes.

### **¿Se darían estas condiciones en el resto del planeta?**

En el continente africano podría ocurrir una disminución de la producción agrícola, una reducción de la disponibilidad de agua, el aumento de las enfermedades de las plantas, una expansión de la desertización más la extinción de animales y plantas. En Asia, se podría dar la disminución de la producción agrícola y la disminución de la ya escasa disponibilidad de agua en regiones semiáridas. En Europa, es probable que se produzca la desaparición de los hielos de los Alpes (reducción de la irrigación natural) y aumento de la producción agrícola. En América del Sur, podría disminuir la producción agrícola y aumentar de forma significativa los portadores de las distintas enfermedades de las plantas. En América del Norte, la producción agrícola podrá aumentar en algunas regiones, con posibilidad de dos cosechas anuales, pero también podría aumentar la posibilidad de distintas enfermedades de las plantas. De manera general, los impactos en varias regiones del planeta se presentan en la tabla más abajo.

### **¿Cuáles son los efectos que el calentamiento puede provocar en la agricultura?**

El agua, la luz, la temperatura y el

CO<sub>2</sub> son los principales factores reguladores de la fotosíntesis. El aumento de cualquiera de estos puede provocar el desequilibrio de otro. A excepción de la luz solar, todos se ven afectados por el calentamiento del planeta. Por lo tanto, la temperatura y el CO<sub>2</sub> pueden alterar el desarrollo de una planta.

En términos de agricultura, tanto el exceso como la reducción de todos estos factores pueden alterar la productividad. La temperatura elevada hace que las plantas aumenten la absorción de más agua del suelo. En menor o mayor medida, esto puede aumentar la deficiencia hídrica con consecuencias importantes en la disminución de la producción.

Todos estos factores están interrelacionados. O sea, el aumento de los gases de efecto de invernadero incrementa la temperatura, con lo que la demanda de agua es superior, pero su disponibilidad se ve reducida por la evapotranspiración (pues depende de la temperatura). Todo lo anterior va a interferir directamente en la productividad de los cultivos. Esta es una de las consecuencias del calentamiento global en la agricultura.

Esta situación provocará una nueva geografía de la producción agrícola en el mundo y en Brasil. En 2008, los estudios realizados por la Embrapa (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria, según su sigla en portugués) y de la Unicamp (Universidad Nacional de Campinas) sobre la nueva geografía de la producción agrícola en Brasil se incorporaron en el libro «Economía del Cambio Climático». Esos estudios presentaban coherencia con las teorías sustentadas por el informe Stern y apoyadas por Inglaterra que indicaban las posibles hipótesis de impactos sobre el calentamiento global en la economía mundial. La conclusión fue que Brasil perderá hasta el año 2040 el equivalente a un PBI, esto se traduce en 6,2 mil millones de reales, de mantenerse una política de inacción.

### **Con el aumento de la temperatura, ¿qué podría suceder en el Brasil agrícola?**

En simulaciones de los posibles escenarios, lo que se estima es un 40 % de reducción en el área de bajo riesgo de producción de soja y del 33 % en el área de café arábica. El área de producción de mandioca en el nordeste se reducirá y transferirá para la región norte. Por otro lado, se duplicará el aumento en la producción de la caña de azúcar. Escenarios similares se establecen para el

algodón, el maíz, el maíz de zafriña, el trigo, el sorgo, la cebada y frutales de clima templado. O sea, si se mantienen las condiciones actuales en el manejo de cultivos y en la oferta de materiales genéticos que no toleren las altas temperaturas y la deficiencia hídrica, el futuro es incierto. Un efecto perverso del calentamiento global es la frecuencia cada vez mayor de espacios de tiempo de temperaturas elevadas, o bien las llamadas olas de calor. Los días cuya temperatura supera los 34 °C pueden provocar que las flores del café no se desarrollen, la muerte de los polluelos de un día, producir abortos en las cerdas, reducción en la producción de leche. Tales efectos se sienten ya en la actualidad y se necesitan con urgencia estrategias de adaptación para evitar pérdidas en la agricultura.

Estos escenarios son inciertos y deben de ser evitados cuanto antes. La cuestión es: ¿hay solución? ¿Cómo será la agricultura del futuro frente a los impactos inherentes al calentamiento global?

Si prevalece el buen sentido y se adoptan las medidas correctas de adaptación, los sistemas de producción agrícola basados cultivos únicos, con grandes extensiones de plantaciones de soja, algodón y maíz, estarán condenados. Esto se da por el simple hecho que el tiempo de utilización de la propiedad agrícola es muy pequeño y el balance de energía es negativo; lo que equivale a decir que se consume más energía para producir que la energía que se produce. En una plantación de soja, el tiempo de utilización de la tierra productiva se acerca al 42 %. El tiempo restante, solo permanece emitiendo gases de efecto de invernadero y aumentando la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

La migración para sistemas de consorcio de cultivos, rotativos e integrados es una cuestión de tiempo. El avance de sistemas de integración en la actividad agropecuaria y forestal deberá dominar el paisaje agrícola brasileño. Esto se corresponde con la mayor eficiencia productiva y el uso intensivo del suelo con reducción en la emisión de gases GEI o su pronta remoción. La ganadería deberá utilizar sistemas integrados e intensivos para así aumentar su productividad y con mayor eficiencia a fin de reducir las emisiones de los animales en el área de producción. Pero, ¿qué son estos sistemas integrados?

Los sistemas integrados abarcan la producción de granos, fibras, madera,

energía, leche o carne en la misma área de producción, en sistemas de rotación de cultivos, de consorcio o sucesión. El sistema funciona básicamente con la plantación durante el verano, de cultivos agrícolas anuales (arroz, porotos alubia, maíz, soja o sorgo) y de árboles, asociado a especies forrajeras (hierbas como brachiaria o panicum). Hay varias posibilidades de combinación entre los componentes agropecuarios y forestales, si se considera el espacio y tiempo disponibles, que resulta en diferentes sistemas integrados como agricultura y ganadería de integración (ILP), agroforestales (SAF), silvipastoreo (SSP) y sistemas de integración ganadero y agroforestal (ILPF).

**Sistemas de Integración agropecuaria (ILP):** consiste en la explotación de actividades agrícolas y ganaderas de forma integrada, en rotación o sucesión en la misma área y en épocas diferentes, con aumento en la eficiencia en el uso de los recursos naturales, con menor impacto ambiental como resultado del control de los procesos de degradación a través de prácticas conservacionistas. El sistema ILP consiste en la diversificación de la producción a fin de posibilitar el aumento de la eficiencia en la utilización de recursos naturales, la preservación del medioambiente, la estabilidad de la producción y la renta del productor y, principalmente, un saldo positivo en la eliminación del CO<sub>2</sub> de la atmósfera.

El sistema ILP es una alternativa viable que contribuye para la recuperación de áreas degradadas en la adopción de buenas prácticas agropecuarias (BPA) y en el aumento de la eficiencia con el uso de la maquinaria, equipamiento y mano de obra.

**Sistema agroforestal (SAF):** son consorcios de cultivos agrícolas con especies arbóreas que pueden ser utilizados para restaurar bosques y recuperar áreas degradadas. La tecnología disminuye las limitaciones del terreno, minimiza los riesgos de degradación inherentes a las actividades agrícolas y optimiza la productividad. Los componentes arbóreos se insertan como estrategia para combatir la erosión y como aporte de materia orgánica para así restaurar la fertilidad del suelo. En la misma área es posible establecer consorcios entre especies de importancia económica, frutales y hortalizas.

Pueden introducirse especies de leguminosas para uso como abono verde, las cuales se rozan, y especies leguminosas arbóreas que, con la misma finalidad, se podan controlando que el material se deposite en el suelo. Además de contribuir para la conservación del medio ambiente, los beneficios de los sistemas agroforestales despiertan el interés de los agricultores pues como están ligados a la producción de alimentos, permiten ofrecer productos agrícolas y forestales, incrementando la generación de ingresos.

Las investigaciones indican que, en las áreas donde se han desarrollado un SAF es posible tener un aumento de 5 a 8 toneladas de carbono por hectárea. Los SAF favorecen la conservación de la reserva legal con el uso responsable de productos forestales no madereros y estimula la retención del carbono en el área.

**Sistema de silvipastoreo (SSP):** Son asociaciones de pastoreo con árboles y arbustos con animales herbívoros. En estos sistemas, la sombra del componente arbóreo promueve la mitigación ambiental para reducir la temperatura del aire y del suelo. Resulta así una zona de pastura de mayor confortabilidad para los animales. La sedimentación de los árboles contribuye a mejorar la fertilidad del suelo, elevando la disponibilidad de nutrientes, nitrógeno principalmente, para las forrajeras herbáceas y mejorando la calidad del forraje y, algunas veces, aumentando la producción. El efecto de los árboles en el aumento de los valores de N y de la materia orgánica en el suelo es, generalmente, potenciado cuando se utilizan leguminosas capaces de asociarse a las bacterias fijadoras del N del aire. El sistema radicular de los árboles contribuye también para modificar la porosidad del suelo y la tasa de infiltración del agua, por lo que así se reduce la erosión.

La implantación de SSP ha sido señalada como una de las opciones para la recuperación de las pasturas degradadas. En este sistema, el aumento de la retención del carbono en estas áreas depende de la densidad de la plantación, de la capacidad de crecimiento y de la longevidad de los árboles, además del potencial de los mismos en aumentar o conservar el contenido de la materia orgánica del suelo. En consecuencia, las plantas de crecimiento rápido, capaces

de acumular una mayor proporción de biomasa en el tejido leñoso (ej.: mayor densidad de la madera) y con más longevidad, serían capaces de retener mayor cantidad de carbono.

**Sistema de integración ganadero y agroforestal (ILPF):** es un sistema muy parecido al ILP pero que agrega el componente forestal. Integra actividades agrícolas, ganaderas y forestales realizadas en la misma área con un cultivo asociado, en sucesión o de rotación. Esto significa que en una misma zona se puede obtener granos, proteína y fibra, con un significativo aumento de la productividad de la tierra y de la fijación del carbono en el suelo y con la promoción de la eliminación eficiente de los gases de efecto de invernadero de la atmósfera.

Los beneficios y cobeneficios de los sistemas ILPF pueden ser de índole económica, ambiental y social. Los principales son: reducción o viabilización del costo de recuperación/renovación de las pasturas en proceso de degradación o ya degradadas; aumento de la tasa de capacidad de las pasturas; aumento en el peso de los animales; reducción de los riesgos climáticos y de mercado; mejoría de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo; reducción en la sucesión del plagas, enfermedades y plantas dañinas, con la consecuente disminución en el uso de insecticidas, fungicidas y herbicidas; mayor eficiencia de uso de los fertilizantes por los diversos cultivos con distintos sistemas radiculares; e incremento de los ingresos de la propiedad. Los beneficios ambientales más relevantes son: mayor tasa de infiltración y almacenamiento de agua en el suelo; control de la erosión; reducción de las pérdidas de nutrientes del suelo; uso racional de agrotóxicos y consecuente reducción de los riesgos de intoxicación y de la contaminación del ambiente; mejoría de las condiciones de entorno animal (protección contra las tempestades, vientos fríos, granizo, altas temperaturas) debido sombreado de las pasturas, así se reduce el estrés de los animales; reducción de la emisión de gases de efecto de invernadero (GEI); retención del carbono por la biomasa aérea y radicular de los árboles y del forraje; y la reducción de la deforestación por el aprovechamiento de las áreas degradadas. Otro importante beneficio sería la mantención de la

biodiversidad, actuando directamente en las poblaciones de polinizadores, responsables de hasta el 25 % del aumento en la productividad de algunos cultivos agrícolas.

**Recuperación de los pastos degradados:** En Brasil se estima que existen 48 millones de hectáreas de pastos degradados. Tales pastos son ineficientes en términos de producción ganadera y altamente emisores de GEI. La recuperación de estos pastos podrá invertir la lógica de las emisiones y garantizar mayor productividad y oferta de proteína animal.

Será imperativa la búsqueda de razas más tolerantes a las temperaturas elevadas y a las olas de calor. La conexión de sistemas productivos integrados con razas más tolerantes fortalecerá definitivamente la importancia de los estudios de ambientación y entorno animal.

En el sector forestal, el futuro apunta a una mayor eficiencia y crecimientos de zonas de plantación forestal, sea para bosques comerciales, bosques multiuso con especies exóticas y nativas en consorcio, y sistemas agroforestales, todos con alta capacidad de remoción del carbono. La discusión de sobre paisajes agrícolas sustentables tendrá su lugar, una que genere ingresos por medio de pagos de servicios para el ecosistema.

Los productos, para vencer las barreras no arancelarias, buscarán certificaciones ambientales, al asociar la producción agrícola a servicios ambientales, sea en la remoción de carbono o en la conservación del agua.

Se espera un avance extraordinario de la biotecnología en la búsqueda de especies con tolerancia a las altas temperaturas y a la deficiencia hídrica. Hay un interés fuerte en direccionar los conocimientos en genoma para comprender las respuestas de las plantas a los cambios climáticos, O sea, el impacto del cambio climático ocurre sobre los múltiples niveles de la organización biológica. Poco se sabe cómo ese impacto afecta los procesos moleculares, bioquímicos y fisiológicos que determinan las respuestas de una cadena productiva que da desde el individuo a los ecosistemas globales. Los procesos y estudios se basarán en la búsqueda e identificación de variedades más adaptadas, resistentes o tolerantes al estrés abiótico, derivadas de los cambios climáticos; para descubrir mecanismos moleculares que irán a mediar en la adaptación de ese

estrés y, finalmente, la identificación de genes involucrados en la adaptación con valor biotecnológico. Estos genes con elevado potencial para la adaptación existen en abundancia en la biodiversidad brasileña, el mayor depósito de genes tolerantes a los cambios climáticos del mundo.

Son escenarios que nos parecen factibles, pero si se consigue controlar la emisión de gases de efecto de invernadero. En el caso que la temperatura supere el nivel de más de dos grados de calentamiento, el conocimiento científico existente hoy entrará en una zona de desconocimiento. No se sabe lo que podrá suceder. Lo cierto es que, considerando la oferta actual de material genético vegetal y animal, estaremos llegando a los límites de la producción agrícola. De ahí la necesidad de migrar de una producción agropecuaria a una producción agroambiental. En este aspecto, las oportunidades de Brasil son extraordinarias.

La biotecnología, de acuerdo con la definición propuesta por el Convenio por la Diversidad Biológica de la ONU, es cualquier aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados, para fabricar o modificar productos o procesos para una utilización específica.

Dos grandes consecuencias del aumento en las emisiones de GEI son el aumento de la escasez de agua. La biotecnología puede contribuir significativamente por la introducción de nuevos genes que confieran capacidad adicional de adaptación a la restricción hídrica y al aumento de la temperatura a las variedades desarrolladas para el mejoramiento genético convencional. Mientras tanto, el descubrimiento y validación de genes con ese potencial debe realizarse reuniendo las herramientas avanzadas de biología molecular y genómica, como la caracterización en gran escala de genomas, de la expresión genética y de fenotipos, marcadores moleculares y trasgenia.

En el futuro, las plantas que respondieran mejor a esas situaciones serán fundamentales y las investigaciones en biotecnología se dirigirán cada vez más para esos temas. Sin embargo, la tolerancia a la sequía es una característica compleja por ser multigénica. Hasta ahora, los transgénicos ya desarrollados consiguieron modificar la expresión de un gen o de un pequeño número de ellos.

Así, es de esperar que las investigaciones con biotecnología, a medida que avanzan los conocimientos sobre la expresión genética, serán útiles en atenuar los impactos causados por los cambios climáticos globales. Pero, la biotecnología no es la solución para todo y no debe de ser adoptada de forma aislada ya que tiene sus límites. Si se considera el conocimiento actual de la biotecnología, son necesarios diez años de investigación para que se pueda conseguir un nuevo cultivo adaptado. Aun cuando ese tiempo se redujera con el avance tecnológico, habría un desfase entre la identificación del problema y el desarrollo de la variedad requerida. Si no se producen cambios en los sistemas de producción agrícola actuales, las emisiones continuarán incrementándose y cuando una variedad adaptada pueda ser comercializada, ya no estará más adaptada. O sea, la biotecnología debe de ser vista no como una solución para mantener el actual statu quo. Se estima que si la temperatura superará los 2 °C, los conocimientos biotecnológicos de hoy no serían capaces de desarrollar plantas que toleren temperaturas superiores a las esperadas.

Si se considera la dimensión internacional de esos impactos y sus costos sociales y económicos, es preciso que haya un cambio en el modelo de desarrollo que, en el caso específico de la agricultura, haya causado impactos ambientales graves, desigualdades en la renta de los diferentes tipos de agricultores, riesgos elevados de pérdidas de producción y desequilibrio en el sistema agroalimentario mundial que lleva a la persistencia del hambre, al aumento de la obesidad infantil y entre adultos. Los límites son claros. En Brasil, la biotecnología encontrará soluciones para soportar hasta dos grados de incremento de la temperatura. Por encima de eso, conforme a lo que se ilustra en la figura de abajo, habrá un gran riesgo para la producción agrícola por exceso de calor.

### ¿Y qué esperar del futuro?

Así, la agricultura del futuro deberá:

- Buscar mayor eficiencia productiva con mayor producción en un área de menor tamaño. Se hace imperativo el aumento de la productividad. No se podrá utilizar mucha energía para producir menos energía. No se cerrará la contabilización de entrada de insumos y salida de productos.

- En una misma área se producirán fibra, proteína animal y vegetal sobre la base de sistemas integrados de producción. La diversificación productiva es algo que será necesario. Acciones como estas serán fundamentales para atender a la demanda por alimentos en el mundo. La optimización del uso de la tierra, con más productos en una misma área y el incentivo de la multifuncionalidad de la propiedad agrícola podrá garantizar la sustentabilidad del sector agropecuario.

- Con fundamento en la biotecnología, la búsqueda por especies tolerantes a las altas temperaturas, la deficiencia hídrica y las nuevas enfermedades, se hará imperativa manteniendo los límites de la ciencia.

- Mantención de la biodiversidad, pues es en la biodiversidad donde se encuentran los genes tolerantes al estrés ambiental provocado por el calentamiento global.

- Adopción de prácticas de ambientación animal que permitirán la reducción de los impactos de las olas de calor en la producción animal.

- Adopción de prácticas conservacionistas en la producción agrícola, permitiendo la reducción de las emisiones de gases de efecto de invernadero y así la disminución de las pérdidas de agua en los sistemas agrícolas.

- Adopción de biofertilizante o fertilizante orgánico mineral que son menos dependientes del nitrógeno. Será grande la posibilidad de ampliar el espectro de plantas que utilizarán la fijación biológica del nitrógeno.

Con la adopción de prácticas de disminución de la emisión de gases de invernadero, de la adaptación de la agricultura al calentamiento global, se espera que el impacto en la oferta de alimentos sea mejor. La cuestión es saber si todavía tenemos tiempo para eso.

#### **Sobre el autor:**

Eduardo Delgado Assad se graduó en Ingeniería Agrícola en 1979 en la Universidad Federal de Viçosa. Con maestría y doctorado en Montpellier, Francia, finalizados en 1987. Es investigador de Embrapa desde 1987, con actuación inicial en el Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC). Fue coordinador del Área de Recursos Naturales de Embrapa Cerrados, secretario ejecutivo del Programa de Recursos Naturales de Embrapa y jefe de Investigación y Desarrollo de Embrapa

Cerrados. Coordina proyectos en el área de cambio climático y su impacto en la agricultura. Coordinó la subred de clima y agricultura de la red clima de MCT&I. Es miembro del comité científico del Panel Brasileño sobre el Cambio Climático. En 2011, fue Secretario de Cambio Climático y Calidad Ambiental del Ministerio de Medioambiente. Profesor del curso de Maestría en agronegocios de la Fundación Getúlio Vargas.

### **CAPÍTULO 3 TECNOLOGÍAS**

#### **¿Cómo puede la tecnología ayudarnos a alimentar a 10 mil millones de personas de manera sostenible?**

Te proponemos un juego rápido. El tema es la agricultura. ¿Cuáles son las cinco primeras palabras que se te ocurren cuando piensas en este tema? Trata de memorizarlas. Si estás con un amigo, haz la prueba con él también. ¿Listo?

Ahora, una pregunta: ¿entre todas las palabras en las que pensaste, aparecen términos como innovación, tecnología, laboratorio, inteligencia artificial, drones?

Es interesante notar cómo nuestro imaginario suele asociar novedades tecnológicas a la vida urbana. Todos conocemos en la práctica lo importante que es la transformación que la digitalización está produciendo en nuestra relación con el ocio, con el trabajo, con el tránsito. Nos estamos familiarizando con conceptos tales como "ciudad inteligente", el cual está relacionado con la tecnología que se usa para planificar y mejorar la infraestructura urbana con la participación de los ciudadanos. Y, cuando la tecnología llega a las pantallas como en una película de ciencia ficción que refleja nuestras expectativas y temores con relación al futuro, la acción generalmente transcurre en una ciudad - o ¡a lo lejos en el espacio sideral! Pero no en el campo. ¡Alguien podía imaginarse una película de Hollywood que se llamara "El agricultor del futuro"!

Bromas aparte, el cultivo de alimentos siempre involucró el uso de tecnologías. Y esto es particularmente importante actualmente frente a los grandes desafíos que nos depara el futuro, tales como el calentamiento global.

Es probable, por ejemplo, que las personas tengan que cultivar plantas que sean más resistentes al calor. En

las páginas siguientes, verás cómo los investigadores utilizan el hibridismo para desarrollar frijoles que se pueden cultivar en lugares con temperaturas más altas.

Asimismo, cada vez será más importante optimizar el uso del agua evitando todo tipo de desperdicio. La agricultura de precisión puede ayudar en esta tarea, utilizando sensores que al ser instalados en el suelo envían una serie de datos a la nube (el nivel de humedad, por ejemplo). Esto permite que el riego se haga de acuerdo con la necesidad específica de cada cultivo.

Además de los tractores y camiones remolque, también habrá drones que recorrerán las plantaciones. Tanto para identificar cuanto antes la presencia de plagas o enfermedades, como para incrementar el proceso de polinización, transportando el polen de una flor a otra, así como lo hacen las abejas.

Sin embargo, no se trata de considerar que la tecnología es una panacea (la planta mítica que en la antigüedad estaba asociada a la cura de todos los males).

A mediados del siglo XX, el campo pasó por un período de gran transformación conocido como Revolución Verde. Dicho cambio estaba relacionado con la utilización de nuevas máquinas y al uso de los plaguicidas desarrollados como armas químicas en décadas anteriores, durante las Primera y Segunda Guerras Mundiales. Dichas novedades traían aparejada la expectativa de que la adopción de prácticas agrícolas modernas ampliaría la producción de alimentos y acabaría con el hambre en el mundo.

La experiencia mostró que el problema era más complejo. Con respecto a los plaguicidas, por ejemplo, es crucial tener en cuenta el riesgo que estos representan para la salud de los agricultores, los consumidores y la biodiversidad. En lo relacionado con el hambre, hay que recordar que esta no siempre es consecuencia de la producción insuficiente. Puede estar asociada a otros factores como el desperdicio, la desigualdad social y los conflictos armados que dificultan el acceso a la comida ya existente.

Es decir: debemos tener en cuenta siempre el contexto en el que se desarrollan las nuevas tecnologías y considerar cuáles son los impactos positivos y negativos que pueden tener a largo plazo. Esto vale para la vida en la ciudad - y ¡en el campo también!

## PARA NO QUEDARSE EN LA SUPERFICIE. LOCALICE EL COMESTIBLE Y SIEMPRE MAÑANAS

Por Érica Araium<sup>1</sup>

Periodista y mestrando del Labjor/Unicamp en divulgación científica y cultural

Se necesita localizar<sup>2</sup> el comestible. Considerar el origen, el camino y el fin de los alimentos. La segunda frase, ya parafraseada por haberse incorporado a distintos discursos políglotas, inclusive en este, permite un sinfín de nociones. En los últimos 20 años<sup>3</sup>, nunca se habló tanto de gastronomía en Brasil. No como una propiedad multidisciplinaria que merece este plato lleno de periodismo cultural<sup>4</sup>. Hasta ahora, cuando la folkosomía<sup>5</sup> se junta a la taxonomía y ya se puede crear una solución para el hambre de 2050 con los *<inputs>* legados entre *bites* e *bytes* derramados en HTML, compartidos por las redes sociales. A fuerza de hábito, se puede determinar una visión orgánoleptica del mañana.

Hablar de gastronomía presupone legislar por el estómago, como dijera el pai de la gastronomía Brillat-Savarin (1755-1826); cuya obra más renombrada, *Fisiología del Gusto* (1825), que eleva a la comida a la categoría de cultura, se hace eco y conversa con la teoría del gusto de Pierre Bourdieu (1930-2002)<sup>6</sup>. « Para este último, las diferentes clases sociales se distinguen menos por el grado en que reconocen la cultura legítima, que por el grado en que ellas la conocen ». Hay, por ahora, un sentido de lujo, de exclusividad.

El peligro consumista que tiene relación con la noción de estilo de vida, reside en el hecho de las elecciones sobre casi todo lo que se pretende (o puede) comprar, y a pesar de alimentarse por el constante producir y tener disponible información actualizada (santa tecla 5), no es exactamente una elección. Sobre todo, en el ambiente digital, donde la experiencia del usuario dicta los rumbos, por ejemplo, de la construcción de nuevos micromomentos (Google); o establece relaciones causales entre segundos de atención y conversión de ventas. Para lo que es el contenido, se aplica lo mismo. Si se considera este texto interesante, por ejemplo, extenderá la lectura para más de esos 250 segundos (tiempo medio dedicado hasta aquí para 130 palabras por minuto.

Con intercambio de datos personales

para la navegación en media docena de sitios o en redes sociales; o al completar formularios o lo que fuera; o al acceder a las redes de WiFi vía check point, los esfuerzos del marketing, branding y ventas, con un empujoncito del *neuromarketing*<sup>7</sup>, son geniales en hacer que la tercerización del gusto o su premeditación, en sentido del consumo, ocurra también. Entonces, ¿se lleva al consumidor a un momento déja vu para 1984 de George Orwell o para el meme contemporáneo « esto es Black Mirror »? Es así.

Vea esto. Su próxima pizza personalizada ya está en el horno y llegará calentita, en minutos, a través de un dron. Los insectos le harán justicia a la oda « menos carne, por favor », no se preocupe. Después de todo, no hay comida imposible donde hay tecnología y aprecio por la novedad, ¿no es cierto? Véase hamburguesa vegetal que sangra... Tampoco tenga dudas sobre lo que no está en el rótulo cuando hay aplicativos a disposición. En este mundo de la Internet de las Cosas (IoT), cada click contribuye a un deseo de comer. Los agricultores confían en algoritmos la decisión sobre el momento de sembrar y de fertilizar. Todo vía satélite.

El gusto sí se discute. Porque el gusto es apreciación, sentimiento, costumbre, juicio. No tendría que ser una acción pasteurizada. Sí debatida de forma multidisciplinaria como la propia gastronomía.

A conciencia o no de los promotores de la vida limpia y afines o los coproductores en frente de la góndola en o fuera de línea, la decisión de consumo tiende a ser en favor del producto o servicio que respeta la biodiversidad y el medio ambiente, la diversidad de culturas, los saberes tradicionales, el comercio justo, la ética. Tómese en cuenta que el legado para las próximas generaciones es el desarrollo sostenible. Y el alimento, en estos casos, vuelve al lugar central en la cadena productiva, para sustentar una nueva oleada biodiversa y sistémica.

La industria de alimentos sabe que precisa recobrar la confianza de su público, seremos 8,6 mil millones de personas para 2030, según la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Es claro entonces, que no siempre le importa al consumidor la noción de impacto ecológico o de sostenibilidad, aunque ambos conceptos sean conocidos, estén disponibles e incorpora-

dos al « glaseado »<sup>8</sup> que embebe a la sociedad de la información. Y, aunque para ella, la información sea la materia prima, la convergencia tecnológica, propulsora de transformaciones sociales. ¿Cuántas aristas habrá que tener en cuenta en un panorama global de producción de alimentos?

Si por un lado, hay más exigencia en relación al contenido que se produce para informar, por otro, hay que recordar que la relevancia es como una aguja en el pajar debido al exceso de datos. Tim Berners-Lee, creador de la red mundial de computadoras (www), por cierto temeroso en relación al uso que se le dará a la herramienta de tres décadas de edad, dijo estar « muy preocupado con la proliferación de la desinformación y de la sordidez », en 2019.

En la vida www, las personas dicen tener hambre ¿de qué? ¿Cuál es el papel del cocinero en la promoción de una alimentación más sustentable? ¿Y del periodista? Estos últimos, principalmente los especializados en gastronomía, saben que en el mundo de hoy cabe todavía el aforismo saviariano aplicado de que « la gastronomía no es más por la fisiología que por la condición »

Los *foodies*<sup>10</sup>, por ejemplo, son nuevos *gourmets* que no se pierden una novedad o *gadget* culinario para la mesa. Aunque no sean adecuados, técnicamente para ser críticos y que permitan ser tratados por los *digital influencers*, estos son casos de porciones *gourmand* contemporánea. En cierta forma, todos somos *foodies*. Basta una cámara un plato bien servido al frente, cierta capacidad de cálculo y óptimos *hashtags* rastreables para hacerse de las últimas novedades. El contenido será hallado en cuestión de *bytes* por segundo.

Ahora bien, la gastronomía, por así decirlo, presupone coquetear con la alta cocina (*haute cuisine*) y con el emplatado más simple y simbólico de cualquier resistencia al hábito, tan umbilical, individual. Es posible comer de todo un poco mientras que no se deje ningún tercio al margen (de la carretera o del plato)<sup>11</sup>, frugalmente. Y que sobre un poco de contenido, en restos o en mensajes para la próxima generación. ¿Qué hablar sobre el comer y qué callar? ¿A quién oír y a quién dar voz? Lo que hay que visitar, años mediante, cuando el tag, cantada o di-

gitada en el buscador (depende si hay) para la expresión «gastronomía brasileña sustentable»

Es importante recordar que la restauración y los chefs brasileños pasaron a conjugar ingredientes en muchas otras lenguas gracias a la influencia del tecnicismo y *savoir-faire* de cocineros franceses aquí radicados desde principios de los años 1980 (caso de Claude Troisgrois y Laurent Suudeau); y de la apertura a las importaciones en Brasil (en la corta era Collor). Si, en tierra brasilis, los planes Cruzado y Real hicieron posible la pasteurización y la globalización del gusto, los cocineros europeos, en contraposición, abrieron camino y cabezas hacia la obstinación por la localía sostenible; por el activismo From Farm To Table; por el locavorismo. Estos conceptos son originarios de los Estados Unidos y Europa, extendidos ahora apelando por la sazón, por el frescor, por la relación estrecha entre cocinero y campesino, por la promoción de la agricultura urbana y por los sistemas agroalimentarios sostenibles, etc.

La gastronomía sostenible, sin embargo, es un mar bravo de posibilidades e interpretaciones, según lo indicado por los impactos, sean digitales, o bien ecológicos, en las olas de la convergencia digital aumentadas por los drásticos cambios climáticos, por el calentamiento global que hace que toda la problemática resultante sea indudable, según científicos como David Lapola, del Centro de Investigaciones Meteorológicas y Climáticas Aplicadas a la Agricultura (Amazon Face); y por la ya citada avalancha de datos - vivimos en BIG DATA, mimetizados en Fake News y llenos de Fear of Missing Out (F.O.M.O.). Todo en una dimensión omnichannel (multicanal).

Hace justicia al núcleo del vibrante movimiento internacional Slow Food, encabezado por el periodista italiano Carlo Petrini, desde 1986. Además de firmado por una pléyade de especialistas multiredes para la suerte de las próximas generaciones. En ella, el más (in) dócil de los exponentes del coro sea, tal vez, el periodista estadounidense Michael Pollan, para quien cocinar es una historia natural de transformación, con cualesquiera los elementos preponderantes (aire, tierra, agua, fuego) evocados para la acción más sapiens de todas. Aquel *homo* con 86 mil millones de neuronas contadas y recontadas, desde 2009, por la neurocientífica

brasileña Suzana Herculano-Houzel.

Entre los cocineros, uno de los sujetos más atentos a los rumbos de la alimentación del futuro es Dan Barber, autor de *O Terceiro Prato* (2014), chef-agricultor-activista muy seguro de que la cocina es el ambiente más Lavoisier de todos. Nada se puede perder, sobre todo cuando el desperdicio marca el hambre en la piel y en los huesos de 815 millones de personas (11 % de la población global) según los datos de la ONU divulgados en 2017. Tenemos ya la noción de que los mares y los ríos ya no son para los peces, incluso con la Revolución Azul.

La constelación de representantes de la gastronomía sostenible traídos con sus delantales crece a medida que nuevos chefs surgen alrededor de sus referencias supernovas, para usar una metáfora de la física. Que incluye todo lo que brilla alrededor de figuras como Massimo Botta (Italia), René Redzepi (Dinamarca), Enrique Olvera (México), Ferran Adrià (España), Virgilio Martínez (Perú), Alex Atala (Brasil) - idealizador, Felipe Ribenboim, del interdisciplinar Seminario, centrado en los diálogos de alimentos.

Aunque son infinitas las sinapsis que dan cuenta de los recados cotidianos, a veces faltan «juntas comunicantes» al cerebro del consumidor para que escrute y halle, de forma sostenible, en pro de un futuro viable cuando el límite de la mesa, la góndola o negocio tienda a la tendencia *fresh food to go*. Hay *gaps* en un universo *gourmet* y una superficie de tanto *too much*.

Al contrario de que la mejor A.I. y que del mejor algoritmo pudieran proyectar, las elecciones afectivas, capaces de establecer una especie de *WiFi direct* meoria-gusto, no son así, tan binarias. Las masitas de los días de lluvia de la abuela tienen sabor a nostalgia, dulce y salado. No estará cerca de la salud y la sostenibilidad a menos que la relación entre «calorías vacías» y el placer sea proporcional a la medida de cuán justa fue la producción de los alimentos y el impacto mínimo en la biodiversidad. Aquí es donde se impone la importancia del contenido, tanto del comer y del decir.

Consumir, al pie de la letra, significa «destruir se, gastar se hasta la total destrucción»; también «desparecer de la memoria; apagar se»... Por el contrario, alimentar: «nutrir(se), sustentar(se)» y, también, «proveer a». De

la mano de la etimología y del análisis del discurso, parece lógica la relación que se debe hacer entre alimentar al consumidor de información para que él sostenga por sí mismo al futuro<sup>2</sup>. Desde la ciencia, parece imperiosa la relación entre la investigación y el desarrollo sostenible. De cara a la sociedad, parece única la necesidad de velar por los retoños de este proyecto. ¿Navegar es necesario? Será necesario rastrear el comestible.

<sup>1</sup> Érica Araium, de 40 años, es periodista con especializaciones en Gestión de la Comunicación del Mercado, Gestión de Marketing, Jornalismo Literario, entre otras. Es la ideóloga del proyecto Diálogos Comestibles, disertante, docente, y, como investigadora, investiga las relaciones entre la producción de reportajes gastronómicos y el consumo de alimentos.

<sup>2</sup> Según JURAN et al. (1974), «la rastreabilidad debe ser parte de un proceso productivo con el fin de tener la habilidad de identificar el producto y sus orígenes». Conozca más: <http://www.scielo.br/pdf/raeel/v1n2/v1n2a08>

<sup>3</sup> En 1999 comenzó el boom gastronómico, año de implementación del Curso Superior de Formación Específica en Gastronomía en un formato secuencial en la Universidad Anhemob Morumbi en San Pablo.

<sup>4</sup> Referencia a la «Gastronomía: plato del día del periodismo cultural», disertación de maestría de la investigadora Renata Maria do Amaral, que da inicio a un mapeo del periodismo gastronómico inserto en el contexto del periodismo cultural brasileño contemporáneo. Programa de Posgraduação em Comunicação, Universidad Federal de Pernambuco, Recife, 2006. Disponible en: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3492>

<sup>5</sup> El término se atribuye al arquitecto de la información Thomas Vander Wal, que lo define como [...] el resultado de la atribución libre y personal de etiquetas las informaciones u objetos (cualquier cosa con URL), en vistas a su recuperación. La atribución de etiquetas se hace en un ambiente social (compartido y abierto a otros) El etiquetado lo hace el propio consumidor de la información (Wal, 2007, en línea).

<sup>6</sup> Ver también, Pierre Bourdieu, *La distinction. Critique sociale du jugement*. Paris: Minuit, 1979.

<sup>7</sup> Vale la pena leer el artículo «Neuromarketing: ¿una nueva disciplina académica?», publicado en 2017 en *Marketing & Tourism Review*, disponible en: [www.revistas.face.ufmg.br/index.php/mtr/article/download/4560/pdf](http://www.revistas.face.ufmg.br/index.php/mtr/article/download/4560/pdf)

<sup>8</sup> Preparación clásica de las más versátiles. Obtenida por la reducción de partes iguales de salsa española (salsa base) y de un fondo oscuro reducido a la mitad (base de huesos vacunos y recortes de proteína bovina o carne de ternera), hasta un cuarto de su volumen original o de consistencia *nappe*. Tiene un aroma de horneado.

<sup>9</sup> «Casi inconscientemente, la revolución de la tecnología de la información difundió por la cultura más significativa de nuestras sociedades el espíritu libertario de los años sesenta». (Castells, 2000, p.25)

<sup>10</sup> La expresión apareció por primera vez en *The Official Foodie Handbook* (1984), una mini guía gastronómica de Ann Barr y Paul Levy publicada en el Reino Unido. Significa hijos del boom del consumo.

<sup>11</sup> La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en noviembre de 2017 alertó que, anualmente, 1,3 mil millones de toneladas se desperdicia o se pierde a lo largo de las cadenas productivas de alimentos. Este volumen

representa el 30 % de toda la comida producida por año en el planeta.

<sup>12</sup> Más sobre este tema de gastronomía sustentable en este artículo: <http://dialogoscomestiveis.com.br/index.php/pensatas-devoradas/81-gastronomia-para-saciar-o-futuro>

## EL FUTURO DE LOS ALIMENTOS Y LA BIOTECNOLOGÍA

**Julio Carlyle Macedo Rodrigues**  
*Analista Embrapa Recursos Genéticos y Biotecnología*

El desafío de la agricultura en los próximos años consiste en avanzar en tres conceptos fundamentales: productividad, nutrición y sustentabilidad. El aumento de la productividad por área cultivada, el aumento de la calidad nutricional de los alimentos y el desarrollo de sistemas productivos ambientalmente sustentables. Según la división de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (UNOSD, según su sigla en inglés), hay 925 millones de personas en situación de hambre en el mundo y se prevé un incremento a 2 mil de millones para 2050. Para alimentar a toda esa gente, las prácticas de cultivo y consumo precisan cambiarse. Uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la UNOSD es erradicar el hambre en el mundo para 2030. El sector de la agricultura es el que puede ofrecer soluciones tecnológicas para avanzar en esta dirección. Los desafíos relacionados a la agricultura son:

- Aumentar la productividad en regiones pobres, nuevas fronteras, nuevos ambientes, nuevas variedades localmente adaptadas; valorización de las cadenas productivas locales con papel socioeconómico.

- Desarrollo de sistemas productivos sostenibles, reducir la dependencia de la importación de fertilizantes, aumentar la eficiencia, disminuir el impacto en el suelo, evitando la erosión; evitar el impacto hídrico, integración de cadenas; servicios del ecosistema de la biodiversidad; variedades nuevas adaptadas para nuevos sistemas de producción y servicios del ecosistema.

- Cambio Climático: la agricultura contribuye al mismo tiempo (ganadería y cadenas de procesamiento) al ser vulnerable a los cambios del clima. Las estrategias de atenuación de los efectos dependen de la recuperación de las áreas degradadas, reducción de la quema y de la deforestación y otras iniciativas contenidas en Plan ABC (Agricultura

de Bajo Carbono) del MAPA. Las estrategias para evitar la vulnerabilidad al cambio climático son de adaptación, o sea, producción de nuevos cultivos mejor adaptados a esos cambios.

- Productos Agrícolas de Alto Valor Agregado: Las herramientas de biotecnología son esenciales, tecnologías de mejoramiento genético de especies nativas o locales, para convertir las en más productivas, sabrosas, etc.; aumento de la calidad nutricional y aumento de la resistencia a las plagas y ambientes rústicos de producción, producción de insumos en alimentos funcionales.

### Conservación, biodiversidad y biotecnología

La capacidad de enfrentar los desafíos de la agricultura está directamente relacionada a la capacidad de generar nuevos cultivos. Los recursos genéticos deben de ser una fuente para proyectar soluciones, desarrollar productos y generar riqueza. Por lo tanto, es en la biodiversidad que se encuentran soluciones para el aumento de la productividad y reducción de daños ambientales que también contemplan ganancias sociales. Las soluciones tecnológicas tienen que ser lo suficientemente fuertes para alcanzar a grandes y pequeños productores, generando impactos económicos en cadenas productivas de materias primas y productos no comerciales en agricultura.

Una de las maneras de preservar la biodiversidad es a través de bancos genéticos. Según la UNOSD, en 2016, 4,7 millones de muestras de simientes u otros materiales vegetales utilizados para la alimentación o la agricultura fueron preservados en 602 bancos genéticos distribuidos por 82 países y 14 centros regionales e internacionales. El gran desafío de la conservación de toda esa diversidad es cómo utilizarla para generar soluciones tecnológicas necesarias en la agricultura a fin de alcanzar los ODS de la erradicación del hambre. Es en ese punto que la investigación en biotecnología genera soluciones accesibles. A fin de estrechar el camino entre la conservación de la biodiversidad y su transformación en productos agrícolas, se hace necesario un arsenal de herramientas y estrategias que promuevan el conocimiento del fenotipo al genotipo llevando a la producción de nuevas variedades.

**Estrategias para la producción de nue-**

### vas variedades

#### Domesticación de nuevas especies

Aprovechar el potencial de especies salvajes que presenten características de robustez, tolerancia al estrés climático y resistencia a plagas que son un problema para los cultivos. Tomate (6º diálogo Brasil-Alemania - Centro Alemán de Ciencia e Innovación). Conocimiento de la genética de la especie - DIVSEEK Misión: «Utilizar la diversidad genética de las plantas para acelerar el mejoramiento de los cultivos para alimentar al mundo» - Seguridad Alimentaria. Aproximadamente 7 millones de plantas cultivadas tienen su ingreso en los bancos genéticos del mundo y se conservan en ellos. ¿Cuál es la diversidad genética de ese reservorio? ¿Qué características pueden ser útiles para aumentar la productividad, resistencia y sostenibilidad en la producción de alimentos? Una plataforma para generar, integrar y compartir software y datos sobre la diversidad genética de las plantas con el objetivo de auxiliar a los programas de mejora, curadores de bancos genéticos, investigadores y agricultores para caracterizar, diseñar y utilizar la variación genética disponible y así, acelerar el mejoramiento de cultivos para la producción sustentable de alimentos. El costo de la tecnología de secuenciación a gran escala está disminuyendo, aumentando de manera significativa la cantidad de datos genómicos disponibles. Esos datos pueden utilizarse para estimar la diversidad genética de bancos genéticos y áreas de conservación, direccionando las mejores estrategias para conservar la biodiversidad a menores costos. La utilización de abordajes de selección genómica amplia permite utilizar esos datos para identificar diferencias genéticas asociadas a las características agrarias, lo que lleva a la posibilidad de selección precoz con alta tasa de predicción. La aplicación de esa tecnología ya es una realidad, con recursos desarrollados para plantas perennes como el eucalipto. Con la disminución de los costos se hace posible prever que se abordaje ganará más espacio, relevancia y aplicación para otras especies.

#### Nuevas variedades genéticamente modificadas Edición de Genoma (CRISPR-Cas9)

Consiste en una herramienta de edición de genomas que puede facilitar la

mejora de las plantas. Con ella se simplifica el proceso de introducción de roturas y sustituciones de modo preciso en el genoma utilizando guías de ARN que, complementarias, direccionan la enzima Cas9 para la zona del genoma de modo específico. La enzima Cas9 promueve cortes en esa región que acciona el mecanismo de reparación de la célula. El resultado es pequeñas roturas en regiones específicas. La técnica puede ser ajustada para introducir mutaciones, sustituciones y hasta la introducción de nuevas copias de genes. Los beneficios de esta nueva tecnología, su simplicidad, bajo costo y metas precisas prometen revolucionar la manera de generar nuevos productos. Particularmente, su bajo costo puede ayudar a esta tecnología a tener un impacto en pequeños agricultores y propiedades pequeñas en países en desarrollo, auxiliando al desarrollo de variedades mejor adaptadas a las condiciones locales. El impacto potencial de esta tecnología es enorme, entonces se puede garantizar la seguridad alimentaria en estos lugares, mitigar las deficiencias nutricionales a través de la biofortificación de los alimentos, disminuir el impacto de las plagas en la producción generando así cultivos más resistentes con reducción del uso de pesticidas. Mientras tanto, para explorar su potencial se hace necesario el conocimiento genómico de la especie meta. Queda claro que la utilización de esta técnica tiende a crecer con el avance en el conocimiento de la información genómica, la función génica y las posibilidades derivadas de la misma. El futuro de esta tecnología reside, precisamente, en la capacidad de identificar las funciones de las regiones genómicas que podrían ser alteradas para generar variedades con nuevas características agronómicas de interés. Además de eso, la herramienta presenta aún fallas de precisión, algo que fomentará la búsqueda de alternativas nuevas para eliminar estas deficiencias. En términos legales, la edición genómica por CRISPR/Cas9, tiende a tratarse de modo diferenciado de los organismos genéticamente modificados, así como sucedió con la liberación del hongo resistente a la oxidación. Aunque promisorio, se hace menester abrir el potencial de esta tecnología.

#### **Plantas funcionales - Biología Sintética**

La combinación de tecnología de secuenciación, bioinformática y biotecnología genera una cantidad exponencial

de datos genómicos y transcriptómicos de los más variados tejidos vegetales, condiciones de crecimiento y desarrollo, interacción patógeno-plaga, entre otros. Esta cantidad de información, con ayuda de software cada vez más sofisticados y precisos, ha ayudado a entender los intrincados mecanismos que controlan las vías metabólicas y de biosíntesis de diversos compuestos en el organismo, así como un determinado organismo reacciona a diferentes tipos de estrés y condiciones de crecimiento. Este conocimiento genera innumerables posibilidades de alterar estas vías con el objetivo de aumentar la cantidad de un determinado compuesto beneficioso en la planta o volverla más resistente. Del mismo modo, también dilucida estrategias para disminuir la concentración de un determinado compuesto perjudicial para la salud humana o animal. Las nuevas posibilidades de entender y manipular las rutas metabólicas que producen varios compuestos de interés para la salud, alimentación y productividad abren la probabilidad de aliar el estudio de la biodiversidad vegetal y animal y expresar estas características en plantas cultivadas. Es decir, no es necesario utilizar las especies nativas de la biodiversidad directamente, identificando un activo de interés en especies autóctonas o poco utilizadas; puede comprenderse la naturaleza molecular y transferir esa maquinaria molecular para especies cultivadas a fin de auxiliar la perspectiva de conservación al mismo tiempo que promovemos su uso. El contexto de la generación de datos de secuenciación permite vislumbrar un escenario donde las redes moleculares complejas pueden manipularse para generar plantas «inteligentes», que responden a condiciones de estrés y funcionan como sensores, lo que permite el uso racional de insumos con costos de producción a la baja y aumento de la productividad, así el cultivo se torna sostenible ambientalmente y eleva a la agricultura a la era digital y de precisión.

#### **Plantas funcionales - Fármacos en plantas**

El potencial de las plataformas de producción de fármacos en plantas ya es una realidad, por lo que hay mucho para avanzar en esta área. Vacunas, hormonas humanas y hasta antivirales pueden producirse en plantas y ofrecer una alternativa económicamente atra-

yente hacia los métodos tradicionales de síntesis y purificación por fermentación en microorganismos. Recientemente, durante la epidemia de Ébola en África en 2014, una vacuna anti-ébola se produjo a través de la expresión transitoria en tabaco (Kentucky Bioprocessing). La vacuna se distribuyó y utilizó para combatir esta epidemia. La plataforma escogida fue la planta del tabaco, modificada para expresar un gen modificado para la vacuna. Otra empresa, Medicago, está en la fase final de aprobación de una vacuna para la gripe utilizando también la plataforma de expresión transitoria en tabaco. Aliado al potencial descubrimiento de las nuevas drogas, se puede vislumbrar el aumento del uso de las plantas en la cadena productiva de fármacos en el futuro próximo.

#### **Biopesticidas naturales**

Hay una variedad de pequeños aminoácidos (péptidos) codificados en el genoma de las plantas y animales. Estos péptidos pueden formar parte de la estructura de proteínas mayores, dejando su potencial actividad biológica «escondida». Con el uso de algoritmos de modelado estructural, estos péptidos pueden descubrirse en el genoma y utilizados para los fines más variados, como péptidos antimicrobianos, por ejemplo. En otro abordaje, la prospección en la naturaleza, utilizando animales, microorganismos y plantas diversas, puede llevar a descubrir de un arsenal de biopesticidas, que crean una alternativa al uso de pesticidas químicos en el combate de plagas agrícolas. Estas moléculas pueden sintetizarse in vitro, producirse por proceso de fermentación o utilizarse para producir plantas genéticamente modificadas, lo que aumenta las alternativas para el manejo integrado de plagas.

#### **Nuevos OGM (Organismo Genéticamente Modificado)**

Las controversias iniciales sobre el desarrollo de organismos genéticamente modificados tienen tanto que ver con la manipulación genética en sí, como la posición contra grandes corporaciones dirigida a la empresa Monsanto. En este contexto, fue difícil separar la onda de negatividad y controversia ligada al inicio del uso y comercialización de esa tecnología. Algunos años después, los ejemplos de aplicación de la tecnología tienden

a cambiar la atención del productor, por ejemplo dirigidos al consumidor. A pesar de los productos dirigidos para el productor aún tendrán alta demanda, con la necesidad de nuevas combinaciones de genes insecticidas, genes bifuncionales que promuevan la resistencia a las plagas y a la sequía, por ejemplo, características dirigidas al consumidor como alimentos biofortificados, como una mayor duración en las estanterías, alto contenido de omega 3 entre otros que se liberarán y testearán en el mercado este año. Dependiendo de la respuesta del consumidor, esta tendencia podrá impulsar el lanzamiento de otros productos OMG. El gran desafío es el diálogo con el consumidor y la población en general. La información es esencial para vencer las barreras del desconocimiento y convencer al público de la seguridad de los OMG.

Otra estrategia en desarrollo es la piramidación de características. Consiste en juntar en una única planta, dos o más genes que confieran características de interés. Por ejemplo, se puede tener en una única planta, un gen que confiera resistencia a una plaga y otro que brinde aumento de una determinada vitamina. Se pueden probar varias combinaciones abriendo perspectivas interesantes dirigidas para el productor y el consumidor.

#### Invernadero urbano Plantascraper

El concepto es de invernaderos urbanos verticales para la producción de alimentos. Utilizando técnicas biotecnológicas de producción in vitro, estos invernaderos pueden convertirse en realidad. En un ambiente cerrado, con temperatura y fotoperiodos controlados, estos invernaderos, además de producir alimentos sin el uso de pesticidas, presentan la posibilidad de disminuir el uso de pesticidas, disminuir la emisión de carbono y reaprovechamiento de energía para convertir esta iniciativa en sostenible, que es una alternativa importante en relación a la agricultura industrial. La empresa sueca Plantagon está por lanzar este invernadero urbano en un predio de 60 metros de altura y con capacidad de producir 500 megatonnes de alimentos por año y una disminución de la emisión del carbono, economía de agua y reaprovechamiento de la energía, en relación con la agricultura industrial.

#### Recursos audiovisuales e informa-

#### ciones adicionales

<http://www.cimmyt.org/smallholder-farmers-to-gain-from-targeted-crispr-cas9-breeding/> // <https://geneticliteracyproject.org/category/crops-food/> // <https://www.scientificamerican.com/video/crispr-cas9-hd-final/> // <https://www.nature.com/news/gene-edited-crispr-mushroom-escapes-us-regulation-1.19754> // <http://www.nature.com/news/genetically-modified-apple-reaches-us-stores-but-will-consumers-bite-1.22969> // <http://www.hortibiz.com/item/news/plantscraper-to-produce-500-mt-of-food-a-year/?e=carlos.conte%40cientifica.com.br> // <http://www.plantagon.com/> // <https://www.pbs.org/newshour/show/how-to-grow-an-ebola-vaccine-with-a-tobacco-plant> // [www.divseek.org](http://www.divseek.org) // <http://www.unosd.org/index.php?menu=14>

#### CAPÍTULO 4 SALUD Y SOCIEDAD

##### ¿Cómo lograr que todo el mundo tenga acceso a una dieta nutritiva y diversificada?

Nuestra aventura a través del universo de los sabores comenzó con el alimento más precioso de todos: la leche materna. Su fórmula es tan equilibrada y completa que es capaz de suplir todas las necesidades de un ser humano a lo largo de sus primeros seis meses de vida. Se trata de un excelente punto de partida para nuestra trayectoria alimentaria. Lamentablemente, no siempre esta historia avanza por un buen camino.

Hoy, gran parte de la población enfrenta, a lo largo de la vida, problemas de salud relacionados con la alimentación, ya sea porque la comida a la que tiene acceso es insuficiente, ya sea debido a la mala calidad de la misma. Muchas veces, esos problemas de salud surgen en la primera infancia.

Según un informe de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) publicado el año pasado, la situación es realmente preocupante. El número de personas que pasan hambre ha subido en los últimos años: de 804 millones en 2016, llegó a 821 millones en 2017. Sólo en África, el hambre afectó a más de 256 millones de personas en 2017, casi un 21% de la población. En Asia, se estima que el hambre ha afectado a 515 millones en el mismo año, lo que corresponde al 11,4% de los habitantes.

Al mismo tiempo, las cifras sobre la obesidad y el sobrepeso suben a un rit-

mo acelerado, situación que también inspira preocupación ya que el exceso de peso puede acarrear una serie de enfermedades como la diabetes, la hipertensión y algunos tipos de cáncer. Entre 2012 y 2016, la proporción de adultos obesos en el mundo pasó del 11,7% al 13,2%. Esto significa que uno de cada ocho adultos en el mundo es obeso, es decir, tiene un IMC (índice de masa corporal) igual o superior a 30. En total, se trata de alrededor de 672 millones de personas.

Es importante recordar que la obesidad también está relacionada con un componente económico: las opciones altamente calóricas y poco nutritivas suelen ser más baratas que las frutas, verduras y legumbres, por lo que las familias de bajos ingresos tienden a consumir alimentos que suministran mucha energía, pero pocos nutrientes.

En la lucha por una alimentación adecuada para todos, necesitaremos recurrir a múltiples enfoques. México, por ejemplo, instituyó un impuesto especial sobre las gaseosas como una forma de desalentar el consumo de esta bebida y combatir la obesidad tanto en niños como en adultos. En Brasil, está en discusión un nuevo modelo de etiquetado de alimentos para que el consumidor pueda identificar (y evitar) con más facilidad aquellos que tienen un alto contenido de grasa, azúcar y sodio.

Paralelamente, surgen iniciativas que buscan incentivar el consumo de alimentos nutritivos y de bajo costo, pero que son poco conocidos o valorados. Los expertos recomiendan, por ejemplo, una reducción del consumo de carne vacuna en favor de otras fuentes de proteínas cuya producción genera un menor impacto ambiental. La lista incluye algas, setas e insectos. Eso mismo: insectos. Aunque esto pueda sonar extraño, en ciertas culturas los insectos ya forman parte de la dieta de unos 2.000 millones de personas.

¿Necesitas tiempo para digerir mejor esta idea? Entonces tal vez sea más fácil comenzar por las PANC (plantas alimenticias no convencionales). Estas crecen espontáneamente en zonas rurales y urbanas y a menudo son descartadas como malezas. Plantas como la taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) y la espinaca de Malabar tienen potencial para hacer que nuestras comidas sean mucho más nutritivas y sabrosas. ¿Por qué no aprovecharlas en el próximo

almuerzo en familia o con los amigos?

### **"PRECISAMOS DE POLÍTICAS QUE TERMINEN DE SUBSIDIAR A LOS ULTRAPROCESADOS"**

**Carlos Augusto Monteiro**

*Médico y profesor de la Universidad de São Paulo.*

*(Entrevista concedida a Davi Bonela y Meghie Rodrigues, investigadores de la Dirección de Desarrollo Científico del Museo del Mañana).*

*Carlos Augusto Monteiro es uno de los más importantes especialistas brasileños en cuestiones que relativas a la relación entre la alimentación y la salud. Además de médico, Monteiro es profesor de la Facultad de Salud Pública de la Universidad de San Pablo. Formó parte del panel de especialistas en Nutrición NUGAG ( siglas en inglés del Grupo Asesor de Expertos de Orientación sobre la Nutrición) de la OMS, también integró dos fuerzas de tarea de la Organización Panamericana de Salud para la eliminación de las grasas trans y para la reducción del consumo de sodio en las Américas.*

No hace mucho, orientó también una investigación de largo alcance sobre los factores de riesgos de enfermedades crónicas entre los brasileños realizada por medio de entrevistas telefónicas. El estudio fue tan exitoso que inspiró al Ministerio de Salud a crear el sistema Vigitel, que investiga la alimentación de los brasileños de todas las capitales del país por medio de entrevistas telefónicas desde 2006. Más recientemente, Monteiro participó de la creación de la Guía Alimentar para la población Brasileña, producida por el Ministerio de Salud con el objetivo de mejorar la información de y para los brasileños sobre alimentación saludable.

En su entrevista al Museo del Mañana, Carlos Monteiro habla sobre la alimentación de los brasileños sobre diversos ángulos. Para él, una alimentación saludable requiere políticas públicas adecuadas desde el cultivo de los alimentos hasta las mejores opciones de los ciudadanos sobre qué comprar, qué colocar en el plato. Monteiro tiene fe en la unión entre políticas públicas y acciones individuales para mejorar la calidad de la dieta del brasileño que, según aclara, todavía no alcanzó un nivel tan preocupante como en los Estados Unidos o Inglaterra, por ejemplo. Sin embargo, la cantidad de personas enfermas por la mala alimentación au-

menta en el país y esto puede acarrear no sólo perjuicio en gastos públicos con tratamientos hospitalarios (en un país en el que el Sistema Único de Salud sigue en proceso de fragmentación creciente en favor de las operadoras de salud privadas), sino también la caída de la calidad y expectativa de vida del brasileño en general.

**«Alimentación saludable» es una expresión tan repetida, desde la publicidad hasta los debates públicos, que parece tener un sentido común. Pero en sí, ¿qué viene a ser, de hecho, la alimentación saludable?**

La mayor o menor salud depende del tipo de alimentación que tiene una persona, es decir, está más o menos enferma. La alimentación que es saludable, que brinda más salud a las personas, que las ayuda a vivir más y mejor, con más bienestar es también, la alimentación producida por un sistema alimentario que agreda menos al medio ambiente y que promueva más justicia social.

Los alimentos varían de un lugar a otro, pero hay requisitos en la alimentación que son universales. El consenso está en que la alimentación tiene que basarse en alimentos. Parece algo obvio pero no lo es. En las últimas décadas, más y más personas no se alimentan de alimentos principalmente naturales, o de los alimentos modificados para que duren más tiempo, como viene sucediendo hace siglos, milenios; sino consumiendo fórmulas, presentaciones industriales. Por más que la moderna industria de alimentos invierta en mejorar su capacidad tecnológica, estas formulaciones no pueden sustituir la alimentación basada en alimentos naturales y en las preparaciones culinarias de los mismos.

Podemos considerar, entonces, que la alimentación saludable tiene cuatro dimensiones. La primera de ellas es que este tipo de alimentación se basa en alimentos que la naturaleza nos proporciona y que podemos y debemos modificar. Por ejemplo la leche, en la naturaleza se descompone rápidamente y se puede contaminar. Por eso, los procesos como la pasteurización hacen que no se pierda ningún nutriente importante, lo que nos ayuda a consumirla con seguridad durante varios días. La mayoría de los alimentos naturales que consumimos sufren algún procesamiento mínimo. Secado, empaquetado, molienda, fermentado.

La segunda dimensión de la alimen-

tación saludable es que, además de basarse en alimentos naturales o mínimamente procesados, es preciso que contemple una gran diversidad de alimentos. No existe en la naturaleza un «superalimento» capaz de, sólo, nutrirnos y alimentarnos. Por eso necesitamos de alimentos en gran diversidad para tener una dieta saludable. Es así que haya varios indicadores de alimentación saludable que se basan en el número de familias de alimentos que se consumen a lo largo del día: si usted consume, por lo menos, cinco grupos de alimentos diferentes, es muy probable que vaya a tener una alimentación nutricionalmente equilibrada. Mucho más de lo que si sólo consumiera algo de arroz o algo de mandioca, por ejemplo.

La tercera dimensión es la necesidad de reducir la proporción de alimentos de origen animal. La mayor parte de las calorías que consumimos debería venir de las plantas, es decir, de alimentos de origen vegetal. Una de las grandes razones para ello es, también, ambiental, que crea una interfaz con la cuestión del sistema alimentario. El sistema alimentario que se basa en carne, leche, huevos es un desastre para la naturaleza, no sólo en función del desgaste ambiental, sino también porque el consumo excesivo de alimentos de origen animal, principalmente de carnes rojas, genera varios problemas de salud como ser las enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer.

La cuarta dimensión de una alimentación saludable tiene que ver con la preparación de estos alimentos. El uso de ingredientes culinarios procesados, como la sal, el azúcar y algún tipo de grasa, son fundamentales para transformar los alimentos en comida, en recetas, en postres y preparaciones culinarias. Por esta razón necesitan usarse con moderación para que la mayor parte de las calorías de nuestra alimentación no provenga de estos últimos, sino del arroz, de los porotos, hortalizas, fruta, leche, en fin, de los alimentos reales, de verdad.

**¿Y cómo está la alimentación de los brasileños hoy en día? ¿Cambió mucho en los últimos años? ¿Cuáles serían las tendencias para el futuro de nuestra alimentación?**

Hace unos 50 años en Brasil, había personas que eran tan pobres; eran tantos, aún hay pero menos; que no

tenían la capacidad económica de adquirir alimentos ni en cantidad ni calidad. Era común en esta época lo que llamamos «monotonía de la dieta», particularmente dañina para los niños que, por estar en la fase de crecimiento, necesitan de una alimentación aún más diversificada que los adultos. La dificultad en el acceso a los alimentos, sumada a la falta de saneamiento del medio y a la precaria asistencia de salud, producía tasas elevadísimas de desnutrición infantil. Recuerdo muy bien, cuando comencé a trabajar como médico pediatra en la periferia de la ciudad de San Pablo y en el Valle de la Ribera, la frecuencia existente de los casos de desnutrición. La pobreza disminuyó mucho en Brasil en los últimos 20 o 30 años y la implementación de políticas públicas acertadas llevaron, prácticamente, a la universalización del abastecimiento del agua y de la asistencia básica de salud. . Aun cuando las desigualdades sociales persistan en el país, desde el punto de vista de la desnutrición, nuestra situación es mucho mejor de lo que era hace 20 o 30 años atrás.

Mientras tanto, sucedió otro fenómeno en este período: a medida que las personas dejaban de tener este límite tan estricto de ingresos y de poder adquisitivo, y pasaron a ser consumidores, también hubo un cambio muy grande en el sistema de alimentación. El Brasil de los 90 comenzó a tener inversiones gigantescas de empresas internacionales que dominaron la producción del mercado de alimentos ultraprocesados. Con la apertura para la llegada de capitales de inversión extranjera en esta época, como consecuencia de las negociaciones del Consejo de Washington, varias empresas vinieron a Brasil, como las de gaseosas, galletitas, postres, snacks y redes de comidas rápidas.

Así, por un lado tuvimos más personas con poder de compra y, por el otro, una entrada masiva de capital extranjero que, además, compró empresas nacionales de alimentación. En consecuencia, hoy, prácticamente no hay empresas de alimentación o de bebidas que sean nacionales; son todas internacionales.

Y estas empresas tienen gran capacidad de producir patrones de consumo, que nunca habíamos visto. Estas empresas emplean agresivas técnicas de marketing; y sabemos que el marketing actual está cada vez más sofisticado por lo cual acaba definiendo los patrones

de consumo de las personas. Entonces, pasamos a tener un número creciente de personas que comienzan a dejar de almorzar, cenar y de comer arroz con porotos para alimentarse de productos ultraprocesados (snacks, gaseosa, comidas rápidas, comida congelada, sopa instantánea, fideos instantáneos, postres industrializados, etc.), todos los que están dentro de la categoría de ultraprocesados. Incluso, los alimentos llamados «funcionales» o dietéticos, no son saludables porque son muy pobres nutricionalmente, hechos con ingredientes de muy bajo costo.

Por eso, en Brasil estamos enfrentando una epidemia de obesidad y diabetes incomparable. Y esta es una cuestión de salud pública, porque tiene impacto en el desarrollo urbano y en la economía, incluso en el sistema de salud que no tiene estructura para atender a todas estas personas, ya que las enfermedades que se producen demandan muchos recursos y requieren muchos medicamentos. Asimismo, en países ricos como los Estados Unidos, por ejemplo, el sistema de salud no soporta hacerse cargo de todos los costos y, es por eso que los valores del seguro de salud son cada vez más altos allá.

**En 2004, la salida de Brasil del Mapa del Hambre de la ONU fue muy celebrada. Sin embargo, la obesidad, el otro lado de la inseguridad alimentaria, nos amenaza cada vez más. ¿Qué hace falta para erradicar el hambre completamente del país? ¿Y cómo lidiar con el aumento de los índices de obesidad en la población?**

Un aspecto importante que tenemos que entender es que, mientras el hambre y la desnutrición son una consecuencia básica del no consumo, una consecuencia de la exclusión de las personas del mercado; la obesidad y la diabetes son enfermedades que se suceden por la integración de las personas a la sociedad de consumo. Todo este debate y preocupación por estas afecciones no es algo que sucede sólo en Brasil. Por el contrario, está presente en varios países como EE UU, Inglaterra, Canadá, Australia, etc. y es interesante saber que no todos los países desarrollados están en la misma situación. Italia y Francia son dos países en que el consumo de ultraprocesados es menor que en Brasil y no se observan epidemias de obesidad y diabetes en la misma proporción como sucede aquí. En Japón, la situación es

semejante. China camina directo a tener estas grandes epidemias, pero Japón no; lo que es interesante es que muestra que no todo está perdido. Francia, Italia y Japón son países altamente capitalistas, donde hay un mercado consumidor enorme, pero tienen culturas alimentarias tan fuertes que impidieron la invasión de alimentos ultraprocesados, algo que nos lleva a discutir soluciones.

Para poder solucionar la situación en Brasil, el primer paso es detener el deterioro de los patrones alimentarios en el país. El consumo de ultraprocesados no es muy grande aún, debe rondar cerca del 25 % de las calorías, lo que significa que la mayor parte de lo que comemos toda vía es «comida de verdad»: arroz, legumbres, carne, verduras, porotos... Entonces, parte del manejo de las dietas no saludables está en resistir el abandono de nuestros patrones alimentarios tradicionales porque en ellos está la solución.

Por otro lado, de manera colectiva, invertir en la creación y mantención de políticas públicas que dificulten la exposición de las personas a los alimentos ultraprocesados. ¿Cómo hacer eso? Existen experiencias en otros países que enfrentan el mismo problema. Precisamos de políticas que dejen de subsidiar estos productos. Varias empresas de la industria de gaseosas instaladas en la zona Franca de Manaus, por ejemplo, reciben descuentos impositivos enormes. Lo que se debería hacer es justo lo contrario: exigir que estas firmas paguen sus impuestos y no sólo eso, sería necesario aumentárselos, tasar esos productos, como se hizo en la industria cigarrera. Necesitamos de políticas fiscales adecuadas para la promoción, también de la agricultura familiar que, mayoritariamente, se dedica a producir alimentos de verdad, y de restricción a la publicidad de los ultraprocesados. Si bien tenemos un Programa Nacional de Alimentación Escolar, que estimula la elaboración de comida de verdad en las escuelas. En Brasil aún no hay ninguna legislación que proteja a los niños contra la publicidad de los ultraprocesados, por ejemplo.

No es una lucha perdida, pero es una pelea bien difícil porque es mundial, y no se circunscribe sólo a Brasil.

**Disminuir la oferta de alimentos ultraprocesados en los menús es una ardua tarea en Brasil y en el mundo. ¿Tenemos la inversión necesaria en**

**políticas públicas para promover una alimentación saludable entre los brasileños? ¿Cómo ayuda la Guía Alimentar para la Población Brasileña en este proceso?**

Yo mencionaría dos cosas para hacer: la primera y la más interesante, en Brasil y en el mundo, es la reestructuración de la agricultura familiar, con créditos o con apoyo técnico. Aquí en Brasil hay millones de agricultores familiares. El PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar) hace justamente esto: presta dinero al agricultor familiar, porque es quien produce la mayor parte de los alimentos que comemos en la naturaleza o mínimamente procesados.

Justamente con eso, el gobierno brasileño apoya la compra de estos alimentos como hace con el Programa Nacional del Alimentación Escolar. Al menos, 30 millones de niños se alimentan todos los días en las escuelas y es como consumen regularmente alimentos naturales o mínimamente procesados. Antiguamente, los que dominaban el nicho de mercado de la merienda escolar eran las empresas de ultraprocesados. Hoy esta situación se revirtió, pues quien tiene el dominio de este mercado es la agricultura familiar con el auxilio de políticas públicas. La Unión también compra alimentos de esta fuente para las prisiones y hospitales.

Con la oferta masiva de alimentos ultraprocesados, algunos disfrazados de saludables, se volvió necesario informar a la población sobre este tema. La gente debe saber, por ejemplo, que una barra de cereal no es tan saludable como parece. Ahí entra a jugar la Guía Alimentar.

El compromiso con el lector de la Guía es mostrar que existen acciones posibles de realizar en la esfera individual, preferir alimentos frescos, comprar de la agricultura familiar, apagar la televisión o cambiar de canal cuando aparecen publicidades de ultraprocesados, por ejemplo, pero también hay cuestiones más amplias. Se hace necesario mostrar al lector que para que exista un cambio que haya políticas regulatorias ya que la industria de ultraprocesados tiene mucha fuerza económica y política para elegir políticos que presionen a las autoridades ligadas a la salud a fin de que no se implementen las políticas mencionadas.

Uno de los objetivos de la guía es ayudar al consumidor a luchar por sus derechos de información, por ejemplo en los rótulos de los alimentos, que son ge-

neralmente confusos e insuficientes. Entonces, lo que proponemos a las personas es: «haga lo que pueda, lo que está a su alcance, pero también luche para elegir políticos que vayan a aprobar leyes que usted necesitaría para tener un ambiente alimentario más saludable», para tener una sociedad que sea colectivamente más informada. De esta manera, no sería necesario desenchufar la TV para no ver publicidades de gaseosas porque habría una legislación, como en varios países, que impediría que este tipo de publicidad llegara a los niños.

La Guía Alimentar brasileña fue la primera en traer mensajes claros para la población sobre la necesidad de evitar el consumo de alimentos ultraprocesados. Uruguay y Ecuador ya poseen guías semejantes con mensajes en la misma tónica y otros países como Canadá, tienen sus guías en proceso de revisión a la luz de la experiencia brasileña.

.....

**CAPÍTULO 5  
COMIDA PARA EL MAÑANA  
¿Cómo será tu alimentación en la década de 2050? Usa tu imaginación y escribe sobre ello.**

Imaginate que estamos en la década de 2050. De hecho, en uno de los escenarios posibles para 2050. En el mismo, fuimos capaces de implementar las medidas necesarias para preservar nuestra biodiversidad, mantener la cobertura vegetal y producir suficiente comida para alimentar con calidad a la población creciente. Por otra parte, ¡justamente hoy llegamos a los 10 mil millones de habitantes!

Ves esa noticia mientras tomas el desayuno.

Por supuesto que es imposible saber quién fue el bebé número 10.000.000.000 que nació, pero la ONU siempre elige a un niño para que represente el rostro-símbolo de ese número. El reportaje del futuro recuerda casos anteriores: el bebé 6 mil millones fue Adnan, nacido en Sarajevo, en 1999. El que representó los 7 mil millones fue la filipina Danica, nacida en Manila, en 2016. Para simbolizar los 10 mil millones, escogieron a un niño que acaba de nacer en Brasil! Su nombre es

.....

Sonríes al ver la foto de la carita moletuda. ¡Qué coincidencia: nació justo el día de tu cumpleaños!

Por cierto, ¡todavía necesitas resolver algunas cosas importantes para la fiesta que vas a dar esta noche! Sería bueno pedir una opción más de comida salada y dulce a través de la aplicación de entrega de comida, para agradar a todo el mundo. \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ acaban de confirmar su presencia! ¿Qué tal pedir una porción de \_\_\_\_\_ y dos de \_\_\_\_\_?

Agendas el pedido y te preparas para irte al trabajo, que queda en uno de los primeros edificios de la ciudad que concentra en un mismo espacio oficinas, huertas y árboles frutales. Un colega te llama para avisarte que la reunión va a ser un poco más temprano, en otro piso:

"La presentación del proyecto iba a ser en la sala Huerta 1, pero ahora va a ser en la sala Huerta 4."

"¿Huerta 4? ¿Aquella sala de reuniones en la que empezamos a cultivar tomates? ", preguntas.

"No. En la sala con macetas de \_\_\_\_\_."

¡Mejor apurarse, entonces! Pero, antes, hay que ponerle el alimento balanceado al gato y regar las plantas - una notificación en el celular informa que el nivel de humedad de la tierra en las macetas de las PANC está bajo, especialmente en el de la \_\_\_\_\_.

Llegas a la reunión justo a tiempo y, afortunadamente, la presentación del proyecto es un éxito. ¡Una razón más para celebrar!

El almuerzo es en un restaurante de comida deliciosa. El único problema es elegir entre tantas opciones de ingredientes. Sólo en la sección de las papas o patatas, hay batatas, yacones, arracachas, papas asterix - y la lista sigue... La variedad de peces también es enorme.

"¿Qué les parecen esos transgénicos con efecto medicinal? ¿Los han probado alguna vez? ", pregunta alguien. Y la conversación sigue animada hasta la hora del postre. Una vez más, lo difícil es elegir: dulce de cáscara de maracujá o helado de cáscara de mango?

Es una tarde tranquila, impregnada de recuerdos cariñosos de parientes y amigos, todos confirmaron su presencia en la fiesta. Sin embargo, sientes ese frío en la barriga hasta el último minuto... ¿Y si llueve? ¿Vendrá alguien?

Cuando toca el timbre, ¡qué alivio!

En pocos minutos, la casa está llena. La música es buenísima, la comida excelente y todo el mundo parece estar divirtiéndose mucho. ¡Uf!

¡Llegó la hora de soplar la velita! Cierres los ojos y pides un deseo

"Todo lo que deseo es \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_."

## **Panorama global de la seguridad alimentaria y de los futuros desafíos** **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura**

Alrededor del mundo, 815 millones de personas pasan hambre, 20 millones más que en 2016, lo que lleva a un total del 11 % de la población. Cifra que infelizmente aumentó en el año, después de años de reducciones significativas.

El motivo del aumento en la cantidad está relacionado con los conflictos armados, a las consecuencias de los fenómenos naturales cada vez más severos debido a los cambios climáticos, y al deterioro de la economía en algunos países. De los 815 millones de seres humanos en situación de inseguridad alimentaria, 489 millones viven en países afectados por conflictos.

Paralelamente, las proyecciones apuntan que en 2050 la población será de casi 10 mil millones de personas, 29 % más que en la actualidad. El crecimiento mayor se dará en los países en desarrollo y el 70 % de la población será urbana. Los niveles de ingresos serán mayores que los actuales.

Ante este contexto el mundo enfrentará una serie de desafíos. Sabemos que existen varias formas de malnutrición en el mundo y hay países que, simultáneamente registran altas tasas de desnutrición infantil, anemia entre las mujeres y obesidad en los adultos. El exceso de peso y la obesidad han aumentado en la mayoría de las regiones, principalmente en los niños y también en los adultos.

Basado en este panorama global, se hace necesario cada vez más que la agricultura, la producción de alimentos y la seguridad alimentaria estén alineadas. La solución para los desafíos puede contemplarse en los nuevos objetivos. Esto es así porque los países que integran las Naciones Unidas asumieron en 2015 un compromiso para cumplir con la Agenda 2030 en el ámbito de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La visión transformadora de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible exige

que todos los países trabajen en conjunto con el objetivo de erradicar el hambre y prevenir cualquier forma de desnutrición hasta 2030. Además, garantizar la igualdad de género, la disminución del desperdicio de alimentos, la protección de los recursos naturales, entre otros.

El cumplimiento de estos objetivos sólo será posible si la agricultura y los sistemas alimentarios se convierten en sustentables, de modo que el acceso a los alimentos y a una alimentación saludable se garanticen a todas las personas dentro del lema de los ODS de «no dejamos a nadie atrás».

La seguridad alimentaria sólo es plena y efectiva cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades nutricionales y así poder llevar una vida activa y saludable.

### **Contexto de la Seguridad Alimentaria en el Mundo**

El número de personas en situación de inseguridad alimentaria en el mundo aumentó a 815 millones en 2016, comparado con los 777 millones registrados en 2015. Los conflictos, agravados por los desastres naturales relacionados al clima, tienen un impacto significativo en la seguridad alimentaria y son, en gran parte, la causa del reciente aumento de la inseguridad alimentaria.

La región subsahariana de África continúa siendo la zona donde prevalece, en su mayoría, la subalimentación. En 2016, el 27 % de la población (cerca de 243 millones) se encontraban en situación de inseguridad alimentaria.- África Oriental es la que registra la situación más alarmante, donde casi un tercio de la población está subalimentada. Los datos apuntan a que aún existen 520 millones de personas subalimentadas en Asia y más de 42 millones en América Latina y el Caribe.

La desnutrición infantil aguda continúa siendo una amenaza para la vida de casi 52 millones de niños (8 %). En 2016, este tipo de desnutrición afectó al 7,7 % (51,7 %) millones de niños menores de cinco años en todo el mundo. Por otro lado, se estima que 41 millones de niños menores de cinco años (aproximadamente el 6 %) tengan exceso de peso.

El predominio de la obesidad a nivel global se duplicó aún más entre 1980 y 2014. En 2014, más de 600 millones de adultos eran obesos, el equivalente al 13 % aproximado de la población adul-

ta mundial. Se da con más frecuencia en las mujeres (15 %) que entre los hombres (11 %) Aunque varíe mucho entre las diferentes regiones del mundo, el problema es más grave en América del Norte, Europa y Oceanía, donde el 28 % de los adultos son obesos, comparado con el 7 % de Asia y el 11 % de África. En América Latina y el Caribe, se considera obesa a cerca de un cuarto de la población adulta actual.

Finalmente, los sistemas alimentarios y las dietas están cambiando debido a la presencia significativa en los mercados de los alimentos altamente procesados, en detrimento de los alimentos tradicionales y de los hábitos alimentarios.

Además de eso, los fenómenos relacionados con el clima, vinculados en parte con el cambio climático, afectaron la disponibilidad de alimentos en muchos países y contribuyeron para el aumento de la inseguridad alimentaria. La desaceleración económica en países con fuerte dependencia de ingresos provenientes de la exportación de petróleo y otras materias primas (commodities), también sufren el impacto en la disponibilidad de alimentos o de la disminución de la capacidad de acceso a los mismos por parte de las personas.

### **América Latina y el Caribe**

Investigaciones recientes apuntan a que América Latina sigue la tendencia global de aumento en la cantidad de personas en situación de inseguridad alimentaria. Después de muchos años de progreso notable, la región dejó de moverse en el sentido de erradicar el hambre y la desnutrición. Después de más de una década de avances relevantes en la reducción del hambre, la región se estancó durante el período 2011 - 2013, y después de este período, lo que se observa es un aumento en el predominio y en el número de personas subalimentadas.

Los datos señalan que en 2016, cerca de 42,5 millones de personas no tuvieron comida suficiente para cubrir sus necesidades diarias de calorías, o sea, un aumento de 2,4 personas; lo que significa un crecimiento del 6 % de la población subalimentada en relación con el año anterior.

En América del Sur, el hambre afectó al 5 % de la población regional en 2015 y el 5,6 % en 2016. En Mesoamérica (América Central + México), la proporción de personas con hambre, cayó del 6,7 % en 2015 al 6,5 % en 2016. En el Ca-

ribe también cayó de un 18,4 % en 2015 a un 17,7 % en 2016.

Entre 2014 y 2016, 1,3 millones de personas estaban en inseguridad alimentaria en Venezuela, Argentina y Perú que también registraron aumento. Bolivia, Chile, Ecuador y Paraguay mantuvieron el número de personas subalimentadas entre los períodos 2013-2015 y 2014-2016, mientras que Colombia consiguió reducir el número de personas subalimentadas de 3,7 para 3,4 millones en el mismo período.

Si América Latina y el Caribe no recuperaran la tendencia positiva en breve, el objetivo número 2 de los ODS, cuya meta es acabar con el hambre y todas las formas de desnutrición para 2030, no se alcanzará.

En relación a la desnutrición infantil, América Latina consiguió reducir la desnutrición crónica de 24,5 % en 1990 para un 11 % en 2016, mientras casi 6 millones de niños resultaron afectados por la desnutrición crónica (en 2016) en el mundo.

También en 2016, el 9,5 % de la población infantil de América del Sur sufrió de desnutrición crónica, lo que representa 3,2 millones de niños. En Mesoamérica, la desnutrición crónica afecta al 15,4 % de los niños menores de 5 años, o sea 2,5 millones de chicos. El Caribe tiene la menor preponderancia en comparación con las otras subregiones, el 5,3 %, lo que equivale a cerca de 200 mil niños. Por otro lado, el 7 % de los niños menores de cinco años de la región están con sobrepeso; el índice es superior a la media mundial (6 %), afectando a 3,7 millones de niños.

Además de este factor, se produjo un aumento continuo y alarmante de sobrepeso y obesidad, factores de riesgo para enfermedades no transmisibles y la causa principal de obesidad mórbida y mortalidad en la región, que afecta seriamente el bienestar de las personas. En contraste con esta situación, la región tomó medidas importantes para erradicar la desnutrición infantil, reducir la mortalidad materna, neonatal e inferior a los cinco años y la mortalidad causada por dolencias no transmisibles.

Entre los desafíos para la región, se encuentra la atenuación de los desastres y fenómenos naturales, mucho de ellos influenciados por los cambios climáticos. La población rural y los pequeños productores son los más afectados por estos eventos, pues sus medios de vida dependen, en gran parte, de los recursos afectados por los de-

sastres naturales. En los últimos años, los desastres naturales en América Latina y el Caribe estuvieron fuertemente marcados por el fenómeno de El Niño.

### **Perspectivas para la agricultura**

Las proyecciones para el año 2050 señalan que el mundo tendrá una población de 9,8 mil de millones de personas. Para alimentar esta población que es mayormente urbana, la producción de alimentos deberá aumentar en, aproximadamente, 70 %. La producción de cereales tendrá que aumentar para 3 mil de millones de toneladas al año en relación de los 2,6 mil de millones producidos entre 2016 y 2017. La producción de carne necesitará aumentar en más de 200 millones de toneladas para 2050.

La agricultura global pasa por un momento de inestabilidad. Según las proyecciones de la FAO y de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), los mercados agrícolas continuarán débiles en los próximos diez años, debido al debilitamiento del crecimiento de China y las políticas de biocombustibles con menor impacto en los mercados que en el pasado.

Hasta 2026 se espera que la disponibilidad de calorías alcance las 2450kcal por día en promedio en los países menos desarrollados y exceda las 3000 kcal por día en otros países en desarrollo. Aun así, la inseguridad alimentaria continuará siendo una preocupación global crítica y la coexistencia de la desnutrición en todas sus formas trae nuevos desafíos para muchos países.

### **Cambios climáticos y los impactos en la seguridad alimentaria y en la agricultura.**

Los daños a la producción agrícola como consecuencia del cambio climático pueden comprometer la seguridad alimentaria, tanto en términos de disponibilidad como en acceso a los alimentos. La sequía es un caso especial, una vez que impacta la ganadería y la productividad agrícola y aumenta el número de posibles conflictos sociales, millones de personas van a estar amenazadas o en riesgo de hambre y pobreza.

Para intentar atenuar los efectos de estos cambios climáticos en la agricultura y en la seguridad alimentaria son necesarias profundas transformaciones en la agricultura y en los sistemas alimentarios a lo largo de toda la ca-

dena productiva.

Los sectores agrícolas tienen la posibilidad de limitar sus emisiones de gases de invernadero, pero garantizar la seguridad alimentaria en el futuro requiere poner la atención en la adaptación. Para 2030 se espera que el calentamiento global produzca pérdidas en la productividad de los cultivos, en la ganadería, en la pesca y en la silvicultura, dependiendo de la zona y de las condiciones.

Después de ese período, los impactos negativos del cambio climático en el rendimiento agrícola serán cada vez más severos en todas las regiones. En la actualidad, las regiones tropicales en desarrollo, los efectos perjudiciales ya afectan a los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria de las familias y comunidades vulnerables.

Los sistemas agrícolas a pequeña escala deben adaptarse también al cambio climático. Esto puede ser por medio de la adopción de prácticas inteligentes para el clima, la diversificación de la producción agrícola, la renta y empleo por fuera de las propiedades.

La FAO ha trabajado en los últimos años para ayudar a los países a atenuar los efectos del cambio y lo ha hecho también en todas las áreas de especialización en busca de nuevos modelos de agricultura sostenible e inclusiva. Por medio de la Alianza Mundial por el Suelo, la FAO promueve inversiones para minimizar la degradación de la tierra y restaurar la productividad en regiones donde las personas son altamente vulnerables, estabilizando así las reservas mundiales de la materia orgánica del suelo.

La organización también forma parte del Programa Mundial para una Ganadería Sostenible y lanzó un programa para reducir las emisiones de metano con la utilización de medidas apropiadas para los sistemas agrícolas locales. En el sector de la pesca, la iniciativa sobre el crecimiento azul ha integrado pesca y gestión ambiental sostenible, mientras que un programa conjunto con la Unión Europea tiene en vista proteger los bosques que mantienen el ciclo del carbono.

### **Contexto brasileño**

En el ámbito mundial, Brasil se ha destacado como un país importante para contribuir a garantizar la seguridad alimentaria. El país ha registrado cifras relevantes tanto en el contexto de producción agrícola como en la

lucha contra el hambre y la pobreza. Las investigaciones apuntan a que Brasil puede tornarse el mayor productor de alimentos del mundo en la próxima década. En 2014, el país salió del mapa del hambre de la ONU, lo que significa decir que el hambre no es más un problema estructural.

Las perspectivas de una mayor reducción de la pobreza a través del desarrollo agrícola se están expandiendo en algunos cultivos alimentarios, como ser en productos de mayor valor, como café, hortalizas y frutas tropicales.

La producción total de granos se duplicó en volumen en relación a lo registrado en 1990 y la producción ganadera se casi triplicó, principalmente por las mejoras en la productividad. El sector agrícola absorbió cerca del 13 % del empleo en Brasil en 2012, o casi tres veces su participación en el PBI.

La agricultura de Brasil contribuye todavía para el fortalecimiento de la energía del país. La energía agrícola renovable y compuesta por la biomasa de la caña de azúcar (42 %), energía hidráulica (28 %), leña (20 %) y otras fuentes (10 %). Estos representan casi la mitad del fortalecimiento total de la energía.

Los resultados positivos de la agricultura brasileña están relacionados a las medidas adoptadas para la política agrícola como apoyo a los precios, acceso al crédito y el apoyo al seguro, además de políticas específicas dirigidas a aumentar la renta y la seguridad alimentaria de las familias más vulnerables.

El dinamismo de la agricultura brasileña se basa en la disponibilidad de nuevas tecnologías adaptadas a la agricultura tropical, en la adopción de métodos de gestión modernos, como instrumentos financieros y cambios en las políticas públicas. La llave para el crecimiento futuro está en sustentar mejoras en la productividad agrícola que resulten en una combinación de mejoras en los rendimientos de los cultivos, algunas provenientes de convertir las pasturas (por ejemplo las pasturas degradadas y abandonadas) en tierras agrícolas, y una producción ganadera más intensiva.

Además de estos factores, el país deberá, también, continuar con la implementación de mecanismos que hagan que la agricultura se vuelva cada vez más sostenible, de modo de garantizar la preservación de los recursos naturales. Con relación a la seguridad alimentaria, el desafío es garantizar el acceso de grupos vulnerables: indíge-

nas, quilombolas, ribereños, productos rurales y mujeres; a los alimentos en forma de alimentación saludable.

### Desafíos para el futuro

En 2015, el mundo dio un nuevo paso rumbo a un mundo con más igualdad. Después de la finalización de las metas de los Objetivos del Milenio, los países que integran las Naciones Unidas aprobaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La Agenda 2030 tiene 17 objetivos y 169 metas a alcanzar para 2030. El lema es «No dejar a nadie atrás», o sea, todos deben de estar comprometidos y ser responsables de los cambios, además de tener una mirada diferenciada para aquellos que demandan más atención.

La falta de una alimentación adecuada afecta el desarrollo apropiado de los niños y los adultos. La práctica de una agricultura no focalizada en la conservación de los recursos naturales y con capacidad de atenuar y adaptarse al cambio climático, pone en riesgo la producción futura de alimentos para atender a la demanda mundial, que, como vimos, exigirá cada vez más recursos.

Para hacer viable el futuro de la humanidad vamos a necesitar alterar los sistemas alimentarios y la agricultura, adoptar nuevos patrones de consumo y producción diversificados, mejorar el gobierno y contar con la voluntad política para garantizar la implementación de medidas eficaces en dirección a una sociedad más sustentable.

El cumplimiento de los ODS puede verse amenazado en caso de no haber inversión en agricultura sostenible y en sistemas alimentarios inclusivos.

La FAO ve a Brasil como uno de los países más propensos a presentar resultados en el cumplimiento de los ODS. Esto es porque el país cuenta con mecanismos legales y normativos, estrategias específicas, políticas públicas consolidadas y, principalmente, no deja fuera de agenda temas como el combate de la pobreza y conservación del medio ambiente.

Sobre el cambio climático se hace necesario que la comunidad internacional enfrente esta realidad y permita que la agricultura, la silvicultura y la pesca adopten prácticas amigables con el clima. Esto determinará si la humanidad será exitosa en la erradicación del hambre y de la pobreza para

el año 2030 y en la producción de alimentos para todos.

Finalmente, es importante resaltar que la resiliencia es un concepto importante para lidiar con los conflictos y garantizar que las crisis y tensiones no tengan consecuencias duraderas para la seguridad alimentaria y para la nutrición.

### Referencias y documentos de consulta

Cómo alimentar al mundo en 2050: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis\\_papers/C%C3%B3mo\\_alimentar\\_al\\_mundo\\_en\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis_papers/C%C3%B3mo_alimentar_al_mundo_en_2050.pdf) // Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe 2017: <http://www.fao.org/3/a-i7914s.pdf> // The State of Food Security and Nutrition in the World (El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo): <http://www.fao.org/3/a-i7695e.pdf> // OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026: <http://www.fao.org/3/a-i7465e.pdf> // OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024: <http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf> // Food loss and waste and the linkage to global ecosystems (pérdidas de alimentos y desperdicio, la conexión con los sistemas globales): <http://www.fao.org/3/a-i7597e.pdf> // Food wastage footprint: Impacts on natural resources: (Desperdicio alimentario, impacto en los recursos naturales) [www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf](http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf) // Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction: <http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf> // Pérdida y desperdicio de alimentos en el mundo: <http://www.fao.org/3/a-i2697s.pdf> // Superación del hambre y de la pobreza rural: iniciativas brasileñas: <http://www.fao.org/3/a-i5335o.pdf>

## FIGURAS

**FIGURA 1**

**Porcentaje de contribución relativa en calorías en la cadena económica de alimentos**

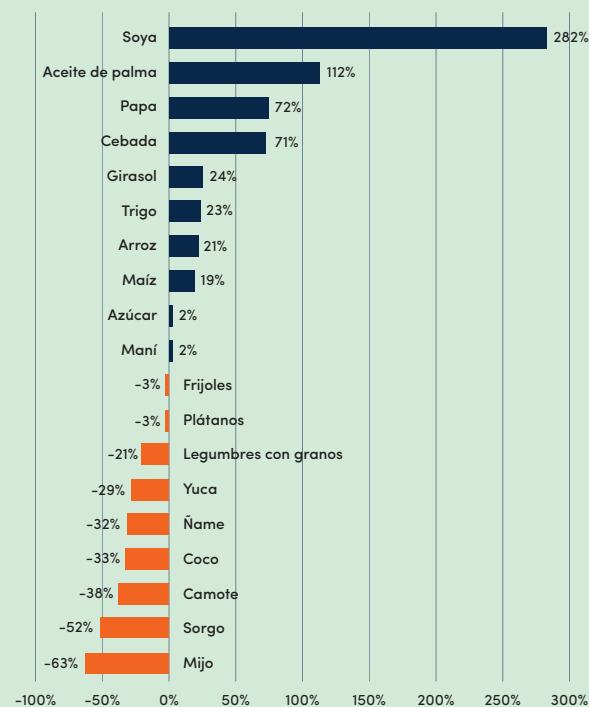


Fig. 1 Alteración promedio en la contribución de cultivos a las calorías en los suministros nacionales de alimentos en los países en vías de desarrollo, desde 1961 al 2009 (Khoury y Jarvis, 2014).

**FIGURA 2**

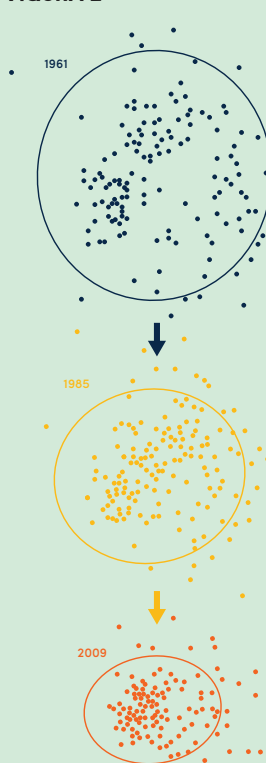


Fig. 2 Representación gráfica de la creciente homogeneidad en suministros nacionales de alimentos de todo el mundo en los últimos 50 años. Cada punto representa el suministro de alimentos de un país (en este caso, en lo que se refiere a la diversidad de plantas que contribuyen a las calorías). Los puntos azules representan a 1961, los puntos anaranjados a 1985, y los puntos rojos representan al 2009. Mientras más cerca estén los puntos, más similares serán los suministros nacionales de alimentos. Los círculos señalan la variación total por año.

**TABLA 1**

Región	Periodo	Precipitación (%)	Temperatura (°C)	Evaluaciones
Amazonia	Hasta el 2040	-10%	+1,0° a 1,5°	La deforestación, junto a los cambios climáticos, provocaría la savanización de la Amazonía.
	20141 – 2070	-25% a 30%	+3,0° a 3,5°	
	2071 – 2100	-40% a 45%	+5,0° a 6,0°	
Caatinga	Hasta el 2040	-10% a 20%	+0,5° a 1,0°	Estos cambios pueden generar el proceso de desertificación de la caatinga.
	20141 – 2070	-25% a 35%	+1,5° a 2,5°	
	2071 – 2100	-40% a 50%	+3,5° a 4,5°	
El Cerrado	Hasta el 2040	-5% a 15%	+1,0°	Acentuación de las variaciones estacionales.
	20141 – 2070	-20% a 35%	+3,0° a 3,5°	
	2071 – 2100	-35% a 45%	+3,5° a 4,5°	
El Pantanal	Hasta el 2040	-10%	+1,0°	La escasez de datos limita una evaluación precisa en la región
	20141 – 2070	-20% a 25%	+2,5° a 3,0°	
	2071 – 2100	-35% a 45%	+3,5° a 4,5°	

La Mata Atlántica (NE)	Hasta el 2040	-10%	+0,5° a 1,0°	Poca fiabilidad en los resultados de precipitación.
	20141 – 2070	-20% a 25%	+2,0° a 3,0°	
	2071 – 2100	-30% a 35%	+3,0° a 4,0°	
Mata atlántica (S/SE)	Hasta el 2040	+5% a 10%	+0,5° a 1,0°	El aumento de la frecuencia e intensidad de ciclones extratropicales puede provocar un aumento de repetición de eventos extremos con olas altas, vientos fuertes y precipitaciones intensas.
	20141 – 2070	+15% a 20%	+1,5° a 2,0°	
	2071 – 2100	+25% a 30%	+2,5° a 3,0°	
Las Pampas	Hasta el 2040	+5% a 10%	+1,0°	No hay información suficiente sobre posibles impactos de los cambios climáticos. Sin embargo, el aumento de la temperatura generaría un aumento en los índices de descomposición, aumentando así las emisiones de dióxido de carbono para la atmósfera.
	20141 – 2070	+15% a 20%	+1,0° a 1,5°	
	2071 – 2100	+35% a 40%	+2,5° a 3,0°	

Tabla 1. Previsiones climáticas por regiones de Brasil presentadas en el Primer Informe de Evaluación Nacional (RANI), del 2013, del Panel Brasileño de Cambios Climáticos. Extraído de: GV-CES. "GVCES, 2013. Diagnóstico preliminar de las principales informaciones sobre previsiones climáticas y socioeconómicas, impactos y vulnerabilidades disponibles en trabajos y proyectos de los actores mapeados.

**TABLA 2**

Límites máximos de temperatura (°C)			
Caña de azúcar	35°C	Frijol	35°C
Algodón	40°C	Girasol	40°C
Arroz	45°C	Maíz	45°C
Papa	35°C	Soya	35°C
Café	34°C	Trigo	30°C

Tabla 2. Límites máximos de temperatura (°C) para cultivos agrícolas.

**TABLA 3**

Cultivos	Reducción en las áreas de cultivo de "bajo riesgo" (%)			Pérdida económica anual (millones de reales)
	2020	2050	2070	
Algodón	-11	-14	-16	408
Arroz	-10	-12	-14	530
Café	-10	-17	-33	1.597
Caña de azúcar	160	139	118	0
Frijol	-4	-10	-13	363
Girasol	-14	-16	-21	-
Yuca	-3	-13	-21	-
Maíz	-12	-15	-17	1.551
Soya	-24	-34	-41	6.308

Tabla 3. Reducción prevista en el área de cultivo de bajo riesgo para el 2020, 2050 y 2070 y las consiguientes pérdidas económicas en el 2050. Extraído de GV-CES. "GVCES, 2013. Diagnóstico preliminar de las principales informaciones sobre previsiones climáticas y socioeconómicas, impactos y vulnerabilidades disponibles en trabajos y proyectos de los actores mapeados.

TABLA 4

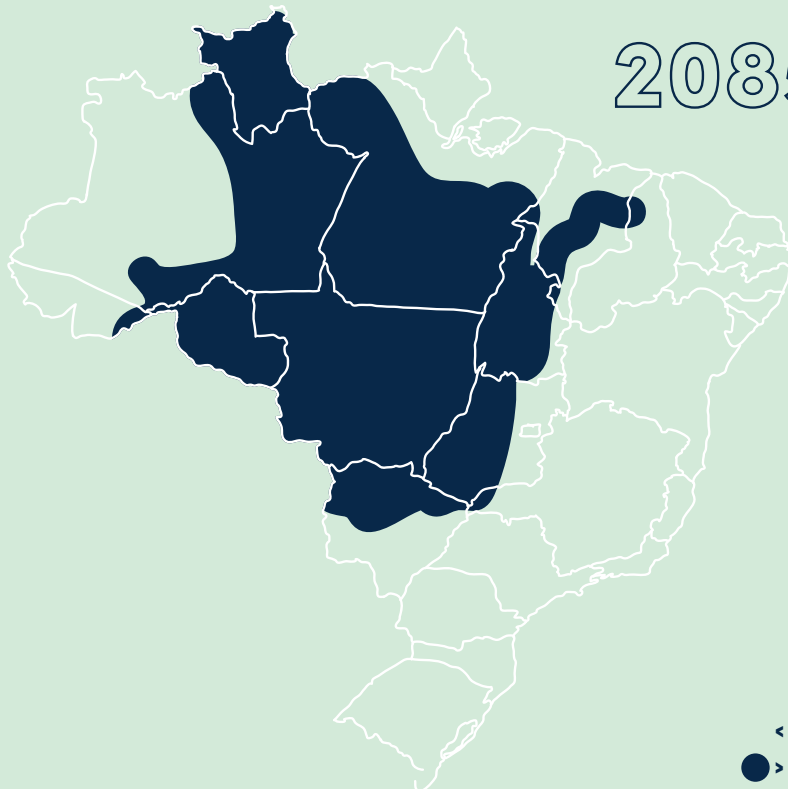
<b>África</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Disminución de la producción agrícola</li> <li>b. Disminución de la disponibilidad de agua en la región del Mediterráneo y en países del sur</li> <li>c. Aumento de los vectores de diversas enfermedades</li> <li>d. Aumento de la desertificación</li> <li>e. Extinción de animales y plantas</li> </ul>
<b>Asia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Disminución de la producción agrícola</li> <li>b. Disminución de la disponibilidad de agua en las regiones árida y semiárida</li> <li>c. El aumento del nivel del mar provocará el desplazamiento de decenas de millones de personas</li> </ul>
<b>Australia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Disminución de la disponibilidad de agua</li> <li>b. Extinción de animales y plantas</li> </ul>
<b>Europa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Desaparición de glaciares en los Alpes</li> <li>b. Aumento de la producción agrícola en algunas regiones</li> <li>c. Impactos en el turismo</li> </ul>
<b>América Latina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Disminución de la producción agrícola</li> <li>b. Aumento de los vectores de diversas enfermedades</li> <li>c. Extinción de animales y plantas</li> </ul>
<b>América del Norte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Aumento de la producción agrícola en algunas regiones</li> <li>b. Aumento de los vectores de diversas enfermedades</li> </ul>
<b>Polar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Disminución de la capa de hielo</li> <li>b. Extinción de animales y plantas</li> </ul>
<b>Pequeñas islas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. El aumento del nivel del mar provocará el desplazamiento de decenas de millones de personas</li> <li>b. Disminución de la disponibilidad de agua</li> <li>c. Disminución de la actividad pesquera</li> <li>d. Disminución del turismo</li> </ul>

TABLA 5

## TEMPERATURA SUPERIOR A 35 °C

2085

Caña de azúcar	35°C
Papa	35°C
Café	34°C
Frijol	35°C
Maíz	45°C
Soya	35°C
Trigo	30°C



## INFOGRÁFICOS



ACCEDA AQUÍ A LOS INFOGRÁFICOS DE ESTE LIBRO EN INGLÉS O ESPAÑOL. A CONTINUACIÓN, LOS RESÚMENES DE CADA CONTENIDO.



### EL MUNDO EN 2050

El crecimiento poblacional a lo largo de las próximas décadas implicará un aumento significativo de la demanda de alimentos, además de otros recursos, si tomamos como base la manera de consumir que tenemos hoy en día.



### EL ORIGEN DE LOS ALIMENTOS

¿De dónde provienen sus ingredientes favoritos? Y no vale responder que vienen del mercado o del campo. Tampoco estamos refiriéndonos a productos importados. Lo importante aquí es descubrir dónde surgieron y cómo se desarrollaron algunas de las especies que hoy forman parte de nuestro día a día. Algunas, como verás, avanzaron al mismo tiempo, en más de una región.



### VIAJE AL CENTRO DEL PLATO

La circulación de ingredientes entre diferentes regiones es un proceso que ocurre hace milenios y tiene influencia en la dieta de distintos pueblos. Incluso, esta dinámica se ha intensificado en los últimos 50 años, haciendo que cada vez más gente dependa de una menor cantidad de opciones.



### ¡QUÉDATE, VA A HABER TORTA!

Sea con o sin relleno, con o sin cobertura, la torta está presente en todas las fiestas de cumpleaños. Pero, ¿y con respecto al resto del menú? ¿Has notado cómo han cambiando los platos dulces y salados a lo largo del tiempo?



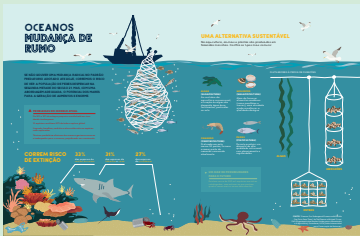
## TUNDRAS Y DESIERTOS: PLANTÍOS EN CONDICIONES EXTREMAS

Al final de este siglo, la temperatura global puede llegar a sobrepasar en 4°C a la del período pre-industrial. Este riesgo es de un 62%, según el IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). El calentamiento puede provocar deshielo y en consecuencia la expansión de áreas áridas. ¿Cómo obtener alimentos en las regiones afectadas?



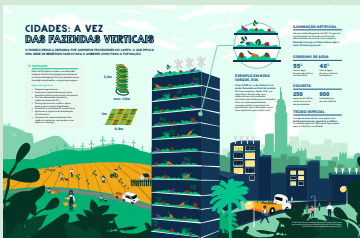
## BOSQUES: ES POSIBLE CONCILIAR LA PRODUCCIÓN Y LA CONSERVACIÓN

En el sistema agroforestal, los cultivos agrícolas de interés económico se desarrollan de forma paralela a los de las especies nativas.



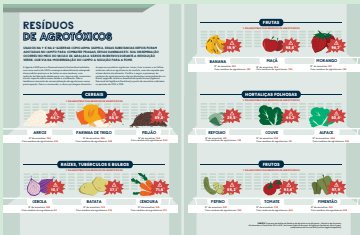
## OCÉANOS

Si no se produce un cambio fundamental en la modalidad de consumo predatorio adoptado hasta hoy, corremos el riesgo de ver decaer bruscamente la población de peces en la segunda mitad del siglo XXI. Sin embargo, con un enfoque adecuado, el potencial que tienen los mares para generar alimentos es enorme.



## CIDADES: EL TURNO DE LAS GRANJAS VERTICALES

Este modelo reduce la demanda de alimentos procedentes del campo, lo que conlleva una serie de beneficios tanto para el medio ambiente como para la población.



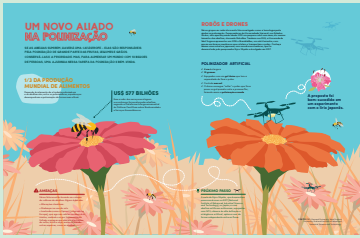
## RESIDUOS DE PESTICIDAS

Esas sustancias, usadas en las Primera y Segunda Guerras Mundiales como arma química, fueron adoptadas posteriormente en el campo para combatir plagas, hierbas dañinas, etc. Su diseminación se produce durante la mitad del siglo XX, debido a varios incentivos de la revolución verde, que veía en la modernización del campo la solución para el hambre.



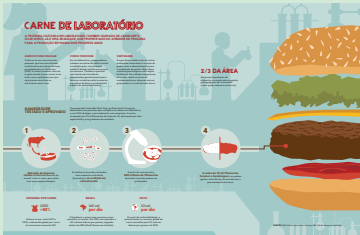
## BANCO DE SEMILLAS: LA NUEVA ARCA DE NOÉ

A fin de preservar la biodiversidad en el futuro, existirán bancos genéticos que almacenarán muestras de semillas y otros materiales vegetales. Ejemplos en Noruega, en el Reino Unido, en Brasil y en Palestina.



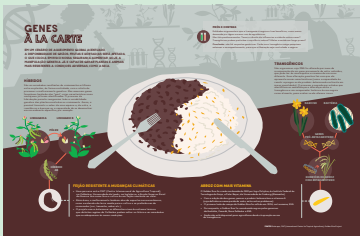
## UN NUEVO ALIADO DE LA POLINIZACIÓN

Si las abejas llegan a desaparecer, sobrevendrá una catástrofe – Estos insectos son responsables de la polinización de gran parte de las frutas, legumbres y granos. Preservarlas constituye una prioridad. Y sin lugar a dudas, para alimentar un planeta con 10 mil millones de personas, una ayudita para llevar a cabo la polinización será muy bienvenida.



## CARNE DE LABORATORIO

La proteína cultivada en laboratorio (también llamada carne limpia o in vitro) ya es una realidad que promete ir más allá del contexto de la investigación para transformarse en producción masiva en los próximos años.



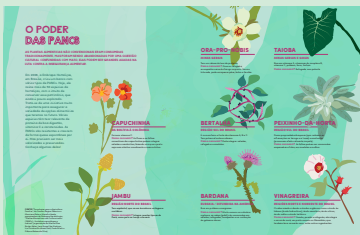
## GENES "À LA CARTE"

En un escenario de calentamiento global acentuado, la disponibilidad de granos, frutas y hortalizas se verá afectada, lo que coloca en riesgo nuestra seguridad alimentaria. Hoy, la manipulación genética ya es capaz de generar plantas y animales más resistentes a las condiciones adversas, como la "secafontes".



## CARENCIA Y EXCESO

Al mismo tiempo que millones de personas padecen hambre otros tantos millones sufren de obesidad. Lo que tienen en común los dos grupos es que ambos están asociados con la inseguridad alimentaria en el mundo.



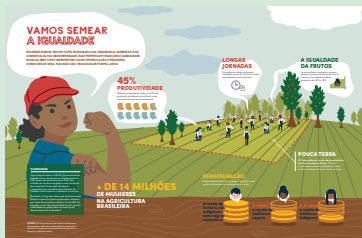
## EL PODER DE LAS PANCS (PLANTAS ALIMENTICIAS NO CONVENCIONALES)

Las plantas alimenticias no convencionales eran consumidas tradicionalmente pero fueron abandonadas debido a una cuestión cultural. Muchas veces se las confunde con malezas, pero pueden ser grandes aliadas en la lucha contra la inseguridad alimentaria.



## FUENTES ALTERNATIVAS DE PROTEÍNAS

En un mundo con 10 mil millones de personas, será necesario contar con varias fuentes de proteínas. Los especialistas están recomendando el consumo de insectos, algas y hongos, los cuales causan un menor impacto en el medio ambiente que la producción de carne.



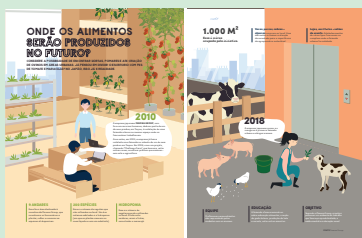
## VAMOS A SEMBRAR LA IGUALDAD

Las mujeres de áreas rurales tienen un papel estratégico en la seguridad alimentaria y en la conservación de la biodiversidad. Perpetúan tradiciones y habilidades técnicas e invierten sus ingresos en educación y mejores condiciones de vida. No obstante, no se las trata de manera justa.



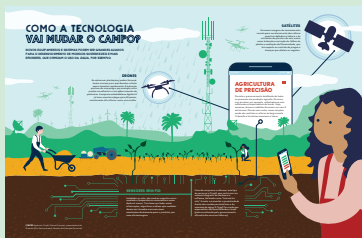
## ¿QUÉ GUSTO TENDRÁ LA COMIDA DEL FUTURO?

¿Descubrimos nuevas texturas y sabores? ¡Sí! Y mejor aún si el menú también incluye ingredientes tradicionales (como la miel) mostrando que fuimos capaces de preservar la producción de la misma.



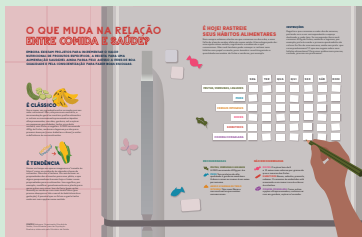
## ¿DÓNDE SE PRODUCIRÁN LOS ALIMENTOS EN EL FUTURO?

Prepárate para la posibilidad de encontrar huertas, árboles frutales y hasta la cría de ovinos en áreas urbanas. ¿Ya pensaste cómo sería compartir la oficina con plantas de tomate y maracuyá? En Japón, esto ya se ha vuelto realidad.



## ¿CÓMO LA TECNOLOGÍA TRANSFORMARÁ EL CAMPO?

Nuevos equipos y sistemas pueden ser grandes aliados en el desarrollo de modelos sostenibles y más eficientes que optimizan el uso del agua, por ejemplo.



## ¿QUÉ CAMBIA EN LA RELACIÓN ENTRE LA COMIDA Y LA SALUD?

Aunque existen proyectos para incrementar el valor nutricional de ciertos productos, la receta para una alimentación saludable aún pasa por el acceso a artículos de buena calidad y por la concientización para que se elija adecuadamente.



## ¡CELEBRANDO EN 2050!

¡Ahora llegó el momento de elaborar un menú sostenible nutritivo y delicioso para tu fiesta de cumpleaños en 2050! ¡Suelte tu imaginación!

## **DIRETORIA DO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO E GESTÃO (IDG) / MUSEU DO AMANHÃ**

**Diretor Presidente do IDG** Ricardo Piquet  
**Diretor Executivo** Henrique Oliveira  
**Curador Geral** Luiz Alberto Oliveira  
**Diretora de Planejamento e Gestão** Roberta Guimarães  
**Diretora de Captação de Recursos** Renata Salles  
**Diretora de Marketing e Novos Projetos** Julianna Guimarães  
**Diretor de Desenvolvimento Científico** Alfredo Tolmasquim

## **CRÉDITOS DA EXPOSIÇÃO PRATODOMUNDO**

**Curadoria** Luiz Alberto Oliveira e Leonardo Menezes  
**Editor Artístico** Eduardo Carvalho  
**Editor de Conteúdo** Emanuel Alencar  
**Redatora** Sabrina Macedo  
**Suporte de Conteúdo** Pedro Miller  
**Pesquisadores** Davi Bonela e Meghie Rodrigues  
**Produção Executiva** Izabelle Araújo  
**Assistentes** Leonardo Fróes e Ricardo De Aquino  
**Auxiliares** Jefferson Nunes, Luiza Machado, Milena Bochniak, Priscila Paraguassú e Victor Vieira  
**Tecnologia e Museografia** Tatiana de Britto, Marco Aurélio de Souza, Anderson Fernandes, Bruno Lima, Edson Castro, Fernando Rangel e Vanderson Vieira  
**Operações** Cleberton Felício, Francisco Galdino, Sônia Rêgo, Carolina Borba, Diogo Freire, Emerson de Medeiros, Rafael Tavares, Richard Costa e Rogério do Nascimento  
**Comunicação** Joana Pires, Ana Seno, Cláudia Lamego, Cleyton Santana, Fernanda Quadros, Giulia Renoldi, Ruy Guimarães  
**Captação** Isabel Feix e Carla Guedes  
**Jurídico** Daniela Pires e Albuquerque, Bruna Martins Luz e Aline da Cruz de Moura  
**Compliance** Márcia Carneiro  
**Suprimentos** Bruno Dias, Natasha Vieira, Anderson da Silva Lima e Henrique Casimiro  
**Planejamento** Maíra Costa e Nicole Sieiro  
**Financeiro** Ana Maia  
**Recursos Humanos** Isis Bruno Vieira, Thays de Sousa, Jane Lúcia da Silva e Taísa Marques  
**Segurança do Trabalho** Renato Costa  
**Monitoria** Laura Taves, Camilla de Oliveira, Anderson de Almeida Ramos, Beatriz Martins Machado, Isis de Souza Macedo, Juliana Xavier Rufino, Leticia Luciano de Aroucha, Patricia de Sales Corrêa, Renan do Nascimento Santos e Wagner Turques Guinesi

## **CONSULTORES CIENTÍFICOS**

Alexander Asen, The Great Green Wall Initiative - UNCCD - United Nations Convention to Combat Desertification / Aline Gurgel, Fiocruz/IAM / Carlos Augusto Monteiro, Universidade de São Paulo / Caroline Mellinger Silva, Embrapa Agroindústria de Alimentos / Colin Khoury, CIAT - International Center for Tropical Agriculture / Christine Gould, Thought for Food / Cristina Amorim, IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia / Daniela Canella, USP - Universidade de São Paulo / David Zee, UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Eduardo Assad, Embrapa Cerrado e Unicamp / Elizabeth Correia, Embrapa Agrobiologia / FAO - Programa das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura / Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro / Isabela Sattamini, USP - Universidade de São Paulo / Janet Ranganathan, WRI - World Resources Institute / Jillian Holzer, WRI - World Resources Institute / Julio Carlyle, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia / Keira Havens, Thought for Food / Kitty Leering, Thought for Food / Leah Schleifer, WRI - World Resources Institute / Leandro Lucena, UFMT - Universidade Federal do Mato Grosso / Luis Cortez, Unicamp - Universidade de Campinas / Luisa Ozorio, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) / Mariella Uzêda, Embrapa Agrobiologia / Ricardo Inamasu, Embrapa Instrumentação / Richard Waite, WRI - World Resources Institute / Roberto Machado, Embrapa Agroindústria de Alimentos / Sandra Knapp, Natural History Museum / Vera Helene Hausner, UIT - The Arctic University of Norway / Vinícius Monteiro, UNFPA - Fundo de População das Nações Unidas

## FONTES

**Capítulo 1** CIAT (International Center for Tropical Agriculture); CIP (International Potato Center); French Institute for Demographic Studies; "Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security" (estudo de Colin K. Khoury, Anne D. Bjorkman, Hannes Dempewolf, Julian Ramirez-Villegas, Luigi Guarino, Andy Jarvis, Loren H. Rieseberg e Paul C. Struik); ONU; "The Origins of Lactase Persistence in Europe" (estudo de Yuval Itan, Adam Powell, Mark A. Beaumont, Joachim Burger, Mark G. Thomas). **Capítulo 2** AeroFarms; AMAP (Programa de Monitoramento e Avaliação do Ártico); Eduardo Assad, professor do curso de mestrado em agronegócio da Fundação Getúlio Vargas e pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária; FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura); Greenwave; GRID-Arendal; Nibio (Instituto Norueguês de Pesquisa em Bioeconomia); IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia); IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza); Leandro Pessoa de Lucena, doutor em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e em Geografia Econômica (UFF); "Oceana: Our Endangered Oceans and What We Can Do to Save Them", de Ted Danson e Michael D'orso; Projeto Floresta do Saara; World Atlas of Desertification, da Comissão Europeia; Organização das Nações Unidas. **Capítulo 3** Aline Gurgel, pesquisadora da Fiocruz/IAM (Instituto Aggeu Magalhães); Cellular Agriculture Society; CIAT (International Center for Tropical Agriculture); Embrapa; FAO; Golden Rice Project; Harvard University; Millennium Seed Bank; National Institute of Advanced Industrial Science and Technology; Palestinian Heirloom Seed Library; "Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - Relatório das Amostras Monitoradas no Período de 2013 a 2015", da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitárias); The Svalbard Global Seed Vault; West Virginia University; WRI (World Resources Institute). **Capítulo 4** Caroline Mellinger Silva, da Embrapa Agroindústria de Alimentos; Entomo Farms; FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura); Luísa Ozório, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Mariella Uzeda, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia; "Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en America Latina y Caribe en 2018" (FAO); "Plantas Alimentícias não Convencionais (PANCs) - Hortaliças espontâneas e nativas", organização de Marília Elisa Becker Kelen, Iana Scopel Van Nouhuys, Lia Christina Kirchheim Kehl, Paulo Brack e Débora Balzan da Silva; Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento); "Tecnologias para a Agricultura Familiar", de Carmen Regina Pezarico e Marciana Retore; "The State of the Food Security and Nutrition in the World 2019" (FAO). **Capítulo 5** Agrobotix; "Assessing the impact of the tableware and other contextual variables on multisensory flavour perception", estudo de Charles Spence, Vanessa Harrar e Betina Piqueras-Fiszman; CropX; Embrapa; Guia Alimentar para a População Brasileira, elaborado pelo Ministério da Saúde; Márcia Dompieri, pesquisadora da Área de SIG e Sensoriamento Remoto da Embrapa Territorial; Organização Mundial de Saúde; Pasona Group; "The coding of valence and identity in the mammalian taste system", estudo de Li Wang, Sarah Gillis-Smith, Yueqing Peng, Juen Zhang, Xiaoke Chen, C. Daniel Salzman, Nicholas J. P. Ryba e Charles S. Zuker; "The neural representation of taste quality at the periphery", estudo de Robert P. J. Barretto, Sarah Gillis-Smith, Jayaram Chandrashekar, David A. Yarmolinsky, Mark J. Schnitzer, Nicholas J.P. Ryba e Charles S. Zuker.

## PARCEIROS

**Projeto Expográfico** Cactus

**Cenotécnica** Camuflagem

**Interatividade e Jogos** 5D Experience, Desventuras elétricas e 32 Bits

**Produção de Audiovisuais** Reino Studio, Paella Filmes e Visualfarm

**Identidade Visual e Design Gráfico** ESTUDIO CRU

**Microtomografia das Frutas** Gerson Ribeiro, Karen Augusto e Marcos Maurício - PUC-RIO

**Roteiros** Homem de Lata

**Redação e Pesquisa dos Cases** Nádia Pontes

**Redação dos Jogos Interativos** Amarílis Lage

**Redação de Conteúdo Científico** Denis Kuck

**Site** Cafe.art.br

**Trilha Sonora** Tim Rescala

**Vocais** Alma Thomas e Maurício Detoni

**Luminotécnica** Alessandro Boschini

**Revisão** Mônica Puntel e Ana Carolina Fisher

**Consultoria e Produção de Acessibilidade e Audioguia** Mais Diferenças

**Equipamentos** Museu do Amanhã e On Projeções

**Tradução** Magma Translation

## AGRADECIMENTOS

Camila Almeida, Newton Fund - British Council / Cenografia.net / Christophe Lasseur, European Space Agency / Cristiana Beltrão / Diana Daste, Newton Fund - British Council / Grupo de análise de imagens e microscopia digital, PUC-Rio / Joanne Sheppard, Science Museum Group / Jorge Lopes / José Carlos Polidoro, Embrapa-Solos / Julio Brandão, AFP / Kristin Hibbs, Science Museum Group / Luca Magri, Newton Fund - British Council / Marcela Sabino / Marcus Nadruz / Mary Cavanagh, Science Museum Group / Millennium Seed Bank / Mike Dixon, University of Guelph / Natural History Museum London / Nina Langlie, Science Museum Group / Núcleo de Experimentação Tridimensional, PUC Rio / Raymond Wheeler, NASA / Refettorio Gastromotiva / Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues, Embrapa-Solos / Ricardo Abramovay / Sebrae / Silvia Sartoretto / Sinead Marron, Science Museum Group / Sonia D'Orsi, Science Museum Group / Thais Gesteira / Thais Britto

## **EQUIPE IDG / COLABORADORES**

ADRIANO DA MATTA DE FIGUEREDO / ADRIELLE CRISTINE CONSTANTINO AGUIAR / ALAN MELO SOARES DA COSTA / ALEXANDRE CUNHA DO SOUTO / ALICE FERREIRA AZEVEDO / ALINE DA CRUZ DE MOURA / ALLEF ALMEIDA SILVA FERREIRA / AMANDA CRISTINA SALOMAO DORIA / AMILTON ALVES FILHO / ANA CAROLINA BORBA NUNES / ANA CLAUDIA SANTOS FURTADO / ANA LUCIA PINHO ANTUNES / ANA PAULA SENO GUIMARAES / ANDERSON DA SILVA LIMA / ANDERSON FERNANDES DA SILVA / ANDRE GUILHERME RIVEIRO SABATINI / ANDRESSA BARBOSA VARGAS / BEATRIZ MENDES DA SILVA / BRENO FERREIRA NUNES DOS SANTOS / BRUNA CRISTINA MARTINS DA LUZ / BRUNO BAPTISTA DOS SANTOS / BRUNO DE LIMA CARREIRO / BRUNO LOPES DE ARAUJO DIAS / BRUNO RODRIGUES MARQUES / CAMILA DE OLIVEIRA ANDRADE / CAMILA MALULI DA SILVA / CAMILA SOARES MUNIZ / CARLA BEATRIZ GUEDES FERREIRA / CARLA RENATA BRAGA CORREA / CARLOS HENRIQUE FREITAS DE OLIVEIRA / CATIUSSIA ALVES DA SILVA / CAUE DE ALBUQUERQUE BARROSO / CLAUDIA CRISTINA DE MORAES LAMEGO / CLEBERTON TEIXEIRA FELICIO / CLEYTON SANTANA DA PAIXAO / CRISTAL CADENA DIAS / CRISTIANA DE LIMA AGANETE MARTINS / DANIELA CASAES PIRES E ALBUQUERQUE / DARLAN DOS SANTOS / DAVI PADILHA BONELA / DAVID ALFREDO SILVA / DEBORA PIRES DA SILVA RODRIGUES / DIOGO DA SILVA FREIRE / DIOGO LOGULLO TAVARES MORAIS / EDSON DE CASTRO RODRIGUES / EDSON LUIS FAUSTINO DE OLIVEIRA / EDUARDO FRANCISCO MIGUELES DO NASCIMENTO / EDUARDO JOSE DE CARVALHO NETO / EDUARDO SCALDAFERRI DIAS DA SILVA / ELIZABETH MARTINS DAMACENO / EMANUEL DIAS DE ALENCAR / EMERSON SILVA DE MEDEIROS / FABIO MACHADO DOS SANTOS / FABIO MORAES / FERNANDA QUADROS DE AZEVEDO COSTA / FERNANDO LOPES BARBOSA / FERNANDO RANGEL PEREIRA / FRANCISCO GALDINO DA ROCHA / GABRIELA DE BRITO DA SILVA / GILMAR PASSOS NASCIMENTO / GISELE CARVALHAES DA SILVA / GIULIA RENOLDI VIEIRA / GUSTAVO MATHEUS MOREIRA DA SILVA / GUTEMBERG OLIVEIRA DA FONSECA / GUTENBERG FERNANDES DE SOUSA / HELDER ADLER REINICK JENNINGS / HENRIQUE AREAS CASIMIRO / HERICA DA SILVA LIMA / IARA MACHADO ARENDT / ISABEL CRISTINA FEIX / ISIS BRUNO VIEIRA / ITAMAR DE LIMA FERREIRA / IZABELLE DE ARAUJO MARQUES / JANE LUCIA CESAR DA SILVA / JAQUELINE CRESTANI / JEFFERSON NUNES VIEIRA / JEFTON ELIAS VERBO DE ARAUJO / JOANA FRANCISCA PIRES RODRIGUES / JOAO SILVA DOS SANTOS / JOSE FELIPE DA ROCHA PEDRO FERREIRA / JOSE FRANCISCO DE SOUSA / KAREN MUNIZ NUNES DE ARAUJO / KELLY DAYANNE DE SOUZA VILELA / LAURA FRANCO TAVES / LEANDRO NELIO PEIXOTO MAIA / LEONARDO DE ALCANTARA FROES / LEONARDO MORAES MENEZES / LORENA PAES LEME MATTOS / LUCAS MELO DE ALMEIDA / LUCIANA DUTRA SCHECHTER / LUISA LOPES FERREIRA GOMES / LUIZ FERNANDO DA SILVA MOURA / LUIZA MACHADO GOMES / MAIRA GALLASSINI COSTA / MANUELA DOMINGUES FONTOURA / MARCEL LOPES BAPTISTA / MARCELA RIQUET SABINO / MARCELO DE SOUSA MARQUES / MARCIA PIMENTEL CARNEIRO / MARCO ANTONIO LOMBONI FAUSTINO / MARCO AURELIO DA COSTA GAMA / MARCO AURELIO MATEUS DE SOUSA / MARCOS PAULO VEGELE RENAUD / MARIA EDUARDA MAFRA QUEIROZ / MARIA HELENA RIBEIRO GONCALVES / MARIA MARCELA DE LIMA / MARINA EUZEBIO BAPTISTA SANTOS / MARINAH RAPOSO DA CAMARA RIBEIRO / MATHEUS CAPARICA ERBE AGUIAR / MATHEUS LIMA FREITAS / MEGHIE DE SOUSA RODRIGUES / MILENA OELLERS BOCHNIAK / NATASHA LINS VIEIRA / NILSON DA SILVA RAMOS / NORMA SILVA DOS SANTOS / PAULO HENRIQUE SIQUEIRA / PAVAO SOUSA / PEDRO COUTINHO MILLER SÁ / PEDRO PAULO RODRIGUES SCHUMACHER JUNIOR / PRISCILA DA COSTA DAVID BORGES / PRISCILA GIANDALIA PARAGUASSU / RACHEL MEDEIROS DE CARVALHO / RAFAEL VICTOR TAVARES PINHEIRO / RAFAELA PEREIRA LOUREIRO / RAYSSA CALDAS DOS SANTOS / REJANE DA CONCEICAO PINHEIRO / RENAN DE ABREU ANTUNES AFFONSO MENDES / RENATA DE SOUZA LIMA / RENATO ANTONIO DA COSTA / RICARDO SANTORO WEISSENBERG / RICARDO SILVA DE AQUINO / RICHARD CRISTOPHER AMARAL COSTA / ROBERTO HENRIQUE GAMA / RODRIGO SOARES DA SILVA / RODRIGUES DA SILVA LOPES / ROGERIO FRANCISCO DO NASCIMENTO / RUY ALVES GUIMARAES COTIA / SABRINA MACEDO FERREIRA / SAHMIA BIGNON ARAUJO SOUZA / SERGE MAKANZU KIALA / SHEILA DOS SANTOS DA SILVA FERNANDES / SILVIA SANTANA AMANCIO / SONIA MARIA CONSTANCIO REGO / SUELEN DA SILVA LIMA / TAISA SOEIRO MARQUES / TATIANA BRITTO DE LUNA FREIRE / THAYS DAMIAO E SOUZA / THEREZA CAROLINA HENRIQUES REIS / VAGNER DE ALMEIDA BARBOSA / VANDERSON ALVES VIEIRA / VICTOR FINDLAY ALVES / VICTOR VIEIRA PASSOS / VICTORIA BEZERRA ALVES / WALCHIR LEOCADIO SANT ANNA / WANDERSON LUIS RIBEIRO / WANESSA RAMOS RIBEIRO / WELLINGTON RODRIGUES RIBEIRO / WILLIAN ROCHA DE MELLO / YURI CAVALCANTE AMORIM / ANDERSON DE ALMEIDA RAMOS / BEATRIZ MARTINS MACHADO / ISIS DE SOUZA MACEDO / JULIANA XAVIER RUFINO / LETICIA LUCIANO DE AROUCHA / PATRICIA DE SALES CORRÊA / RENAN DO NASCIMENTO SANTOS / WAGNER TURQUES GUINESI / ALFREDO TIOMNO TOLMASQUIM / ALEXANDRA TABONI MASSA / JULIANNA CORTES GUIMARAES DE MONTEUIL VALENTE / LUIZ ALBERTO REZENDE DE OLIVEIRA / RENATA SALLES RIBEIRO / RICARDO PIQUET BARREIRA GONCALVES

## CRÉDITOS DO CATÁLOGO

**Projeto Gráfico e Editorial** ESTUDIO CRU

**Coordenação Editorial** Gérôme Ibri

**Supervisão Editorial** Joana Pires, Leonardo Menezes e Luiz Alberto Oliveira

**Pesquisa e Conteúdo** Leonardo Menezes, Eduardo Carvalho, Emanuel Alencar, Sabrina Macedo, Meghie Rodrigues, Davi Bonela e Pedro Miller

**Redação** Amarílis Lage

**Ilustrações** Rúbia Beray, Livia Prata e Ton Zaranza

**Design** Katherine De Franco

**Coordenação de projeto gráfico e design** Gérôme Ibri

**Supervisão de projeto gráfico e design** Joana Pires, Leonardo Menezes, Eduardo Carvalho, Emanuel Alencar e Ana Seno

**Revisão** Alexandre Caetano

**Tradução** Magma Translation, Ana Van Eersel, Florinda Mizrahi

**Fotografias** Issouf Sanogo/AFP, Jekesai Njikizana/AFP, Custodio Coimbra

**Impressão** Stilgraf

Os textos deste catálogo foram compostos nas fontes Sofia Pro (concebida por Olivier Gourvat) e Pratodomundo (adaptação do ESTUDIO CRU da fonte Ponche desenhada pela Sudtipos).

O formato da capa é de 210 x 280 mm e o do miolo é de 200 x 270 mm. A capa foi revestida com papel couché mate 150 g/m<sup>2</sup> e o miolo em papel offset 120 g/m<sup>2</sup>. O número de páginas é 168 e a tiragem de 1.000 exemplares.

Impresso no Rio de Janeiro pela gráfica Stilgraf em abril de 2019.

M986

Museu do Amanhã.

PRATODOMUNDO : comida para 10 bilhões /  
Museu do Amanhã. — Rio de Janeiro : Instituto de  
Desenvolvimento e Gestão, 2019.  
172 p. : il. ; 27 cm.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-93393-13-6

1. Alimentação. 2. Sustentabilidade. 3. Tecnologia  
de alimentos. I. Título.

CDD 664.05

## **GOVERNO FEDERAL**

Ministro da Cidadania Osmar Terra  
Secretário Especial de Cultura Henrique Medeiros Pires  
Secretário Especial Adjunto de Cultura José Paulo Soares Martins

---

## **PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

Secretária Municipal de Cultura Mariana Ribas  
Chefe de Gabinete Myllena Oliveira  
Subsecretária Municipal de Cultura Ana Luiza Lima  
Gerente de Museus Heloísa Queiroz

---

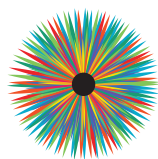
## **CARREFOUR**

CEO do Grupo Carrefour Brasil Noël Prioux  
Diretor de Sustentabilidade do Carrefour Brasil Paulo Pianez

---

## **IBM**

Presidente da IBM Brasil Antonio Martins  
Diretor do Laboratório de Pesquisas da IBM Brasil Ulisses Mello



Museu do **Amanhã**

*Agradecemos aos parceiros do Museu do Amanhã.*



PATROCINADOR MÁSTER



CONCEPÇÃO



REALIZAÇÃO



---

MANTENEDOR



PATROCINADORES



PARCEIRO ESTRATÉGICO

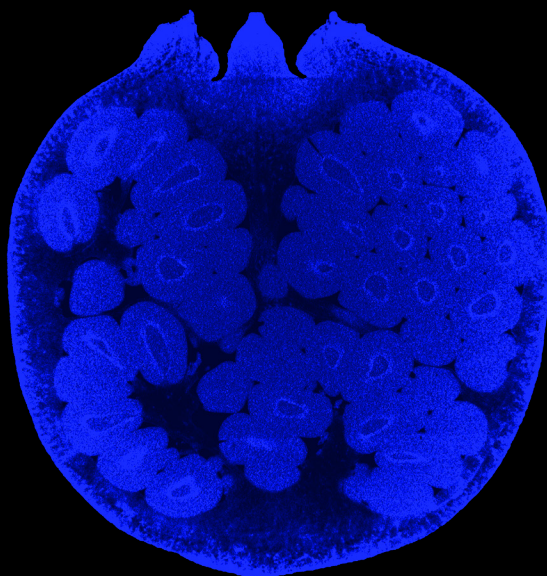
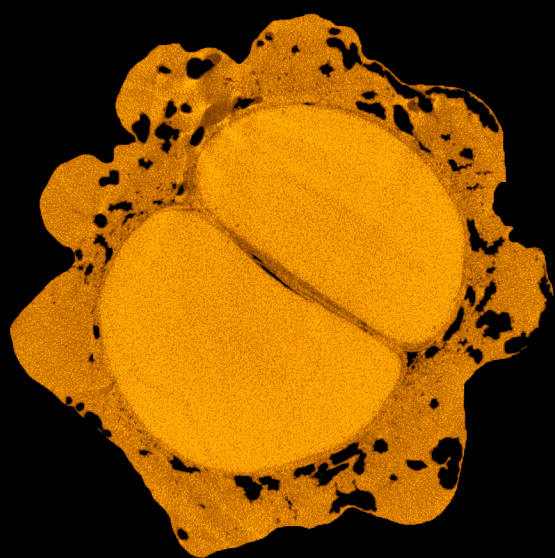


GESTÃO

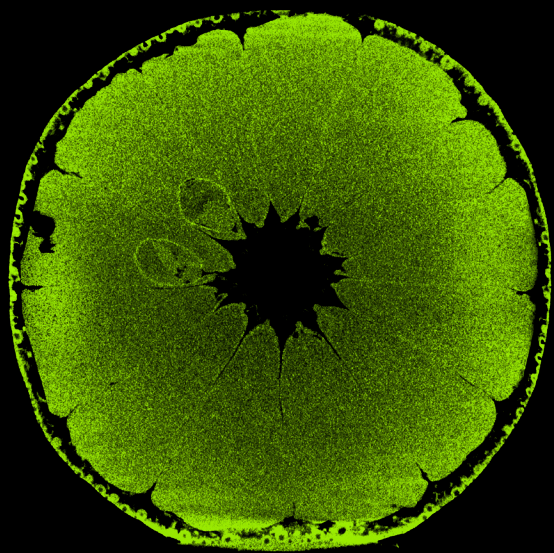


REALIZAÇÃO





DA ESQUERDA PARA A DIREITA: MICROTOMOGRAFIAS DA PITANGA, ROMÃ, TANGERINA E CACAU.  
AS IMAGENS FORAM FEITAS POR EQUIPES DA PUC-RIO ESPECIALMENTE PARA A EXPOSIÇÃO PRATODOMUNDO.

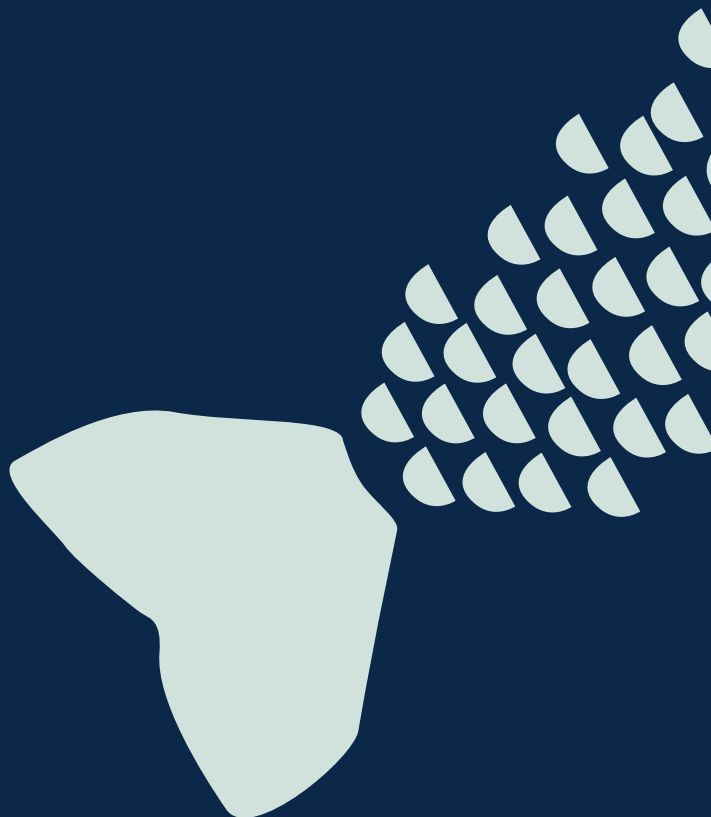












APRESENTADO POR



CONCEPÇÃO E REALIZAÇÃO



APOIO



PARCEIROS DE CONTEÚDO



REALIZAÇÃO

