

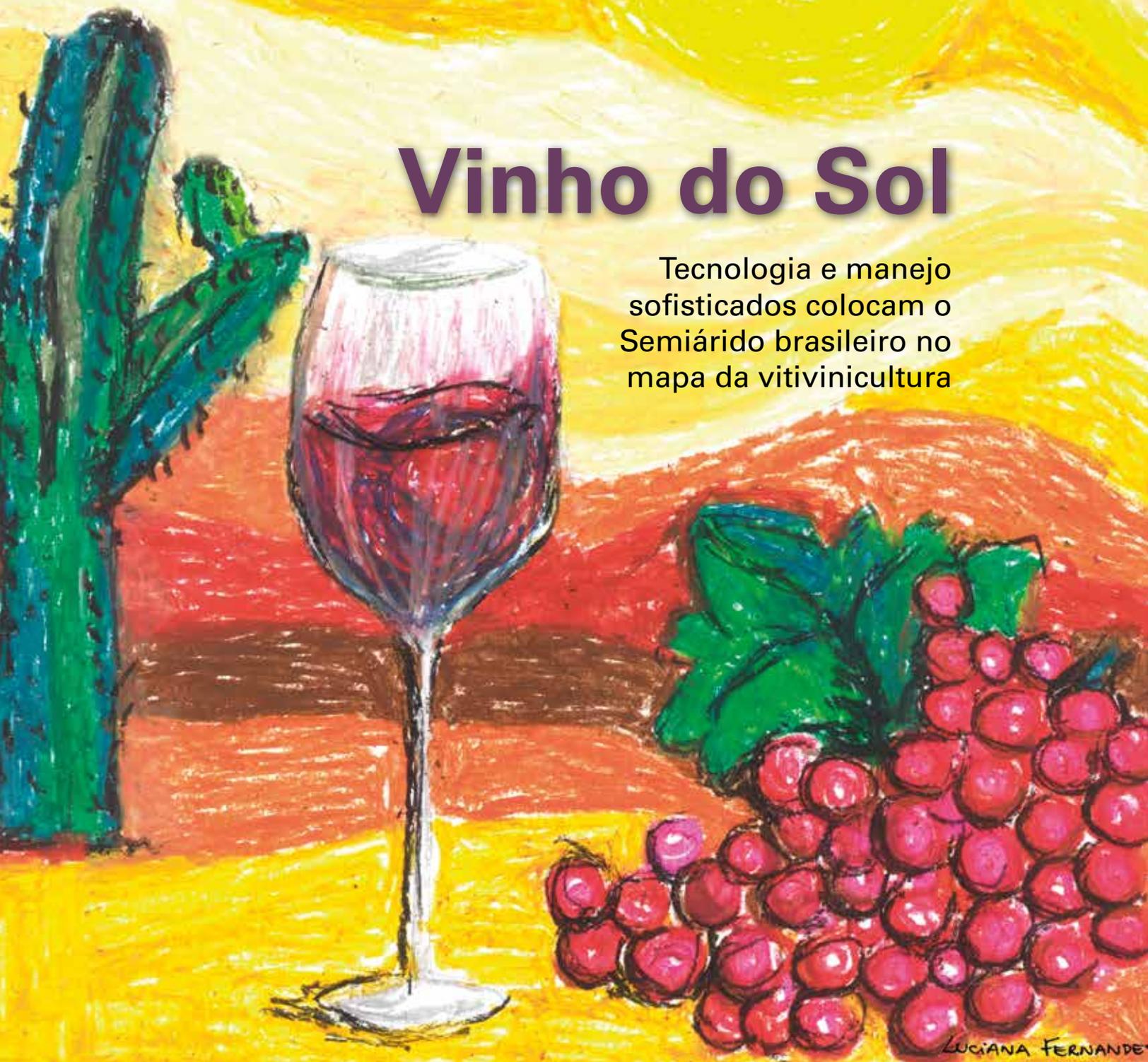
DOCT

MAI - AGO 2017 #18

Ciência para a vida

Vinho do Sol

Tecnologia e manejo sofisticados colocam o Semiárido brasileiro no mapa da vitivinicultura



LUCIANA FERNANDE



Confira todas as edições da revista

XXI

Ciência para a vida

Acesse o site
www.embrapa.br/revista

Você também pode
contribuir com a publicação.

Envie opiniões, sugestões
ou comentários para o e-mail
revista@embrapa.br

Embrapa

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

BRASIL
GOVERNO FEDERAL

TRADIÇÃO E FUTURO

O vinho acompanha a humanidade desde tempos remotos, preenchendo as páginas da história e da mitologia, e é, tradicionalmente, um produto de regiões de clima temperado. Agora, essa bebida secular anda desafiando fronteiras. As videiras que lhe dão origem desenham uma nova geografia e crescem onde o sol forte reina o ano inteiro. Seca, altas temperaturas, pouca chuva não parecem impedi-las e não amedrontam pesquisadores e produtores determinados a obter, mesmo nessas condições, vinhos de qualidade. É o que se observa no Vale do Submédio São Francisco, no Semiárido nordestino, onde vinhos tranquilos e espumantes vêm sendo produzidos durante todo o ano, graças à associação entre características naturais da região e tecnologia gerada pela pesquisa agropecuária.

Esse é o tema da reportagem Especial desta edição da **XXI** *Ciência para a Vida*. A matéria conta, ainda, experiências de jovens produtores entusiasmados com as novas possibilidades de trabalho, realização pessoal, renda e geração de emprego proporcionadas por esse vinho solar, que inspirou nossa primeira capa totalmente ilustrada. A designer Luciana Fernandes guiou-se por Van Gogh, artista que utilizava como técnica a tinta a óleo e pinceladas justapostas lado a lado. Na capa, foi usado giz pastel oleoso, que, com seu toque macio e preciso, deu ritmo à ilustração. É marcante na capa o contraste entre as cores – o vinho da bebida, o amarelo do sol e o verde do mandacaru, planta típica da região semiárida, assim como os tons de terra, que caracterizam a aridez e *secura do solo*.

O vinho tropical é uma quebra de paradigmas, assim como a *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR), uma nova tecnologia que veio para revolucionar a genômica, permitindo identificar, no DNA, pedaços de genoma de interesse e modificá-los de acordo com necessidades da pesquisa. Funciona, de forma metafórica, como um corretor ortográfico ou um processo de “corta

e cola”. No caso, relacionado à manipulação de genes com precisão, rapidez e menor custo.

A pesquisa agropecuária trabalha com os olhos voltados também para o futuro. Não é de se estranhar que cientistas brasileiros estejam buscando plantas capazes de enfrentar doenças que nem sequer entraram no País. É o caso do desenvolvimento de variedades de arroz resistentes a *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, bactéria de difícil controle químico, que dizima até 50% das suas lavouras. O Brasil está preparado para enfrentá-la, graças ao melhoramento genético preventivo, que segue a máxima de que é melhor prevenir do que remediar. As primeiras linhagens de arroz com resistência à bactéria foram validadas no Panamá, como explicado no espaço da editoria Pesquisa.

Antecipar-se aos problemas que podem atingir a humanidade no futuro, investigando, já agora, possíveis soluções, também é a preocupação de pesquisadores envolvidos na busca de alternativas para a geração de energia, a exemplo do professor Fernando Galembeck. Nas páginas da entrevista, ele fala sobre higroneletricidade, seu potencial e limitações, e também sobre outros estudos na área.

Recomendamos ainda a leitura de reportagem sobre a parceria entre Brasil e África, que vem fortalecendo a cotoneira em solo africano, na editoria Internacional. No artigo, o tema selecionado foram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, aprovados pela Organização das Nações Unidas. Eles deverão inspirar políticas públicas que guiarão a humanidade nos próximos anos.

Esta edição, a 16, encerra um ciclo em que pudemos entregar aos leitores nossa publicação de forma impressa e disponibilizá-la, ao mesmo tempo, na internet. A partir da próxima edição, uma nova revista, digital e contemporânea, poderá ser acessada apenas no endereço www.embrapa.br/revista. O compromisso com a qualidade continuará o mesmo.

— Os editores

03

CARTA AO LEITOR

06

NOTAS



08

ENTREVISTA



O químico Fernando Galembeck, professor da Unicamp, fala sobre o potencial da higroeletricidade, uma das suas frentes de pesquisa em busca de alternativas para a geração de energia.

14

ESPECIAL



Nova geografia do vinho vem se estabelecendo em países de diferentes continentes. É uma vitivinicultura particular e diversa em relação àquela praticada tradicionalmente em regiões de clima temperado, altamente tecnológica e que desafia a pesquisa agropecuária e jovens produtores.

Presidente
Maurício Lopes

Diretores-Executivos
Ladislau Martin Neto
Vania Castiglioni
Waldyr Stumpf

*Publicação de responsabilidade da
Secretaria de Comunicação da Embrapa*

Chefe da Secretaria de Comunicação
Gilceana Galerani

**Coordenador de Comunicação
em Ciência e Tecnologia**

Jorge Duarte
Coordenador de Comunicação Digital

Daniel Medeiros
Coordenadora de Comunicação Institucional

Heloiza Dias da Silva
Coordenador de Comunicação Mercadológica

Gustavo Porpino

EXPEDIENTE

Editores
Marita Féres Cardillo, Juliana
Miura e Fabio Reynol

Projeto Gráfico
André Scofano e Nayara Brito

Designers
Ana Elisa Sidrim, Bruno Imbroisi,
Fernando Jackson, Luciana Fernandes,
Renato Tardim, Roberta Barbosa

Capa
Luciana Fernandes

Revisão
Marcela Bravo Esteves

Colaboração
Eduardo Rodrigues e
Maria Eugênia Ribeiro

Arte Finalização
Roberta Barbosa

Consultores científicos para esta edição
Alexandre Nepomuceno, Aline Telles Biasoto,
Eduardo Melo, Elíbio Rech, Giuliano Elias
Pereira, Jorge Tonietto, José Geraldo Di Stéfano,
Ladislau Martin Neto, Márcio Elias, Maria José
Sampaio, Patrícia Coelho de Souza Leão

Ctp – Impressão – Acabamento
Embrapa Informação Tecnológica

Tiragem
5.000 exemplares

Embrapa

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Parque Estação Biológica s/nº
Edifício Sede 70.770-900, Brasília-DF
Fone: 61 3448 4834 | Fax: 61 3347 4860
sac@embrapa.br | www.embrapa.br

30

CENÁRIOS

Técnica revolucionária, a CRISPR permite ligar e desligar genes de forma precisa, rápida e com baixo custo. Enzimas são usadas para cortar trechos do DNA em pontos determinados, sem inclusão, necessariamente, de genes de outras espécies.

40

PESQUISA

Graças ao melhoramento preventivo, o Brasil está mais preparado para enfrentar a *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*, antes mesmo que ela entre no País. A bactéria dizima plantações de arroz e causa perdas econômicas importantes.

48

INTERNACIONAL

Benim, Burquina Faso, Chade, Mali e Togo se unem ao Brasil. A parceria, baseada no diálogo e troca de experiências, resulta no desenvolvimento da cotonicultura em solo africano.

54

ARTIGO

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são tema do artigo de Maria José Amstalden Sampaio e Osório Vilela Filho.

QUALIDADE DA CARNE EM PÁGINA ESPECIAL

O Brasil é um dos mais importantes produtores de proteína animal no mundo, resultado de décadas de investimentos em tecnologia que elevaram a produtividade e a qualidade da carne brasileira, fazendo com que ela se tornasse competitiva e chegasse ao mercado de mais de 150 países. Com o objetivo de disponibilizar para a sociedade parte desse conhecimento técnico-científico, num momento em que denúncias de fraudes colocaram em xeque os padrões de excelência alcançados por esse produto brasileiro, é que a Embrapa lançou em março uma página especial sobre a Qualidade da Carne no seu Portal. A página foi estruturada a partir de informações sobre as cadeias produtivas de carne bovina, suína e de aves, agregando tecnologias e publicações voltadas para as diversas fases do sistema de produção: genética, nutrição, boas práticas de criação, sanidade, reprodução, processamento, transporte, abate, rastreabilidade e segurança do alimento. •

— Por Robinson Cipriano (para a revista XXI *Ciência para a vida*)



◀ **navegue** ▶

<https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/>

FRUTOS LIMPOS SEM USO DE ÁGUA



Foto: Leticia Longo / Embrapa

Equipamento móvel e compacto que não usa água na limpeza vai ajudar produtores a classificar tomates e outros frutos e hortaliças, no próprio campo, e contribuir para a redução de perdas no pós-colheita. Os trabalhos que deram origem ao equipamento foram coordenados pelo pesquisador da Embrapa Instrumentação Marcos David Ferreira. O protótipo, desenvolvido em formato vertical, usa um sistema de escova de três vias em helicóide, que aumenta a eficiência de limpeza e permite classificação mais uniforme e menor incidência de danos físicos ao produto. Os métodos de seleção em máquinas estáticas convencionais podem provocar quase três vezes mais lesões. Redução do tempo para chegar aos consumidores e agregação de valor ao produto são outras vantagens apontadas pelo pesquisador. A economia de água, recurso não empregado no processo, é significativa, pois a limpeza convencional do tomate, por exemplo, pode consumir até 500 m³ de água por mês em algumas unidades de beneficiamento. Licenciado para a empresa paulista MVisia (<http://www.mvisia.com.br>), o equipamento representa uma alternativa aos agricultores que têm pouco acesso à tecnologia automatizada. •

A empresa pretende disponibilizá-lo ao mercado até o fim de junho. •

— Por Joana Silva (Agência Embrapa de Notícias)



◀ **navegue** ▶

<http://bit.ly/2nLq2KU>

BIOSSEGURANÇA EM PESQUISA ANIMAL



Foto: Kadijah Suleiman / Embrapa

O Laboratório Multiusuário de Biossegurança para a Pecuária (Biopec), instalado na Embrapa Gado de Corte, é a primeira estrutura do Brasil de alto nível de biossegurança em pesquisa animal e vai aumentar a capacidade do País de garantir a qualidade sanitária dos rebanhos. É também o mais moderno laboratório de pesquisa em segurança e qualidade da carne da América Latina. Seu conjunto de instalações possibilita a análise de bovinos, aves, suínos e de outras cadeias produtivas de carne. Com o Biopec, o Brasil muda de estágio no que diz respeito ao desenvolvimento de pesquisas em pecuária. Será possível realizar, em um mesmo local, estudos relacionados a agentes de alto risco, como vírus da febre aftosa, da *influenza* aviária, da *influenza* suína, raiva, brucelose, tuberculose. Outra novidade é a possibilidade de pesquisar em um único laboratório bactérias causadoras de tuberculose bovina, botulismo, anthrax, salmonelose e de intoxicações alimentares. •

— Por Kadijah Suleiman (Notícias, portal Embrapa)



◀ **navegue** ▶

<http://bit.ly/2njKzSM>

CÁLCULO SIMPLES DE CUSTOS DA PECUÁRIA



Foto: Kadijah Suleiman / Embrapa

Recém-lançado pela Embrapa, o sistema CUSTObov permite aos pecuaristas calcular o custo de produção da pecuária de corte e as margens que refletem o desempenho econômico da propriedade. O sistema fornece ao produtor análises que facilitam o controle financeiro de seu negócio. Desenvolvida no formato de planilha eletrônica (MS Excel), a ferramenta aceita reprodução sem limites, podendo-se criar arquivos que representem várias fazendas ou diferentes exercícios para uma mesma propriedade. De acordo com seu idealizador, o pesquisador da Embrapa Gado de Corte Fernando Paim Costa, um grande número de produtores não tem na ponta do lápis os gastos para produzir uma arroba de boi ou um bezerro e todo o movimento financeiro envolvido. “E, mesmo que ele registre tudo, não existe uma ferramenta na qual possa inserir os dados”, diz. A pesquisadora Mariana Pereira, do mesmo centro de pesquisa, chama atenção para o fato de que, embora o aplicativo seja primordialmente uma ferramenta de controle voltado a avaliar situações reais, também é possível usá-lo como auxílio nos processos de planejamento e tomada de decisões. O CUSTObov está disponível gratuitamente no site da Embrapa Gado de Corte. •

— Por Kadijah Suleiman
(Agência Embrapa de Notícias)



navegue

<http://bit.ly/2nLCElt>

CAIXAS DE PIZZA NO REFLORESTAMENTO



Foto: Felipe Ferreira / Embrapa

O uso de papelão – até mesmo caixas usadas de pizza – para controle do capim no coroamento (capina ao redor) de mudas em ações de reflorestamento pode auxiliar na reabilitação de áreas degradadas, com um custo até 50% menor em comparação aos métodos tradicionais. A técnica, desenvolvida por pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, viabiliza também a adoção da recuperação de pastagens por pequenos produtores. O método já é utilizado em lavouras, mas é novidade em ações de reflorestamento com espécies nativas. Nos projetos de recomposição florestal, a maior parte dos custos está associada ao controle de plantas daninhas que colocam em risco a sobrevivência das mudas. Cerca de dois terços do investimento são destinados ao controle da chamada matocompetição. “Herbicidas, solução comum na agricultura, são pouco adotados no setor florestal com foco ambiental, porque são áreas próximas a recursos hídricos”, explica o pesquisador Alexander Resende. No caso da técnica, disco ou placa de papelão, nova ou reutilizada é usada para proteger a base das mudas de espécies florestais nos primeiros anos de plantio. A proteção faz com que as gramíneas, que competem com as espécies de reflorestamento, não se desenvolvam. Os experimentos no campo mostraram, ainda, que o papelão aumenta a taxa de sobrevivência das mudas. “De onze espécies avaliadas, nove apresentaram índice de sobrevivência igual ou superior a 80% quando coroadas com papelão, enquanto apenas três atingiram esse índice quando usada a enxada”, diz o pesquisador Guilherme Chaer. •

— Por Ana Lucia Ferreira (Agência Embrapa de Notícias)



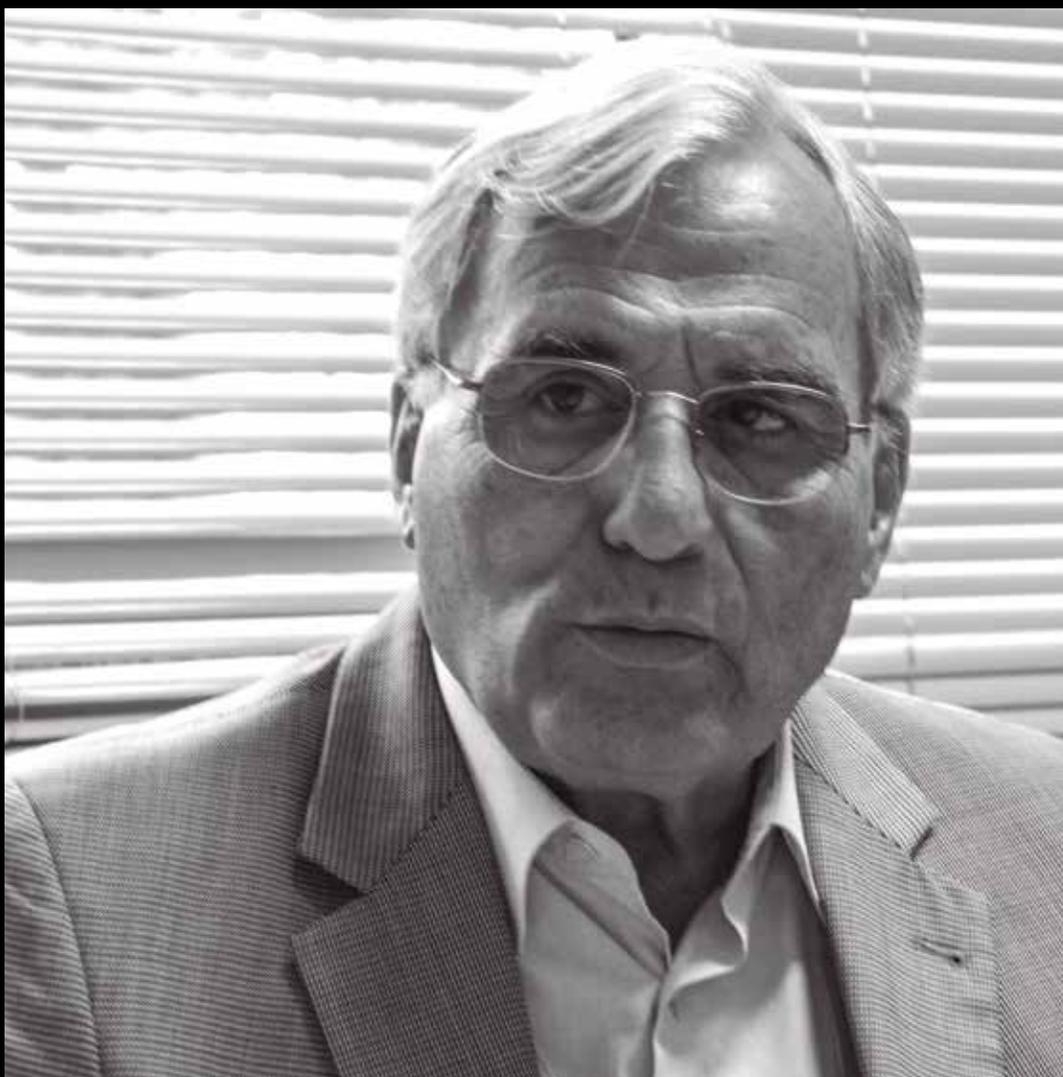
navegue

<http://bit.ly/2oqmZWD>

| ELETRICIDADE NO AR

Químico Fernando Galembeck fala sobre como é possível obter energia a partir de partículas de água suspensas no ar

Por Juliana Miura, Fabio Reynol e Juliana Freire



Fotos: Fabio Reynol

Aposentado desde 2011 do quadro docente da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Fernando Galembek está longe de parar de trabalhar. O químico graduado e com doutorado pela Universidade de São Paulo (USP) notabilizou-se em especial por seus trabalhos com nanotecnologia e publicou seu primeiro estudo sobre nanopartículas em 1978. Já dirigiu o Laboratório Nacional de Nanotecnologia no Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais, em Campinas (SP), foi vice-reitor da Unicamp e exerceu funções de gestão em instituições como o Ministério da Ciência e Tecnologia, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). De volta à Unicamp como professor convidado, ele hoje se dedica, entre outros temas, ao estudo da eletricidade gerada pelo atrito, triboeletricidade, e daquela obtida das partículas de água presentes no ar, higroeletricidade. Nesta entrevista à **XXI Ciência para a Vida**, Galembek, também membro da The World Academy of Sciences (TWAS) e da Royal Society of Chemistry, fala sobre o potencial e a possível aplicação da higroeletricidade, que, como sintetiza, é a eletricidade advinda da umidade. É uma das suas frentes na busca de alternativas estratégicas para a geração de energia e da compreensão de fenômenos que intrigam muitas pessoas, até mesmo cientistas.

XXI - O que é higroeletricidade?

Galembek – É o aparecimento de eletricidade, o aparecimento de uma voltagem, num arranjo de materiais expostos à umidade elevada. Em síntese, é a eletricidade advinda da umidade. Sabemos que existe muita eletricidade na atmosfera, que se manifesta na forma de relâmpagos. O problema, até pouco tempo atrás, era descobrir como essa eletricidade é gerada e quem são seus portadores. Em um trabalho de 2010 e em outros trabalhos recentes, meus estudantes e eu demonstramos que essa eletricidade atmosférica está associada principalmente à umidade e pode ser transferida para objetos situados na superfície da terra.

XXI – De que forma essa constatação pode ser demonstrada?

Galembek – A demonstração pode ser feita com um dispositivo simples, construído com uma chapa de alumínio isolada eletricamente da terra e separada de outra chapa feita de outro metal, cobre por exemplo. As duas chapas são separadas por uma folha de papel isolante. Esse dispositivo é um capacitor, é um dispositivo elétrico. Transferido para um ambiente de umidade elevada, nota-se uma diferença de potencial elétrico entre as duas chapas, entre os dois metais. Essa diferença de potencial significa que o dispositivo acumulou energia, que pode ser transferida e utilizada. Como nós explicamos o aparecimento da diferença de potencial? No ar úmido existem moléculas de água que, por sua vez, contêm íons. No caso da água, são íons H⁺ ou OH⁻, portanto com

cargas elétricas opostas. Os metais captam essas cargas da atmosfera. E as captam de maneira diferente, dependendo do metal: alumínio capta (ou adsorve) preferivelmente os íons negativos, enquanto o aço inox capta íons positivos. Num ambiente úmido, os metais adquirem cargas elétricas que os energizam, criando uma tensão elétrica ou voltagem que pode chegar a cerca de um volt. Isso já é significativo para captura de energia do ambiente. É possível transferir e armazenar essa energia, essa eletricidade. Gerada em sistemas de pequena escala, essa eletricidade pode ser armazenada em capacitores e pode acender LEDs por exemplo. Funciona.

XXI - Como os senhores chegaram a essa descoberta?

Galembek – Por meio de uma série de fatos, alguns acidentais, que percebemos em alguns experimentos. Em um experimento feito com partículas bem fininhas de sílica, medimos o potencial elétrico estático sobre esse pó, tanto em umidade alta quanto em umidade baixa. Quando a umidade é alta, a sílica é mais negativa, quando a umidade é mais baixa, a sílica fica menos negativa, não chega a um potencial zero, mas fica bem menos negativa. Portanto, a umidade provoca uma variação no potencial elétrico. Esse era um resultado novo e inesperado, que precisava ser confirmado. Uma forma de verificação é, sempre, medir de forma diferente. Montamos outro experimento, medindo a carga elétrica associada à umidade. Usamos um instrumento simples chamado copo de Faraday. É um par de cilin- »

dros metálicos, com diâmetros diferentes, um dentro do outro. O externo é ligado à terra e o interno é ligado a um coulômetro, aparelho que mede a carga dentro do cilindro interno. Resolvemos observar o que acontecia com o copo de Faraday quando mudávamos a umidade em torno deles e percebemos que mesmo um copo vazio acumula carga, quando a umidade varia. Ensaíamos vários experimentos com diferentes metais, verificamos que se comportam de maneira bastante distinta e concluímos que o latão cromado, por exemplo, adquire muita carga negativa quando a umidade aumenta. Já o cobre adquire muito pouca carga.

XXI - Pesquisas com os protótipos em laboratório permitem mensurar o potencial da tecnologia?

Galembeck – Temos um modelo do equipamento que permite fazer uma projeção do que seria o custo de uma unidade geradora. O investimento por quilowatt produzido é inferior ao de uma hidroelétrica de porte médio. Desse ponto de vista, seria viável. Uma barreira séria, no entanto, ainda não superada, é que durante o processo observamos uma corrosão grande do alumínio. A higroeletricidade desencadeia a oxidação do alumínio, reduzindo sua vida útil. Ou seja, o investimento é baixo, mas a deterioração do material acaba por tornar os custos altos, por causa da necessidade de reposição de material. Estamos agora dedicados a encontrar materiais que possam ser usados como alternativas ao alumínio, que sejam de custo baixo e apresentem grau de deterioração inferior.



"Em princípio, o melhor lugar para demonstrar a experiência é no meio da floresta, onde a umidade é alta e razoavelmente estável."

XXI - Em determinadas épocas do ano, há menos umidade no ar em algumas regiões. A tecnologia seria viável para todo o Brasil e para todos os períodos?

Galembeck – Depende da forma como o sistema é construído. Em princípio, o melhor lugar para demonstrar a experiência é no meio da floresta, onde a umidade é alta e razoavelmente estável. Mas, para que a tecnologia funcione, não é preciso trabalharmos com umidade ambiente. No caso de uma unidade construída num galpão fechado, seria necessário umidificar o ambiente, o que não seria muito diferente do que faz um horticultor. Temos que levar em consideração o consumo de água, mas nada que não seja resolvido em outras áreas.

XXI – Quando lemos sobre essa tecnologia, pensamos nas placas para coleta de energia solar, placas instaladas em telhados das casas...

Galembeck – Sim, há um paralelo.

XXI - Ela poderia ser usada em algumas regiões?

Galembeck – Sim. A ideia é a geração de eletricidade em regiões remotas. Há localidades que enfrentam problemas, por exemplo, com o fornecimento de diesel. Épocas de seca nos rios que impedem que um barco com a carga chegue, por exemplo.

XXI – Qual seria o impacto ambiental dessa tecnologia?

Galembeck – O principal impacto está relacionado aos resíduos resultantes da deterioração do equipamento. No caso do alumínio, metal que

melhor funcionou nas experiências, sua oxidação gera resíduo de óxido de alumínio. Uma solução razoável seria a seguinte: aproveitar os restos de latas de alumínio, que são encontradas em qualquer lugar do Brasil, mesmo remoto. A lata é um resíduo e, em vez de ser jogada no ambiente, pode ser usada na construção dos sistemas de higroeletricidade. Em lugares remotos, as latinhas não são levadas para reciclagem, justamente pela distância entre a localidade e os centros que reciclam esse resíduo. O funcionamento de um sistema de higroeletricidade produziria um novo resíduo, o óxido de alumínio resultante do processo de oxidação. Esse óxido pode ser usado como componente de massa de cerâmica ou de cimento. Poderia ser uma linha de trabalho.

XXI - O uso de metal virgem não seria viável?

Galembeck – Em termos econômicos, não. Agora, no caso em que se necessite de uma unidade de geração simples, silenciosa, que não incomoda ninguém e não gera emissões de gases de efeito estufa, embora seja cara, a higroeletricidade pode ser uma solução. Mas não creio que seja um sistema competitivo com as placas fotovoltaicas, citando também outro exemplo. Acho, realmente, que a viabilização do uso da tecnologia em escala depende da descoberta de um material alternativo ao alumínio.

XXI - Qual a perspectiva de tempo para novas experiências?

Galembeck – Nesse momento, o projeto anda devagar, está muito limi-

"... no caso em que se necessite de uma unidade de geração simples... embora seja cara, a higroeletricidade pode ser uma solução."



tado pela disponibilidade de pessoal. Há outros aspectos interessantes na questão da higroeletricidade, além do que se refere à energia. Por exemplo, a questão da segurança, diante da eletricidade atmosférica e dos acidentes industriais causados por descargas eletrostáticas.

XXI – Sim, lemos alguma coisa a respeito, sobre a redução de quantidade de raios. É isso?

Galembeck – Trata-se de conseguir usar os sistemas para dissipar, para reduzir eletricidade atmosférica. Também há problemas na área industrial. Acidentes são comuns, por exemplo, em silos e na indústria de alimentos, onde há material em pó, serragem, resíduos da moagem de palha. Há uma classe de explosões chamada "explosões de pó". A Springer acaba de lançar o livro *Chemical Electrostatics*, escrito por Thiago Burgo e por mim. No capítulo 12 desse livro, abordamos acidentes e perdas causadas por descargas eletrostáticas e há muitos livros inteiramente dedicados a esse assunto. Por que? Ocorreram muitos acidentes nos Estados Unidos e em muitos outros países, acidentes que fizeram voar fábricas inteiras, deixando mortos. Qualquer poeira orgânica que tenha carbono, de algum jeito, pode explodir. Sabemos que isso ocorre quando a poeira é eletrizada, mas não sabemos os mecanismos que fazem a carga se depositar na poeira. A dificuldade na prevenção é causada justamente pelo fato de que as pessoas não sabem de onde vem a carga. Manuseio de produtos da biomassa, farinhas, grãos, »

farelo, coisas desse tipo, celulose... A eletrização desses produtos depende muito de variações da umidade.

XXI – Um gerador pode ser usado para segurança nesses casos, se instalado para tirar a carga elétrica do ar?

Galebeck – Não creio. A higroeletricidade seria o mecanismo para retirar a carga elétrica do ar, da atmosfera. Precisamos de bons métodos para medir essa eletricidade e avaliar procedimentos para sua captura, de forma segura.

XXI – Uma empresa que trabalha com esse tipo de pó tem todo interesse para ter segurança, certo?

Galebeck – Empresas têm interesse, mas precisamos primeiro chegar ao ponto de fazer demonstrações convincentes. As empresas de segurança não podem arriscar adotar um sistema novo sem certeza de que não terão problemas.

XXI – O sistema reduz descarga atmosférica também?

Galebeck – Sim. Isso pode ser observado em uma experiência muito simples, na qual usamos uma folha de papel – usamos papel de filtro porque é rastreável, reprodutível, é só celulose, tem muito pouca impureza. Colocamos um objeto eletrizado atrás do papel e um eletrodo na frente. O eletrodo acusa quando a umidade fica muito alta e, com o desenrolar da experiência, é possível verificar que o papel é eletrizado. Essa eletricidade trans-

"Precisamos de bons métodos para medir essa eletricidade e avaliar procedimentos para sua captura, de forma segura."



ferida para o papel, se não for devidamente administrada, pode tornar-se um problema. O papel eletrizado pode produzir uma faísca, se passar perto de qualquer objeto eletrizado, mas com sinal contrário. Esta é outra manifestação da higroeletricidade.

XXI - E no caso das regiões que tem bastante descarga elétrica, problemas com raios, é possível controlar?

Galebeck – Hoje, como nos protegemos de raios? Com para-raios. Em cidades como Brasília, morrem pessoas vítimas de raio, certo? Mas, nas previsões do tempo, há alguma informação sobre eletricidade atmosférica? Sabemos que a nuvem vem, que é bom sair da praia ou da piscina. Mas, de fato, isso não é um comportamento objetivo, porque não sabemos qual o potencial de descarga que está sendo criado. Em Cabo Canaveral, quando vão lançar foguete, a eletricidade da atmosfera é monitorada por uma bateria de medidores de campo elétrico, pois foguetes já explodiram por causa de descargas eletrostáticas. No meu laboratório, procuramos obter sistemas de medida que sejam muito simples e baratos, com os quais possamos mapear potenciais elétricos ao nosso redor, para avaliarmos objetivamente os riscos a que estamos expostos. Outro objetivo da nossa pesquisa é reduzir ou controlar a eletrização no ambiente, capturando a eletricidade. Assim, conseguiremos duas coisas: aproveitar essa energia e reduzir a eletricidade da atmosfera,

evitando raios e outras descargas.

XXI – Essa aplicação é um dos conhecimentos que vocês têm sobre geração de eletricidade. Mais algum tem sido visualizado?

Galembeck – Há alunos e colaboradores trabalhando com coisas semelhantes, mas não é bem higroeletricidade, como, por exemplo, a triboeletricidade, que é a eletricidade provocada pelo atrito. A experiência básica de triboeletricidade é aquela de pegar uma blusa de acrílico, esfregar em um pente e vê-lo atrair pedacinhos de papel. Nesse trabalho, pretendemos produzir nanotribogeradores – geradores triboelétricos baseados em nanoestruturas. Não é uma coisa original nossa, há várias experiências com isso no mundo. As experiências com nanotribogeradores procuram atender às demandas dos sistemas distribuídos, sistemas que não estão ligados às redes de distribuição de energia. Estes não são uma parte muito grande da matriz energética, mas são estratégicos. Um celular, por exemplo: a duração da bateria entre recargas é um problema sério que afeta muita gente. Porém, quando você está andando está também gerando eletricidade. A roupa que é atritada, o sapato... A pergunta é: conseguiríamos colher uma parte dessa eletricidade e usá-la para carregar celulares automaticamente? Outra situação é a das redes de monitoramento, seja para prevenção de desastres, seja para monitoramento de campos de petróleo. No caso aqui do Brasil, há poços que são profundos, longe da costa e há



"... pesquisadores na Índia e Indonésia publicaram artigos afirmando que a higroeletricidade pode contribuir significativamente para o abastecimento naqueles países. Não sou tão otimista..."

necessidade de sensores distribuídos que acusem, por exemplo, vazamentos. É necessário monitorar esses sinais, mas há plataformas distantes, a cem ou mais quilômetros da costa. Para manter os sensores, é preciso ter uma fonte de energia. Seria muito bom se, nesses lugares, a geração fosse local, autônoma, e não é necessário produzir grandes quantidades de energia. Provavelmente consegue-se alimentar muitos sensores e transmissores com um quilowatt, que é menos do que se gasta para iluminar uma residência média. Mas a fonte de energia precisa ser autônoma. Voltando à geração de energia em grande escala, esse é o grande objetivo. Alguns pesquisadores na Índia e Indonésia publicaram artigos afirmando que a higroeletricidade pode contribuir significativamente para o abastecimento naqueles países. Não sou tão otimista quanto eles, mas se eles estiverem certos, isso será melhor para todos. •



« navegue »

Royal Society of Chemistry
<http://www.rsc.org/about-us/>

The World Academy of Sciences (TWAS)
<https://twas.org/>

Sobre o trabalho de pesquisadores indianos
<http://www.iarjset.com/upload/2015/si/ncree-15/IARJSET%2088%20P157.pdf>

Site do livro *Chemical Electrostatics*
<http://www.springer.com/gp/book/9783319523736>





VINHOS TROPICAIS: UM DESAFIO À TRADIÇÃO

Por **Fernanda Birolo e Viviane Zanella**

Arte de **Luciana Fernandes e Roberta Barbosa**

Ilustrações de **Luciana Fernandes**

O sol é escaldante o ano inteiro. Clima seco, altas temperaturas e pouca chuva. Um cenário improvável para a produção de vinhos, tradicionalmente oriundos de regiões mais frias. A tarefa, se não impossível, é, no mínimo, desafiante. E como tal é cumprida no Vale do Submédio São Francisco, na região semiárida do Nordeste brasileiro, onde as características naturais são aliadas a tecnologias, incluída a irrigação. Dessa forma, é possível colher uvas e elaborar vinhos tranquilos (sem borbulhas) e espumantes (com borbulhas), brancos, tintos e rosés, nos 365 dias do ano.

Isso porque, no Vale, o momento da colheita é definido pelo produtor, que consegue escalonar a produção de uvas de forma ininterrupta. Diferentemente

das demais regiões vitivinícolas, em que os estágios das plantas são determinados pelo clima característico de cada época do ano, no Semiárido, onde não há grande variação climática de janeiro a dezembro, os ciclos vegetativos são induzidos pelo estresse ou oferta de água e pelas podas nos períodos desejados.

A possibilidade de uma videira chegar a produzir até cinco safras de uvas a cada dois anos também diferencia a região. É um paradoxo para a tradicional e já consagrada vitivinicultura do “Velho e do Novo Mundo”, centrada em regiões de clima temperado, em que a videira produz apenas uma safra por ano e sempre na mesma época. »

NOVA GEOGRAFIA DO VINHO

O “Velho Mundo”, identificado com o continente europeu, é consagrado historicamente na produção de vinhos. Entre os mais tradicionais produtores estão países como França, Portugal, Espanha e Itália. Já os países do “Novo Mundo” tiveram seus vinhos reconhecidos, sobretudo, a partir da segunda metade do século XX. Aí se incluem os Estados Unidos, Chile, Argentina, África do Sul, Austrália, Nova Zelândia e também o Brasil, onde a produção foi concentrada inicialmente nas regiões de clima subtropical, nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Em comum entre os dois “mundos” está a característica de apenas um ciclo da videira e uma colheita de uvas por

ano.

Mais recentemente, o mapa da vitivinicultura mudou novamente, passando a contemplar outras regiões do globo, com os chamados “vinhos tropicais”. Produzidos nas latitudes mais baixas, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, são definidos como os vinhos obtidos de uvas produzidas em regiões nas quais é possível, em condições naturais, mais de um ciclo anual da videira, com uma ou mais colheitas por ano. As variantes de clima exploram localidades com períodos menos úmidos até climas áridos.

Essa nova geografia do vinho está estabelecida em mais de uma dezena de países, de diferentes continentes.

Na América do Sul, destacam-se o Brasil e a Venezuela, além do Peru e Equador. Na Ásia, os principais produtores são Myanmar (antiga Birmânia), Tailândia, Índia, Indonésia e Vietnã. A África é representada pela Etiópia, Gabão, Quênia, Namíbia e Tanzânia; e a Oceania, pela Polinésia Francesa.

“A produção de vinhos tropicais é muito particular e diversa em relação àquela praticada em regiões de clima temperado, e suas características são desafiadoras quando comparadas às da vitivinicultura tradicional”, avalia o agrônomo e pesquisador da Embrapa Uva e Vinho Giuliano Elias Pereira, que atua em Petrolina (PE), na Embrapa Semiárido. É uma atividade altamente tecnológica, pois ações de



manejo, como poda, irrigação e uso de reguladores de crescimento para a quebra de dormência, são as grandes responsáveis por garantir esse novo modelo de cultivo e a produtividade desejada.

Além disso, em tempos em que as mudanças climáticas sugerem desafios às regiões produtoras tradicionais, a vitivinicultura tropical pode ser considerada como um laboratório permanente para avaliar os efeitos da produção em condições de clima mais quente. A adaptação de variedades em áreas tropicais para vinhos de qualidade poderá ser uma referência para as regiões de clima temperado se anteciparem aos potenciais impactos no futuro.

No entanto, não existe apenas uma vitivinicultura tropical, pois são diversas as variações entre as regiões. Na Índia e na Tailândia, por exemplo, o clima é Tropical de Monções, com inverno extremamente seco e verão bastante chuvoso. O norte do Peru é quente e árido, praticamente sem chuvas. Já o Semiárido brasileiro é quente, seco e com pouca precipitação. Cada um desses atributos exige um modo diferente de produção.

A enóloga Nikki Lohitnavy, proprietária da vinícola GranMonte, na Tailândia, explica que, nas condições daquele país, é possível colher uvas até duas vezes por ano para produzir vinho. No entanto, durante a estação chuvosa, seriam necessá-

rios muitos produtos químicos para o controle das doenças e a grande quantidade de água afeta a qualidade da uva e, conseqüentemente, também a do vinho. Assim, a opção dos vitivinicultores é realizar apenas uma colheita por ano, de forma a obter um produto de melhor qualidade.

Além do número e período de colheitas, outras características podem ser diferentes em cada localidade. O enólogo James Kalleske, da vinícola Hannen Wines, de Bali, na Indonésia, destaca que a poda da videira é feita de um modo específico na região. Toda a produção é irrigada por sulco e inundação, e são utilizadas variedades de uvas não convencionais na produção mundial de vinhos.»

Foto: Marcelino Ribeiro



O australiano James Kalleske sempre se interessou pela vitivinicultura (foto tirada durante evento promovido pela Embrapa)

VINICULTURA DOS TRÓPICOS ATRAI GERAÇÃO JOVEM E MULTINACIONAL

Trabalhar em um universo tão tradicional como o da produção de vinhos, mas com características tão particulares como as da vitivinicultura tropical, requer uma junção de criatividade e coragem. E muitos jovens ao redor do mundo estão mergulhando nessa atividade.

Nascido em uma tradicional região produtora de vinho, o australiano James Kalleske, de 31 anos, desde cedo se interessou pela área. Aos 17 trabalhou pela primeira vez em uma vinícola, e aos 21 já era um dos principais gerentes da produção de vinho local, ainda antes de terminar a graduação.

Depois decidiu ir para Bali, na Indonésia, por ser uma região mais instigadora para o cultivo de uva e produção de vinho, o que, para ele, funciona como um estímulo. Em suas diversas viagens para outras áreas tropicais, especialmente na Ásia, Kalleske tem observado que a maioria dos produtores nesses locais são jovens. “Acho que o pessoal mais novo é mais entusiasmado com essa aventura em regiões tropicais”, comenta.

Foi esse entusiasmo que o australiano encontrou na amiga e também enóloga Nikki Lohitnavy, da Tailândia, que se interessou pela vitivinicultura quando o pai se aposentou e começou a produzir vinho por hobby. Ela gostava de lidar com as plantas do jardim e começou a se envolver também com as parreiras, passando a conhecer outros produtores, buscar informações e viajar pelo mundo. Até que decidiu: “Isso é o que eu realmente quero como profissão.”

Nikki foi para Austrália e se graduou em enologia. Durante o curso, toda técnica ou tecnologia que aprendia passava para o pai aplicar nos vinhedos e na produção de vinho – que então era feita por uma vinícola contratada. Quando concluiu os estudos, voltou para a Tailândia e a família construiu a própria vinícola, passando a ter mais controle sobre o processo de vitivinificação, o que aumentou a qualidade do produto.

Hoje, aos 39 anos, Nikki conta que as pessoas se surpreendem com sua trajetória: uma mulher tão nova, asiática e produzindo vinho. Para ela, o mais importante é quando experimentam o vinho e constatam que é de boa qualidade.

E como surpresas são inerentes à exploração de novos mundos, esse foi o sentimento experimentado pelo enólogo português Ricardo Henriques quando aceitou a proposta de cruzar o oceano e se instalar no Semiárido brasileiro. “Quando a gente vem de uma região que é muito tradicional, falar que você pode colher uva toda semana, ou fazer duas safras por ano, parece um absurdo.”

Essa possibilidade, ele conta, ia contra aquilo que sempre estudou. Hoje, aos 32 anos, Ricardo já se habituou às diferenças, e se sente realizado em trabalhar com aquilo que gosta. “Eu tenho a possibilidade de fazer uma coisa nova em uma região nova, e acredito que a vinícola e também a região ainda têm muito para oferecer”, avalia. »



Foto: Marcelino Ribeiro

Nikki Lohitnavy, da Tailândia, construiu sua própria vinícola (foto tirada durante evento promovido pela Embrapa)



Foto: Fernanda Birolo

Possibilidades da vitivinicultura do Semiárido surpreenderam o português Ricardo Henriques

PRODUÇÃO NACIONAL



No Brasil, existem registros de cultivo de uvas em regiões tropicais já no século XVI, mas a atividade tornou-se efetivamente comercial a partir de 1956, quando a empresa Cinzano S.A. plantou 100.000 pés de uvas híbridas para elaboração de vinhos no Vale do Submédio São Francisco.

Mas foi na década de 1970 que a produção de vinhos se tornou mais conhecida, com a implantação da fazenda Milano e, posteriormente, da fazenda Ouro Verde. Na de 1980, os primeiros vinhos tropicais apareceram no mercado, quando a Vinícola do Vale do São Francisco, localizada em Santa Maria da Boa Vista (PE), lançou os vinhos Botticelli. No início dos anos 1990, foi a vez da vinícola Adega Bianchetti Tedesco lançar seus vinhos no mercado, seguida pela Vinícola Garziera e pela Duccos Vinícola.

No início dos anos 2000, a produção foi reforçada com a chegada de grandes investidores, como o Grupo Miolo, da Serra Gaúcha, que comprou a fazenda Ouro Verde, e o Dão Sul/Global Wines, de Portugal, que criou a vinícola Vini-Brasil. Atualmente, além dessas e da

fazenda Milano, estão instaladas na região as vinícolas Bianchetti e Garziera e o Grupo São Braz. Segundo levantamento feito pelo pesquisador Giuliano Pereira junto às vinícolas locais, são cerca de 500 hectares de vinhedos que produzem aproximadamente 4 milhões de litros de vinhos finos – além dos vinhos comuns que também começam a ganhar espaço na região –, empregando, direta ou indiretamente, cerca de 3.000 pessoas.

Essa, que é a principal região tropical produtora de vinhos no País, está situada entre os paralelos 8° e 9° do Hemisfério Sul, nos municípios pernambucanos de Petrolina, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista, e em Casa Nova, na Bahia, com altitude de aproximadamente 350 m. As condições climáticas da região, com uma temperatura média anual de 26°C, alta luminosidade e água disponível para irrigação a partir do Rio São Francisco, propiciam ciclos vegetativos constantes, intercalados, com colheitas nos vários meses do ano. A região conta com uma pluviosidade média de 550 mm ao ano, concentrada entre dezembro e abril,

quando as vinícolas evitam programar as colheitas, por se tratar do período mais chuvoso. Entre uma safra e outra, para “simular” o frio do inverno, é necessário reduzir a irrigação para 5% a 10% nos períodos secos, por cerca de 20 a 30 dias, para que as videiras acumulem reservas. Na sequência, é feita a poda e a aplicação dos insumos com o objetivo de reduzir a dominância apical, estimular e homogeneizar a brotação. Depois, a irrigação volta para 100% do coeficiente da cultura (Kc), e um novo ciclo produtivo começa.

Assim, dentro de uma mesma área as videiras poderão estar, ao mesmo tempo, em diferentes estágios de produção: algumas recém-podadas, outras brotando, umas florescendo, outras maturando e outras ainda com as uvas prontas para a colheita. Desse modo, os produtos elaborados são sempre jovens, pois os vinhos ficam prontos e são vendidos nos diversos meses do ano, conforme demanda dos mercados nacional e internacional.

O pesquisador Jorge Tonietto, da Embrapa Uva e Vinho, pondera que a possibilidade de produzir uvas e vinhos



Foto: Fernanda Birolo

NÚMEROS DO SÃO FRANCISCO:

- 4 milhões de litros/ano
- 65% são espumantes (70% moscatel e 30% fino brut e demi-sec)
- 34% de vinhos tintos, na sua grande maioria jovens e alguns de guarda que passam por um período em barricas de carvalho
- 1% de brancos
- 95% são destinados ao mercado nacional e o restante é exportado para países da União Europeia, Ásia e Estados Unidos.



Ilustrações: Luciana Fernandes

durante todo o ano estabelece um novo paradigma para a enologia – o *just-in-time*. “Com uma produção regular de vinhos sendo colocada no mercado ao longo do ano, garante-se aos consumidores que eles sempre tenham à sua disposição vinhos jovens e frescos, valorizando as características típicas dos vinhos tropicais”, avalia.

Além disso, com a produção ao longo do ano, as equipes estão sempre trabalhando, no vinhedo ou na adega, com estruturas de vinificação menores, mais enxutas e com investimentos menores, pois se consegue programar o número de cubas necessárias de acordo com as colheitas, em determinado mês. Essa peculiaridade possibilita, ainda, a geração de empregos permanentes.

Uma única vinícola instalada na região do Vale do Submédio São Francisco, a ViniBrasil, por exemplo, emprega diretamente 120 funcionários, entre campo, adega e escritório, para uma área de 120 hectares em produção e outros 40 em implantação. O enólogo responsável, Ricardo Henriques, ressalta as vantagens de não haver sazonalidade, já que não necessitam contratar

para períodos específicos da produção. Uma delas é que os trabalhadores são altamente especializados, pois executam a mesma atividade durante todo o ano, até mesmo recebendo capacitação com os melhores especialistas da área. “No caso das enxertias, por exemplo, os índices de produtividade e de sucesso são superiores aos do nosso grupo em Portugal. É como se fosse uma indústria de produção em série”, observa.

Vinhos do Vale do Submédio São Francisco apresentam qualidade e tipicidade. Segundo o pesquisador Giuliano Elias Pereira, para os espumantes moscatéis, entre a colheita e os vinhos estarem prontos para o mercado são necessários apenas 35-40 dias, o que faz com que esses produtos sejam jovens e os mais produzidos na região, com rápida elaboração. Esses tipos de vinhos caíram no gosto do consumidor por serem produtos com baixo teor alcoólico (entre 7-8° GL) e elevados teores de açúcar. São elaborados a partir das variedades moscatéis Itália e Moscato Canelli.

Da mesma forma, os espumantes finos secos e meio-secos brancos

e rosados, elaborados pelo método Charmat, apresentam notas agradáveis de frutos, com bom equilíbrio, e ficam prontos rapidamente também. Estão em segundo lugar em termos de volume e são elaborados das variedades Syrah, Grenache, Chenin Blanc, Sauvignon Blanc e Verdejo.

Em seguida, estão os vinhos jovens, entre tintos secos e doces/suaves, elaborados com as variedades Syrah, Tempranillo e Barbera. Também são elaborados vinhos tintos de guarda (que passam por processo de envelhecimento) em pequenos volumes, das variedades Syrah, Touriga Nacional, Alicante Bouschet e Cabernet Sauvignon. Os tintos jovens são frutados, leves, agradáveis, enquanto os tintos de guarda apresentam coloração muito intensa, aromas frutados com toques de especiarias, intensos na boca, precisando de alguns meses de repouso para consumo. Por último em volume, os vinhos brancos, que são florais, leves e agradáveis, são elaborados a partir de uvas Chenin Blanc, Viognier e Sauvignon Blanc. Também estão sendo elaborados vinhos licorosos e brandy. »

NA VANGUARDA DAS SOLUÇÕES

A vitivinicultura tropical mais desenvolvida do mundo encontra-se no Nordeste do Brasil. Segundo o pesquisador Giuliano Elias Pereira, o Brasil está na liderança e na vanguarda dessa nova fronteira vitivinícola, pesquisando e apresentando alternativas para qualificar e inovar ainda mais os vinhos tropicais.

O pesquisador também destaca o papel pioneiro do Brasil ao criar, por intermédio da Embrapa, o principal fórum internacional de apresentação de pesquisas e debates dos países que produzem em regiões tropicais, por meio do Simpósio Internacional de Vinhos Tropicais (ISTW). Realizado de forma itinerante nos países produtores, o evento possibilita uma efetiva e crescente cooperação internacional para essa atividade inovadora. A última edição, o 5º ISTW, ocorreu de 19 a 21 de outubro de 2016, em Petrolina (PE), e a próxima deverá ocorrer em 2018. Pereira pontua que os principais gargalos atuais do Vale do São Francisco são “o aumento da produtividade, os testes em andamento com novas variedades, diferentes sistemas

de condução das videiras e o reconhecimento da Indicação Geográfica para os vinhos da região.”

Além disso, segundo Pereira, “trabalhos de pesquisa apontam que a elaboração de vinhos a partir de uvas colhidas nos meses mais frescos do ano, entre o outono e o inverno, poderia melhorar a estabilidade e também valorizar a tipicidade dos vinhos, principalmente tintos e brancos tranquilos, enquanto para espumantes, carro-chefe da região, e vendidos e consumidos em maior escala, a produção em qualquer época do ano é viável.”

Segundo Celito Guerra, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, o clima quente tem a vantagem de proporcionar mais de uma safra por ano. Porém, como desvantagem, ocorre a combustão de alguns compostos durante a maturação da uva, como ácidos orgânicos, aromas e matéria corante. O fenômeno é mais intenso na época mais quente do ano, de agosto a dezembro. Com base nisso, Guerra afirma que as videiras que melhor se adaptam são as que produzem uvas com altos teores de acidez, aroma delicado e, no caso das tintas, com alto potencial para produção de antocianinas e taninos. Atenção especial deve-se dar à maturação da uva, pois é uma fase muito curta e a combustão de ácidos, aromas, polifenóis e outros compostos é intensa e

rápida no segundo semestre.

No caso dos espumantes e vinhos brancos, dois dos principais atributos são o frescor aromático e gustativo e a tipicidade aromática varietal. Para isso, ele reforça a necessidade de colher as uvas com acidez relativamente elevada, sem comprometer a riqueza de açúcares. “Uvas muito maduras tendem a apresentar baixa acidez e a perder boa parte do potencial aromático, comprometendo assim a qualidade do produto final, que em vez de frescor aromático apresentará notas de frutas sobre-maduras e compotas”, complementa Guerra.

Ele destaca que as condições do clima exigem que após a colheita aconteça o transporte à vinícola, com um rápido resfriamento das uvas para inibir o desenvolvimento de microrganismos nocivos e diminuir a velocidade de reações de oxidação do mosto. Em relação à vinificação, o pesquisador comenta a necessidade de controles rígidos no processo pela menor estabilidade química de certos compostos de uvas produzidas em climas quentes, que afetam diretamente a qualidade, a longevidade e o equilíbrio dos vinhos.

Entre as inovações lançadas e em desenvolvimento no Vale do São Francisco, destaque para os vinhos espumantes rosados, com as uvas Syrah e



Grenache, novas variedades em fase de testes para espumantes brancos, vinhos comerciais de guarda e de alta qualidade, como os elaborados com a colheita de uvas Syrah no período de inverno, com o desengace manual das bagas.

Segundo Giuliano Pereira, pesquisas apontam que os engaços de uvas na colheita, na região do Vale do São Francisco, não estão lignificados e ao passarem pela desengaçadeira são quebrados, podendo ir com cascas e sementes para a maceração, possibilitando a extração de taninos verdes,

agressivos e amargos, comprometendo o equilíbrio de vinhos tintos. Com isso, o desengace manual tem respondido positivamente à qualidade de tintos de guarda. Da mesma forma, em vinhos brancos de guarda, uvas colhidas no período de inverno no Vale do São Francisco podem melhorar os vinhos, com alta qualidade e tipicidade. »

CADA VEZ MELHORES

Por se tratar de uma região vitivinícola relativamente recente, muitas questões ainda provocam a pesquisa na busca de soluções de problemas e no apontamento de novas alternativas para o futuro da produção tropical brasileira. Nessa linha, a Embrapa tem experimentado diferentes práticas e métodos de vinificação que proporcionem maior qualidade para os vinhos, com inovações para agregar valor ao produto local.

Na busca de soluções para um dos principais problemas da viticultura na região, que é a estabilidade dos vinhos, um trabalho da pesquisadora Aline Telles Biasoto Marques, da Embrapa Semiárido, identificou que o aumento do tempo de maceração – o período em que a casca e as sementes são mantidas com o vinho – pode ser uma alternativa para melhorar a estabilidade dos compostos fenólicos.

De acordo com a pesquisadora, os testes incluíram vinificações com diferentes tempos de maceração de uvas colhidas em diferentes estádios de maturação, avaliando também se a colheita antecipada da uva seria um problema para a estabilidade fenólica. O resultado, no entanto, apontou que ela foi mais influenciada pela duração da maceração, enquanto o grau de maturação da uva não apresentou diferença significativa. Até o momento foram avaliadas três safras com a variedade Syrah, e os próximos experi-

mentos, que estão sendo iniciados, incluem ainda a Touriga Nacional.

Utilizando uvas com maior grau de maturação e elaborando vinhos com maior duração de maceração, a pesquisadora está testando também o uso de chip de carvalho. “Como nossos vinhos em geral são jovens, então estamos propondo um envelhecimento rápido e de baixo custo, que pode ser uma alternativa de um novo produto para a região”, destaca. Qualidade e estabilidade dos vinhos ainda estão sendo avaliadas.

Outros novos produtos também poderão ser propostos em breve para o setor produtivo, utilizando diferentes métodos de elaboração. Nas pesquisas, em parceria entre a Embrapa Semiárido e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE), estão sendo testados processos ainda pouco usados na região, como a maceração carbônica e maceração a frio, além de um ainda inédito, que é a termovinificação, que consiste no uso de temperaturas elevadas para a extração do mosto. Os estudos comparam esses três métodos, além da vinificação tradicional, analisando as características físico-químicas, composição fenólica e aromática e perfil sensorial.

De acordo com a enóloga e professora do IF Sertão Ana Paula Barros, que lidera o projeto em parceria com a pesquisadora

da Embrapa Aline Biasoto, “o que estamos buscando é verificar se existe uma diferença significativa entre os métodos, principalmente na questão da estabilidade dos vinhos, e analisar se vale a pena o investimento para as indústrias, podendo até mesmo ser um diferencial para agregar valor aos produtos.”

QUALIDADE TEM INÍCIO NO CAMPO

Para que um vinho de qualidade chegue à mesa do consumidor, tudo começa no campo. E, como as condições do Vale do Submédio São Francisco são diferentes, é necessário fazer escolhas apropriadas às suas especificidades. “Precisamos escolher as cultivares mais adaptadas, os melhores clones, definir o manejo da água, a condução das plantas, enfim, todo o sistema de produção precisa ser ajustado”, ressalta a pesquisadora da Embrapa Semiárido Patrícia Coelho de Souza Leão.

Para subsidiar as escolhas dos produtores de vinhos da região, é preciso definir as melhores cultivares e porta-enxertos, os sistemas mais apropriados de condução, irrigação, adubação, entre outras práticas agronômicas. Um estudo com essa finalidade avaliou duas cultivares de uva – Syrah e Chenin Blanc –, durante nove safras produzidas em quatro anos, usando seis diferentes porta-enxertos em dois sistemas de condução.

Entre os resultados obtidos, ainda em fase de finalização, foram observadas vantagens de um sistema de condução, que consiste no crescimento da vegetação em dois planos inclinados, formando um “Y”. De acordo com a pesquisadora, o sistema, ainda

pouco utilizado na região, favorece o aumento da área foliar, formando mais ramos, mais folhas e, conseqüentemente, aumentando a quantidade de frutos.

“Nossa preocupação era que a produção maior nesses sistemas pudesse reduzir a qualidade do fruto, mas isso não aconteceu. Então possivelmente vamos ter uma melhor resposta de produtividade nesse sistema, sem perder ou até mesmo melhorando a qualidade dos frutos e, em consequência, também dos vinhos”, ressalta a pesquisadora. A comparação foi feita com o sistema mais utilizado na região, que é a espaldeira, em que a vegetação cresce no sentido vertical, como uma cortina.

Quanto aos porta-enxertos, embora os dados ainda estejam em análise, já é possível afirmar que aqueles muito vigorosos, a exemplo do IAC 572, não são adequados para a produção de uvas de vinho, pois há um desequilíbrio entre os desenvolvimentos vegetativo e produtivo da videira. “Ele faz com que a planta produza muitos ramos e folhas e apresenta uma produção menor”, destaca Patrícia.

Os estudos identificaram que porta-enxertos de vigor mediano, como o Paulsen 1103, SO4 e IAC 766, apresentaram melhor produtividade e equilíbrio das plantas, também mostrando bons resultados em relação à qualidade da uva e do vinho. A indicação do mais apropriado para cada variedade, no entanto, ainda necessita da conclusão das análises.

A indicação das cultivares mais adaptadas às condições do Vale do Submédio São Francisco também está sendo analisada pela Embrapa Semiárido, por meio da comparação

entre 13 diferentes uvas viníferas de importância econômica no Brasil e no mundo. Entre as cultivares testadas estão algumas das principais variedades utilizadas na região – Syrah, Tempranillo e Cabernet Sauvignon para vinhos tintos e Chenin Blanc e Sauvignon Blanc para brancos –, e outras ainda sem tradição local, como Merlot, Malbec, Petit Verdot e Grenache, para tintos, e Chardonnay para brancos, além de três seleções do programa de melhoramento genético da Embrapa.

Entre os principais resultados obtidos, a pesquisadora aponta a confirmação do potencial e da elevada qualidade da uva Tempranillo, com vantagem em relação à Syrah, que é atualmente o carro-chefe da vitivinicultura local. Outras com elevado potencial enológico, como a Merlot e a Malbec, não alcançaram produtividade economicamente rentável para as vinícolas. “Isso não significa que essas uvas não possam ser produzidas aqui, mas sim que, havendo interesse em investir nessas cultivares, é necessário buscar clones superiores e mais produtivos”, ressalta Patrícia.

Além disso, também foi identificado o excelente potencial de uma das seleções da Embrapa para desenvolvimento de uma variedade visando a elaboração de vinhos brancos comuns, já que não são da espécie *Vitis vinifera*, mas sim híbridos. “Sua vantagem é principalmente do ponto de vista agrônomo, pois é produtiva e resistente a doenças, e ainda mantém o potencial enológico elevado, com qualidade similar à dos vinhos finos”, destaca a pesquisadora. »



TROPICAIS DE ALTITUDE

Além do Vale do São Francisco, outras regiões de clima tropical, mas de altitude, estão começando a se destacar. É o que ocorre na Chapada Diamantina, no Estado da Bahia, além de São Paulo e Minas Gerais, que vêm produzindo uvas e vinhos nos últimos oito anos, entre 900 e 1.300 m de altitude. Segundo Giuliano Elias Pereira, nessas condições, a altitude compensa a latitude, oferecendo um clima com temperaturas mais amenas ao longo do ano. Na Chapada Diamantina, principalmente nos municípios de Morro do Chapéu e Mucugê, localizados entre 1.000 e 1.200 m de altitude, a temperatura média anual é de 19°C e o uso da irrigação é obrigatório.

A vitivinicultura tropical de altitude vem se desenvolvendo rapidamente, e tende a ser uma nova referência no mundo dos vinhos. Os

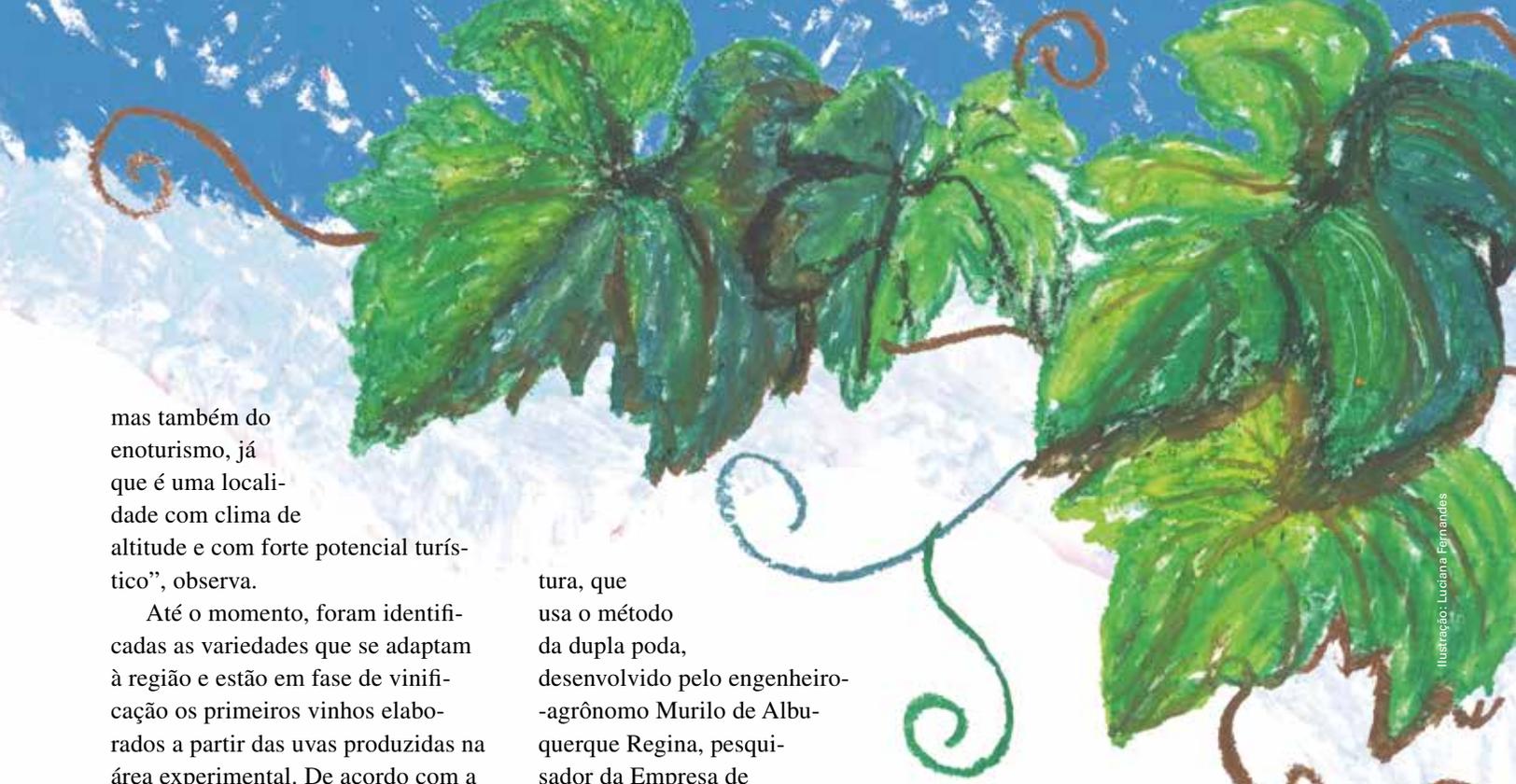
primeiros vinhos comerciais deverão estar no mercado em 2018, mas desde 2010, a Embrapa vem realizando estudos com testes de variedades nesses dois municípios. Segundo Pereira, os principais vinhos em que as empresas estão investindo são espumantes elaborados pelo método tradicional, com a segunda fermentação na garrafa, com as variedades Chardonnay e Pinot Noir, além dos vinhos tintos, elaborados a partir das uvas Syrah, Malbec, Cabernet Franc e Pinot Noir, e brancos, com Chardonnay e Sauvignon Blanc.

“Os vinhos da Chapada Diamantina têm apresentado qualidade e tipicidade muito interessantes, e os consumidores terão grandes surpresas”, destaca Pereira. Além do excelente nível tecnológico dos produtos, o pesquisador comenta que estão sendo

criadas infraestruturas enoturísticas, que podem atrair muitos visitantes e enófilos.

Em um futuro próximo, outras regiões de altitude do Nordeste brasileiro poderão também ser incluídas no roteiro dos vinhos. É o caso do município pernambucano de Garanhuns, a cerca de 900 m de altitude, onde a Embrapa Semiárido introduziu e vem avaliando as primeiras cultivares de uva para vinhos, em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e o Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA).

De acordo com a pesquisadora Patrícia Coelho de Souza Leão, a região é uma bacia leiteira, sem nenhuma tradição vitivinícola. “Isso é um desafio muito grande, porque nós podemos estar ofertando uma nova alternativa, não só agrícola,



mas também do enoturismo, já que é uma localidade com clima de altitude e com forte potencial turístico”, observa.

Até o momento, foram identificadas as variedades que se adaptam à região e estão em fase de vinificação os primeiros vinhos elaborados a partir das uvas produzidas na área experimental. De acordo com a pesquisadora, também há interesse de pelo menos um empresário local na implantação de uma área comercial, que deve contar com o apoio das instituições envolvidas na pesquisa, utilizando como base os resultados nela obtidos.

Já nos estados de Minas Gerais e São Paulo, tradicionais produtores de café, surge uma nova vitivinicul-

tura, que usa o método da dupla poda, desenvolvido pelo engenheiro-agrônomo Murilo de Albuquerque Regina, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). A técnica diferenciada é caracterizada por uma poda em agosto, como normalmente ocorre no Hemisfério Sul. Só que a poda, nessa nova técnica, é para a formação dos ramos, cujas uvas são descartadas entre novembro e dezembro, no início da estação das chuvas. Já a segunda poda, dessa

vez de produção, acontece em janeiro e a colheita em junho-julho, em função das variedades, em condições de inverno seco, com dias quentes e noites frias, o que contribui para a qualidade da uva e para a tipicidade dos vinhos. »

Ilustração: Luciana Fernandes

Foto: Fernando Birolo

EM BUSCA DA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA

São quase 50 anos desde os primeiros projetos de elaboração de vinhos nas áreas de clima tropical do Semiárido e a experiência e o acúmulo de conhecimento gerados pelos empreendedores da região, em colaboração com a pesquisa, reforçam a imagem da agricultura brasileira como inovadora, capaz de encontrar soluções para problemas complexos, abrindo novas oportunidades na faixa tropical do globo.

Em 2002, por demanda do setor produtivo local, a Embrapa Uva e Vinho e a Embrapa Semiárido começaram um projeto de pesquisa com o objetivo de desenvolver tecnologias para a produção de vinhos de qualidade com tipicidade regional. "Além de estarmos testando novas cultivares para qualificar os espumantes, que representam 70% da produção atual e são os mais apreciados da produção do Semiárido, estamos avaliando diferentes sistemas de manejo para aumentar a produção e também avanços no processo de elaboração de vinhos tintos, como a retirada manual do engaço, que qualifica ainda mais os produtos", informa o pesquisador Giuliano Pereira.

O grupo também trabalha na estruturação da Indicação de Procedência (IP) do Vale do Submédio São Francisco para vinhos finos tranquilos e espumantes, iniciativa sob a coordenação dos pesquisadores Jorge Tonietto e Giuliano Pereira, cujos trabalhos deverão estar concluídos ainda em 2017 para encaminhamento ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). "Essa será a primeira indicação geográfica (IG) de vinhos tropicais do Brasil e a primeira do mundo equivalente ao padrão europeu, possibilitando a qualificação dos produtos com padrões de identidade típicos do Semiárido brasileiro, onde a produção de uvas e vinhos ocorre durante todo o ano, viabilizando a promoção dos vinhos tropicais por meio das vinícolas integrantes do Instituto do Vinho do Vale do São Francisco (Vinhovaf)", informa Tonietto.

No âmbito do projeto está sendo feita a delimitação geográfica da área de produção da futura IG, com base no zoneamento edáfico e climático, no relevo e no uso do solo, que inclui as áreas de vinhedos e das vinícolas. Estão sendo feitas a caracterização da qualidade química e sensorial dos

vinhos, a descrição da tipicidade dos produtos, com base na viticultura e enologia regionais, e a caracterização e a valorização da paisagem e do enoturismo. E, ainda, com a participação dos produtores, está sendo elaborado o Regulamento de Uso, documento que estabelece padrões de produção a serem adotados para os vinhos que receberão o selo de Indicação de Procedência na região.

A indicação geográfica, além de valorizar os territórios vitícolas brasileiros, reforça a reputação do vinho brasileiro, servindo para qualificar sistemas de produção de uvas e vinhos, diferenciando a indústria vinícola nacional.

Segundo Mauro Zanus, chefe-geral da Embrapa Uva e Vinho, a estruturação da Indicação Geográfica permitirá atribuir um "sentido de lugar" à produção local. "Os consumidores de vinhos percebem a qualidade considerando, além dos elementos da cor, aroma e sabor, todo o entorno dos produtos, sendo a vinculação dos vinhos com a peculiaridade do 'lugar Semiárido' um diferencial que, certamente, será valorizado pelos mercados", assinala Zanus. •



Simpósio Internacional de Vinhos Tropicais (ISTW). Mais informações no site: <https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/istw>.

Embrapa Semiárido
<https://www.embrapa.br/semiario>

Embrapa Uva e Vinho
<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho>



EDITOR DE GENES

Ao “cortar” e “colar” partes do genoma de plantas, animais e microrganismos, a técnica CRISPR tem potencial para revolucionar a ciência da vida

Por **Fernanda Diniz**
Arte: **Roberta Barbosa**
Infografia: **Bruno Imbroisi**

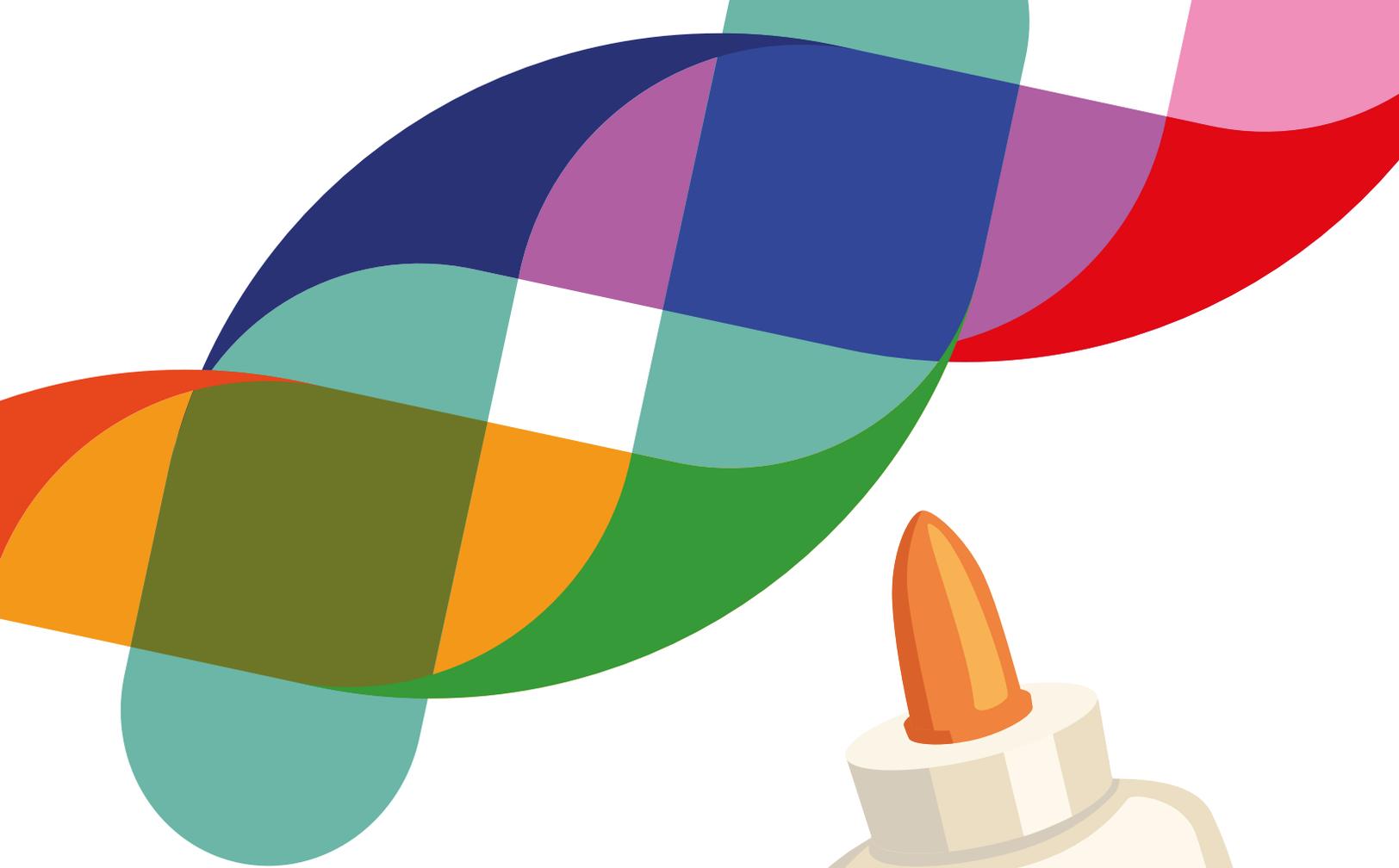
No mundo digital, a definição contemporânea do verbo “editar” é a possibilidade de alterar um arquivo. Essa é a base para compreender o que significa a edição de genomas. Atualmente, a tecnologia mais promissora nessa área é denominada CRISPR (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*) que, como explica o pesquisador da Embrapa Soja Alexandre Nepomuceno, “funciona como um corretor ortográfico, permitindo identificar genes de interesse no

DNA de qualquer espécie e modificá-lo de acordo com as necessidades da pesquisa, sem a inclusão de genes de outras espécies.” Por exemplo: no caso de uma doença genética, fruto de uma mutação nas bases nitrogenadas da cadeia de DNA, é possível corrigir isso com o uso dessa ferramenta.

A técnica foi descoberta em estudos sobre o “sistema

imunológico” de bactérias, que, quando são atacadas por um determinado vírus, guardam pedaços do DNA do organismo agressor. Com isso, toda vez que entram em contato com aquele mesmo vírus, conseguem reconhecê-los rapidamente. Essa capacidade instigou os cientistas, levando-os a alterar a informação do patógeno, no caso o vírus, colocando em seu lugar a informação de outra sequência de DNA. “Assim, surgiu o sistema de edição gênica”, comenta Nepomuceno. Por meio dessa técnica é possível





corrigir e criar novas situações. Um exemplo recente é um milho desenvolvido nos Estados Unidos para atender a dois segmentos – fabricação de papel e utilização na indústria alimentícia. A semente do milho tem dois tipos de amido: a amilose (25%) e a amilopectina (75%), mas para utilização nessa indústria, quanto menos amilose, melhor. Para atender a indústria, foi desenvolvido um milho modificado com a técnica CRISPR, desligando o gene que produz a amilose, o que gerou um produto com 100%

de amilopectina, já aprovado como não transgênico nos Estados Unidos, apesar de ter sido modificado geneticamente.

"Essas tecnologias já estão revolucionando a ciência pela facilidade de uso e precisão da modificação genética, além de fugir da polêmica dos transgênicos", afirma. Isso porque a tecnologia CRISPR permite reforçar ou inibir determinada característica de um organismo, sem a necessidade de incluir genes de outras espécies. Segundo o pesquisador uma



mudança que levaria centenas de anos na natureza, por meio de mutações naturais, pode ser feita com apenas uma mutação induzida, a partir do uso dessas tecnologias. »

TUDO COMEÇOU COM ELES

A CRISPR é uma tecnologia relativamente nova – começou a ser utilizada na agricultura em 2014. Segundo o pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Elíbio Rech, que, junto com Nepomuceno, é um dos pioneiros no uso dessa tecnologia no Brasil, trata-se de uma evolução do conhecimento anunciado pelos pesquisadores James Watson e Francis Crick em 1953: a descoberta da estrutura da molécula de DNA, sigla para ácido desoxirribonucleico, responsável pela transmissão das instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamento de todos os seres vivos. A façanha revolucionou a pesquisa científica e criou novos paradigmas para a biologia, a medicina, a agricultura, a indústria e muitas outras áreas que se beneficiam dos desenvolvimentos tecnológicos nas ciências da vida. O modelo desenvolvido por Watson e Crick demonstrou que o DNA se assemelha a uma escada em caracol, o que lhes rendeu o prêmio Nobel de Medicina nove anos depois. Seguindo a descoberta, o geneticista suíço Werner Arber identificou enzimas de restrição capazes de cortar a molécula de DNA, o que também lhe rendeu o Nobel de Medicina em 1978. Muitos termos que invadem hoje o cotidiano da sociedade contemporânea, como células-tronco, genoma, transgênicos e clonagem, entre outros, são derivados da descoberta de estrutura do DNA, porque, de todas as áreas da biologia, a que mais avançou foi a de biologia molecular.

MUDANÇAS RADICAIS NOS HORIZONTES DA GENÉTICA

Técnicas para editar e modificar o DNA são utilizadas desde a década de 1980, mas a tecnologia CRISPR pode ser considerada revolucionária por permitir a manipulação de genes com maior precisão, rapidez e menor custo. Ela vem substituindo com bastante eficácia as TALENs (*Transcription Activator-like Effector Nucleases*), que eram as mais utilizadas para alterar genes específicos em uma ampla variedade de células e organismos.

Descoberta em 2012, a tecnologia utiliza enzimas Cas para cortar o DNA em pontos determinados. Voltando à metáfora do corretor ortográfico, ela permite localizar e substituir genes, assim como palavras em um texto, sendo que o primeiro passo é localizar o gene a ser editado para, depois, fazer a alteração desejada.

A iniciativa pioneira com a tecnologia CRISPR na agricultura mundial foi obtida pela pesquisadora chinesa Caixia Gao (veja referência em **navegue**) com plantas de trigo para resistência a uma das piores ameaças à cultura: uma doença fúngica denominada *Powdery mildew*, que afeta não apenas o trigo, mas muitas outras culturas de importância agrícola. Hoje, Gao utiliza também a CRISPR para desenvolver variedades melhoradas de milho e arroz.

Uma das vantagens dessa tecnologia é o fato de ela não depender da transgenia, o que pode facilitar sua aceitação pela sociedade, que ainda manifesta resistência aos organismos geneticamente modificados (OGMs). Em alguns casos, a tecnologia pode até envolver transgenia, se forem usados genes de espécies diferentes, mas, na maior parte das pesquisas, como as desenvolvidas por Gao, a edição do genoma é feita dentro da própria planta.

Para a cientista chinesa, é preciso aprender com os erros que foram cometidos em relação aos organismos transgênicos. Ela explica que, na China, a aceitação desses produtos não é boa, de forma geral. É necessário que a sociedade conheça os benefícios e a forma de utilização dessa tecnologia para que não caia no mesmo nível de desinformação dos OGMs, o que levou grande parte da sociedade a rejeitá-la na década de 1990. »



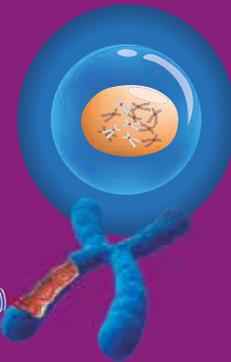
Aplicação da CRISPR para geração de bois com dupla musculatura.

O cruzamento desses bois com outros bovinos de corte resulta em híbridos, cujas carcaças apresentam maiores índices de rendimento e produtividade.

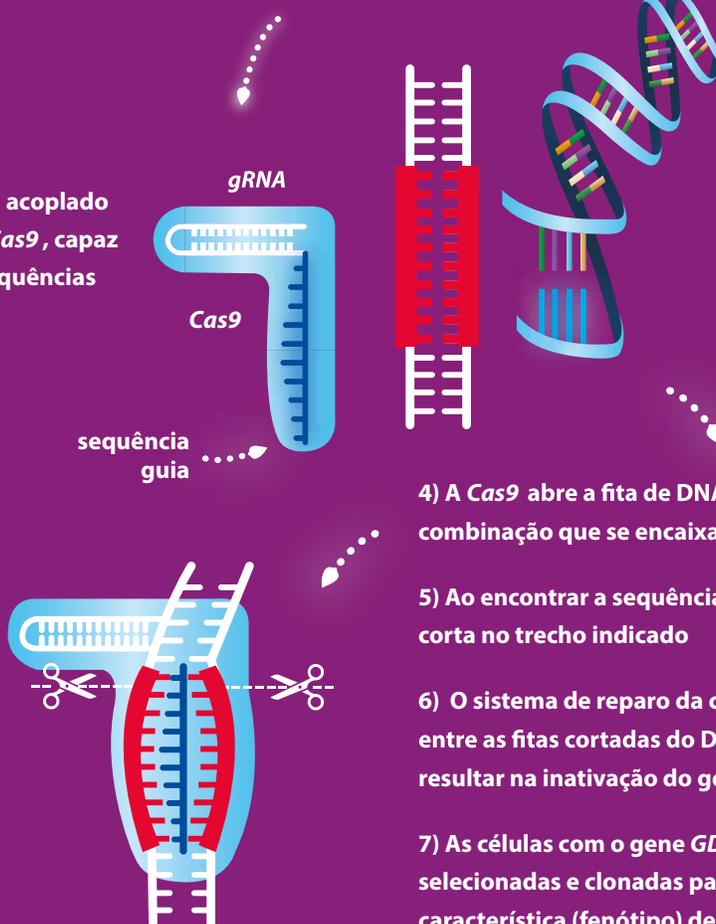
COMO PRODUZIR UM BOI COM DUPLA MUSCULATURA

1) A sequência de interesse do DNA, ou gene, é identificada. No caso, o gene responsável por inibir a dupla musculatura é o *GDF8*

2) Com o trecho conhecido faz-se um *RNA-guia* (*gRNA*), com uma sequência que se encaixa nesse **gene de interesse**



3) O *gRNA* é acoplado à proteína *Cas9*, capaz de cortar sequências de DNA.



4) A *Cas9* abre a fita de DNA, enquanto o *gRNA* procura a combinação que se encaixará nele

5) Ao encontrar a sequência indicada pelo *gRNA*, a *Cas9* a corta no trecho indicado

6) O sistema de reparo da célula restabelece a ligação entre as fitas cortadas do DNA, esse processo pode resultar na inativação do gene

7) As células com o gene *GDF8* silenciado poderão ser selecionadas e clonadas para produção de animais com a característica (fenótipo) de musculatura dupla.

TECNOLOGIA É ESTRATÉGICA PARA O PAÍS

A CRISPR tem grande potencial de utilização como ferramenta para o desenvolvimento de processos e produtos inovadores e agregação de valor à biodiversidade, assinala o pesquisador Elíbio Rech. Essa tecnologia representa uma quebra de paradigma na engenharia genética até agora utilizada porque permite "ligar" e "desligar" genes dentro de uma mesma planta, sem deixar genes estranhos ao organismo no produto final.

No Brasil, ainda há poucos grupos trabalhando com a CRISPR. A Embrapa é uma das pioneiras na sua utilização no País. O pesquisador lembra que ela começou a ser testada logo após a publicação do primeiro artigo no mundo em 2012: “Naquela época, não havia um projeto específico. Foram geradas plantas de soja, mas o objetivo era dominar a metodologia e comprovar sua eficiência.”

O foco principal das pesquisas da Embrapa, no momento, é a geração de plantas de algodão e soja com resistência a pragas e doenças, tolerância a estresses climáticos e aumento do teor proteico e da quantidade de óleo, especialmente no caso da soja.

Rech acredita que a aprovação, em 2016, do projeto “Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) de Biologia Sintética”, o qual ele coordena, pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pode fortalecer e intensificar as pesquisas com a CRISPR, entre outras tecnologias. Isso porque o INCT contará com o apoio e será incluído no consórcio internacional de biologia sintética “OpenPlant” (do inglês *Open Technologies for Plant Synthetic*

Biology), formado pelas mais importantes universidades, empresas e institutos de pesquisa do Brasil e do mundo que trabalham com o tema. Com isso, as tecnologias, as plataformas tecnológicas e os produtos gerados pelo INCT farão parte de um modelo de inovação aberta e de cooperação competitiva e ficarão à disposição da sociedade.

Para manter o protagonismo na utilização da tecnologia CRISPR no Brasil, a Embrapa a estabeleceu como uma de suas linhas de pesquisa estratégicas. “A possibilidade de editar genomas com alta precisão, a custos relativamente baixos, representa uma nova revolução para a ciência”, enfatiza Maurício Lopes, presidente da Empresa. Ele explica que o uso dessa tecnologia permitirá olhar a biodiversidade em um sentido mais amplo, a partir de um uso sustentável de seus recursos.

AVANÇOS NA ÁREA ANIMAL

A biotecnologia animal vem evoluindo de forma vigorosa no Brasil. A década de 1980 foi marcada pelas microinjeções pró-nucleares de embriões para produção de animais transgênicos, cuja eficiência foi muito baixa. A década de 1990 foi dominada pela clonagem por transferência nuclear, com o nascimento da ovelha Dolly, na Escócia, e da vaca Vitória da Embrapa, no Brasil. Nos anos 2000, outras técnicas foram incorporadas ao conjunto de ferramentas científicas. Desde os anos 2010, a tecnologia CRISPR passou a dominar a área de biotecnologia da reprodução animal. Hoje, já existem mais de 300 animais

editados, incluindo suínos, ovinos e bovinos. Entre os resultados obtidos com a aplicação dessa tecnologia no mundo, destacam-se a produção de leite com menos ingredientes alergênicos, de biofármacos no leite, desenvolvimento de vacas leiteiras sem chifres, de ovelhas mais musculosas e de miniporcões para comercialização como animais domésticos.

Para o pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Maurício Machaim, o foco das pesquisas hoje está voltado à cura e à prevenção de doenças de animais, que são o grande problema dos produtores: “Só o carrapato causa prejuízos à pecuária brasileira superiores a R\$ 5 bilhões por ano. Mas existem outros problemas, como a mosca-dos-chifres, por exemplo.”

O também pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Eduardo Melo ressalta que hoje os principais desafios da ciência são: a velocidade e a oportunidade. Nesse cenário, a tecnologia CRISPR pode representar uma aliada da ciência na busca por essas soluções, seja para produzir medicamentos no leite de animais seja para curar doenças que afligem os rebanhos. “A velocidade que ela oferece para ligar ou desligar genes não tem precedentes em outras técnicas de edição de genomas”, afirma. Ele cita como exemplo de sucesso o trabalho de uma equipe norte-americana que conseguiu silenciar 62 genes de vírus em suínos.

“Na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, ainda estamos em fase de domínio e estabelecimento da metodologia com a construção de vetores

para a edição de genomas de bovinos. A partir do momento em que conseguirmos dominá-la, as possibilidades serão infinitas, comenta. Ao mesmo tempo, o pesquisador faz questão de ressaltar que a tecnologia ainda é muito nova: “Para a ciência, uma tecnologia de cinco anos ainda é muito recente. O mundo inteiro, praticamente, ainda está em fase de testes.” (Leia também *Múltiplas perspectivas para a pecuária de leite*, na página 39).

DISPUTA DE PATENTES

A patente da tecnologia CRISPR nos Estados Unidos é disputada entre dois cientistas norte-americanos: Jennifer Doudna, da Universidade da Califórnia, e Feng Zhang, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT).

A briga entre os dois impactou a forma estadunidense de deferir patente. Até março de 2013, o *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) avaliava as patentes considerando todo o desenvolvimento do processo, incluindo atas de laboratório. Hoje, a patente é deferida a quem depositar o pedido primeiro, assim como é feito pelo Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), no Brasil. A coordenadora de Propriedade Intelectual da Secretaria de Negócios da Embrapa, Sibelle Silva, afirma que existem hoje, no mundo, 662 documentos de patentes que mencionam a tecnologia CRISPR. Nos Estados Unidos, há 22 patentes concedidas a partir do uso dessa tecnologia.

REGULAMENTAÇÃO NO BRASIL



Foto: Tomas May / Embrapa

Sistema de placas “ready-to-use” para detecção de OGM em alimentos.

A regulamentação para utilização da tecnologia CRISPR no Brasil é uma questão ainda indefinida. Nos Estados Unidos, o *Food and Drug Administration* (FDA), órgão governamental americano responsável pelo controle dos alimentos (tanto para uso humano como animal), tem demonstrado a tendência de considerar os produtos editados pela tecnologia CRISPR como não transgênicos.

Segundo o pesquisador da Secretaria de Relações Internacionais da Embrapa Marcelo Freitas, a diferença mais expressiva entre as regulamentações relacionadas à biossegurança no Brasil, Estados Unidos, Argentina e China é que, aqui, a aprovação de um produto resultante de NBTs (*new plant breeding techniques*), incluindo a tecnologia CRISPR, leva em conta todo o processo de desenvolvimento, enquanto nos outros países se concentra nas características do produto final, independentemente do processo.

Alexandre Nepomuceno, que também é membro da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), explicou que a CRISPR e outras tecnologias utilizadas no melhoramento genético de plantas, animais e microrganismos vêm sendo alvo de discussões nesse órgão há dois anos. “Nossa preocupação é definir como as novas ferramentas se encaixam na Lei de Biossegurança, vigente no Brasil desde 2005”, ressalta. Está claro que a regulamentação das técnicas de edição de gene faz parte do escopo dessa Lei, já que ela abrange qualquer tipo de manipulação genética.

Em termos técnicos, a técnica CRISPR já está sendo utilizada em vários projetos no Brasil, mas ainda há muitas questões a serem debatidas, especialmente em relação à regulamentação e à percepção pública. “É muito importante para o desenvolvimento de produtos no Brasil que a sociedade seja claramente informada sobre os detalhes da tecnologia, procurando-se evitar o mesmo erro cometido mundialmente com a falta de informação sobre o uso da transgenia”, opina a pesquisadora Maria José Sampaio, da Coordenação de Políticas Globais da Secretaria de Relações Internacionais da Embrapa. »

COMO A ENGENHARIA GENÉTICA PODE MELHORAR A SOJA?

Por Lebna Landgraf

A resposta pode estar na ferramenta CRISPR.

Nos laboratórios da Embrapa Soja há oito meses, a tecnologia está ajudando os pesquisadores a desenharem algumas construções gênicas para angariar características diferenciadas à cultura da soja. A soja está presente em 33 milhões de hectares no Brasil, que é hoje o segundo produtor mundial do grão.

A ferramenta CRISPR/Cas vem sendo estudada pela pesquisadora Liliane Henning, da Embrapa Soja, com o objetivo de desativar genes com características indesejáveis e, dessa forma, promover a melhoria da qualidade de grãos e sementes. No caso dos grãos, o foco é a alteração de rotas metabólicas para reduzir a ação dos fatores antinutricionais.

A leguminosa apresenta alto valor nutricional. Em média, possui 38% de proteínas, 20% de lipídios (óleo), 5% de minerais e 34% de carboidratos. Apesar de suas características benéficas, os grãos contêm alguns fatores que podem diminuir a disponibilidade de nutrientes e a absorção de aminoácidos. “Utilizando a tecnologia CRISPR/Cas para desligar genes que determinam a expressão dos fatores antinutricionais, como os inibidores de tripsina, por exemplo, podemos aumentar a digestibilidade da soja”, avalia a pesquisadora.

VERSATILIDADE DA TECNOLOGIA

O aumento dos teores de ácidos oleicos na soja também é destaque nos estudos. Nesse caso, o objetivo é melhorar a qualidade do óleo de soja, pois o aumento no teor de ácido oleico proporciona maior estabilidade do óleo e reduz a necessidade de hidrogenação química, responsável pela produção dos indesejáveis ácidos graxos trans. “Com relação às sementes de soja, nosso objetivo será desligar genes que aceleram seu processo de deterioração, tanto na pré-colheita quanto durante o armazenamento”, conta Henning.

Já o pesquisador Alexandre Nepomuneco, da Embrapa Soja, busca desativar genes envolvidos no metabolismo do etileno, hormônio vegetal que interfere nos mecanismos de aumento de tolerância à seca: “O gás etileno está envolvido com a maturação da soja e, quando interferimos nesse metabolismo, podemos ampliar o tempo que a planta suporta períodos de seca”.

O desafio é desenvolver uma planta de soja não transgênica com resistência ao herbicida da classe das imidazolinonas. “Nossa ideia é utilizar a tecnologia CRISPR/Cas para editar os genes ahas da própria soja, e não ter que inseri-los de outra espécie. Assim, o produto final seria uma planta não transgênica”, conta Nepomuceno. “Ativando o gene ahas que atual-

mente fica silenciado no genoma da própria soja, aceleramos um processo que poderia levar muitos anos para acontecer espontaneamente na natureza”, completa. O pesquisador cita, em contraponto, o caso da tecnologia Cultivance, disponível no mercado desde 2015, que se baseia em uma soja resistente ao herbicida da classe das imidazolinonas, que possui o gene ahas transferido de plantas de Arabidopsis. “Como a característica foi introduzida no genoma da soja via outra espécie vegetal (Arabidopsis), é considerada uma soja transgênica”.

A CRISPR pode ainda ser utilizada para melhorar a resposta da soja aos seus principais patógenos, como o fungo causador da ferrugem-asiática, a mais severa doença da cultura. Trabalhos conduzidos nessa linha pela pesquisadora Francismar Correa Marcelino, da Embrapa Soja, identificaram genes relacionados à patogenicidade que são expressos pelo agente causador da doença no momento da infecção e transferidos para a soja, que tem como alvo regiões do DNA da planta. “Identificar tais regiões e posteriormente promover alterações pontuais com uso da CRISPR/Cas que impeçam tal ativação ou desligamento de genes da soja pelo patógeno pode contribuir para o desenvolvimento de novas alternativas de controle da doença”, explica.

PRECISÃO PARA A CANA-DE-AÇÚCAR



Foto: Paulo Lanzetta / Embrapa

Por Vivian Chies

Ganhar agilidade e, principalmente, precisão na engenharia genética da cana-de-açúcar, cultura que tem papel relevante tanto na cadeia de alimentos quanto para a segurança energética do Brasil – essa é a proposta dos pesquisadores da Embrapa Agroenergia. Em 2015, a biomassa da cana foi responsável pela geração de 16,9% de toda a energia consumida no País, principalmente na forma de etanol e eletricidade gerada com a queima do bagaço.

Com o uso da engenharia genética e técnicas convencionais, pesquisadores desse centro de pesquisa já desenvolveram uma cana transgênica tolerante à seca, que está em fase de avaliação a campo, e estão trabalhando

em outra variedade capaz de crescer de forma eficiente em solos com alto teor de alumínio. O protocolo de transformação genética gerado nesses trabalhos, agora, servirá de base para o desenvolvimento de novas características nas plantas, utilizando a tecnologia CRISPR/Cas9.

O pesquisador Hugo Bruno Corrêa Molinari explica que um sistema de transformação genética bem estabelecido da espécie com que se vai trabalhar é um dos pré-requisitos para o uso da CRISPR/Cas9, uma evolução das técnicas de modificação genética. “É uma transformação genética com precisão”, resume. Mas há uma diferença importante, já que nenhum dos »

elementos utilizados para promover a modificação permanecem no genoma das plantas: “Nem a enzima, nem qualquer outro elemento utilizado para a transformação ficam presentes.” Por isso, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos tem considerado não geneticamente modificadas as variedades de plantas obtidas por essa técnica.

A precisão é justamente a grande vantagem apontada por Molinari no uso da CRISPR/Cas9. Com a metodologia convencional, o DNA portador das características desejadas (DNA doador) é inserido na planta que se quer modificar, mas não há como direcioná-lo para a região exata do genoma em que ele precisa ficar. O que se faz, então, é repetir o processo muitas vezes, gerando, frequentemente, milhares de indivíduos. Os cientistas, então, observam o comportamento de cada um deles para identificar e selecionar aquele que apresenta a característica que se pretendia adicionar sem perder o desempenho que a planta já tinha.

“Adotar a tecnologia CRISPR é adicionar uma espécie de localizador ao processo, que leva a enzima Cas9 e o DNA doador até o local exato do cromossomo exato em que ele precisa ficar. A Cas9 é uma enzima que faz ‘cortes’ no DNA da planta, provocando uma mutação que inativa um gene indesejado, ou abrindo caminho para a entrada de um DNA doador”, explica Molinari.

Contudo, a fim de indicar à CRISPR para onde levar a enzima e o DNA doador, é preciso conhecer (e muito bem!) o genoma do organismo ao qual se pretende conferir uma nova característica. É essencial conhecer muito bem o gene que governa o

comportamento que se quer modificar. A CRISPR/Cas9 não constitui uma nova técnica que dispensa o conhecimento e as metodologias desenvolvidas até então para modificação genética. “Todas as expertises que hoje existem serão aproveitadas e será necessário um domínio ainda maior do que se está fazendo. É uma evolução da técnica!”, ressalta.

No caso da cana-de-açúcar, essa necessidade de conhecimento limita a aplicação da tecnologia CRISPR/Cas9. Diferente de milho e soja, por exemplo, a planta ainda não tem o sequenciamento completo de seu genoma disponível. Ainda assim, os pesquisadores conseguiram, nos poucos genes cujas sequências já foram decifradas, características importantes que podem ser modificadas com essa técnica de precisão.

Mas a tarefa não deve ser fácil. Enquanto em boa parte das plantas há apenas um par de cada gene, na cana há seis pares. Ou seja, para conferir à planta a característica desejada, será preciso fazer a mesma modificação em cada um deles. O desafio é grande, mas Molinari acredita que vale a pena. Muitas propriedades desejáveis às culturas agrícolas, especialmente no atual cenário de mudanças climáticas, não são encontradas em mutações naturais que viabilizem programa de melhoramento clássico, por cruzamentos. A engenharia genética com a CRISPR/Cas9 surge, então, como técnica poderosa. “Temos oportunidade de, com precisão cirúrgica, modificar exatamente aquela característica que é alvo do estudo. É uma ferramenta muito interessante, porque temos a precisão a nosso favor”, defende o pesquisador da Embrapa Agroenergia.



MÚLTIPLAS PERSPECTIVAS PARA A PECUÁRIA DE LEITE

Por Marcos La Falce

Em um futuro próximo, o panorama da pecuária de leite poderá sofrer mudanças importantes. Ferramentas de edição genômica, como CRISPR, poderão ser aliadas importantes para que a área de melhoramento genético animal possa promover inúmeras modificações em qualidade e quantidade com velocidade superior às técnicas até então existentes.

De acordo com o pesquisador Luiz Sérgio Camargo, as ferramentas de edição genômica podem incluir aplicações bastante pontuais na bovinocultura leiteira. “Existem mutações benéficas que surgem conforme a evolução de determinada espécie ou raça e que, no entanto, não existem em outra raça com a qual precisamos trabalhar. A engenharia genética de precisão permite uma eficiência muito maior para que possamos desenvolver tal mudança em raças que não possuem as características que gostaríamos”, explica.

Com a técnica, será possível editar o genoma de acordo com a mutação desejada ou mesmo inserir uma sequência gênica encontrada em outra raça no exato ponto que vai determinar a alteração. O pesquisador completa: “Isso proporciona um controle muito maior sobre o que se pretende, em comparação com as ferramentas usadas anteriormente.”

Um exemplo recente da aplicação da edição genômica na pecuária é a geração de animais mochos em raças de produção leiteira, como a holandesa, em que raramente nascem animais sem chifres, ao contrário da raça britânica Angus, naturalmente sem chifre. Segundo Camargo, já foram gerados nos Estados Unidos dois animais em cujo genoma foi adicionado o alelo “mocho” (*polled*), um deles já em fase de produção de sêmen. Embora o impacto econômico dessa mudança não seja tão relevante, é significativo para o bem-estar animal e dos trabalhadores. “Sem necessidade da descorna química ou com ferro quente, não há sofrimento para o animal. Por sua vez, a ausência do chifre é mais segura para o trabalhador e para o próprio rebanho”, ressalta.

Camargo revela que há perspectivas de pesquisas para induzir mutações ou introduzir genes ou alelos visando desenvolver animais com maior resistência a carrapatos, especialmente nas raças de origem europeia, mais suscetíveis ao problema. O carrapato bovino causa prejuízos acima de US\$ 2 milhões/ano à pecuária brasileira: “Porém, isso ainda depende dos resultados de estudos genômicos e fenotípicos associados que mostrem o caminho para uma edição do genoma que promova o aumento da resistência ao parasita.”

Também há propostas para produção de leite hipoalergênico, com a alteração da beta-lactoglobulina e outras proteínas que compõem o produto e são responsáveis por provocar intolerância em consumidores. Outra pesquisa em andamento visa alterar determinadas enzimas para ampliar a quantidade de ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico conjugado (CLA, presente em grande quantidade no azeite de oliva), o que possibilitaria a produção de leite com elementos que possuem papel preponderante na redução do risco de doenças humanas, como arteriosclerose, infarto, AVC e vários tipos de câncer, entre outras.

“Todas essas perspectivas na área agrícola, como outras de tamanha importância na área da saúde humana e animal, tornar-se-ão realidade com maior rapidez, caso se decida por uma regulamentação segura mas menos complicada, baseada nas características finais do produto e que seja mundialmente reconhecida e aceita pelos consumidores”, alerta a pesquisadora Maria José Sampaio. •



« navegue »

Artigo mais recente da pesquisadora chinesa Caixia Gao

<https://www.nature.com/articles/ncomms12617>

Sobre CRISPR

<http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/02/19/uma-ferramenta-para-editar-o-dna/>

<https://www.youtube.com/watch?v=SuAxDVbt7kQ>

MELHORAMENTO PREVENTIVO

BRASIL SE
PREPARA PARA
UMA DAS
MAIS **TEMIDAS**
DOENÇAS DO
ARROZ

Cientistas desenvolvem variedades resistentes à bactéria *Xanthomonas* e se antecipam para proteger principal cereal do prato do brasileiro

Por Fabio Reynol
Arte: Fernando Jackson

Uma doença perigosa surgiu na Ásia há muitos anos. Ela dizima entre 20% e 30% dos grupos atingidos e, não raro, até mais de 50%. A enfermidade se espalhou pelo mundo e hoje já assola as vizinhas Venezuela e Colômbia. A boa notícia é que o Brasil está mais preparado para enfrentá-la. Não se trata de uma ameaça à saúde humana, mas à segurança alimentar da população e à economia agrícola. Trata-se da *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, bactéria de difícil e dispendioso controle químico, que se tornou um pesadelo para rizicultores asiáticos e sul-americanos.

O patógeno ainda não foi encontrado nas lavouras brasileiras, mas o País está em condições de enfrentá-lo graças ao melhoramento genético preventivo, trabalho que desenvolve plantas resistentes a doenças que nem sequer chegaram ao território nacional. No segundo semestre de 2016, cientistas brasileiros validaram no Panamá as primeiras linhagens de arroz com resistência à bactéria. Se a doença cruzar suas fronteiras, o Brasil já terá material disponível para ser reproduzido e distribuído a produtores antes de o mal impor prejuízos.

O novo arroz é resultado do trabalho do Programa de Melhoramento Genético Preventivo da Embrapa, realizado por dois centros de pesquisa da Empresa (Recursos Genéticos e Biotecnologia e Arroz e Feijão), em parceria com o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Panamá (IDIAP). “Trata-se de um trabalho estratégico que poupa o País de perdas enormes que uma doença como essa

é capaz de causar”, ressalta o pesquisador da Embrapa Marcio Elias Ferreira, coordenador do projeto e um dos responsáveis pelo arroz recém-desenvolvido.

As perdas a que Márcio Elias se refere alcançam facilmente a casa dos bilhões de dólares. Quando a ferrugem-da-soja chegou ao Brasil em 2001, o País não estava preparado. O cientista lembra que foram gastos mais de 3,5 bilhões de dólares em medidas de controle e uso de fungicidas, somente no primeiro ano de combate à doença. Estima-se que a ferrugem-da-soja já custou 25 bilhões de dólares ao setor agrícola nacional desde que chegou ao País.

Prevenir custa menos, especialmente no que se refere a culturas de grande importância econômica como a soja. No caso do arroz, há também uma questão socioeconômica, pois o cereal faz parte da mais popular dieta nacional, o arroz com feijão. Prevenir-se de um mal como a *Xanthomonas* significa dizer que os brasileiros não precisarão comprar arroz a preços elevados nos supermercados em um futuro próximo, o que ocorre quando fortes quebras de produção provocam desabastecimento. O meio ambiente também agradece. “As plantas resistentes limitam o impacto ambiental, ao minimizar a aplicação de químicos para combater doenças ou pragas”, lembra Márcio Elias, atualmente lotado no Agricultural Research Center (ARS), em Beltsville, no estado de Maryland, Estados Unidos, por meio do programa Embrapa Labex-USA. »

Sem tempo hábil para remediar

Uma das vantagens de se estudar preventivamente um patógeno quarentenário é conhecê-lo antecipadamente para saber como combatê-lo. Quando uma doença de alto risco entra em um país, o impacto econômico imediato é muito alto. Se o microrganismo não for conhecido, as ações de combate demandarão longo tempo, prolongando o prejuízo.

“Geralmente, demora-se muito para desenvolver protocolos de avaliação de sintomas, conhecer a biologia do organismo, identificar os genes de resis-

tência das plantas, executar os cruzamentos adequados, selecionar plantas resistentes e desenvolver novas cultivares. São várias etapas, que exigem muito tempo. Trabalhar preventivamente diminui os custos e aumenta a eficiência do processo”, detalha o cientista. Ele ressalta que mesmo a confirmação da identidade do organismo quarentenário pode ser demorada. “Muitas vezes temos de enviar amostras de plantas infectadas com a nova doença para especialistas no assunto no exterior para

que tenhamos certeza de que se trata do mesmo organismo encontrado pela primeira vez no Brasil”, explica.

Além de antecipar uma solução menos onerosa para um possível problema futuro da agricultura brasileira, o melhoramento preventivo também possui o importante papel de capacitar os cientistas a trabalhar com a doença ou praga com antecedência. Isso deixa a agricultura nacional muito mais preparada para enfrentar o problema quando ele enfim cruzar as fronteiras.

Sequeiro e irrigado adaptados

Quando a doença chegar ao Brasil, os agricultores já poderão contar com plantas resistentes tanto de arroz irrigado, plantado majoritariamente no Rio Grande do Sul, quanto de sequeiro, cultivado em vários outros estados brasileiros. As cultivares desenvolvidas são adaptadas às condições de plantio daqui. É justamente a adaptação às condições locais o maior obstáculo

para se importar soluções prontas

desenvolvidas para outros países.

“Em geral, as variedades desenvolvidas para as condições de plantio estrangeiras não se adaptam às brasileiras e são pouco produtivas aqui”, conta o pesquisador da Embrapa Paulo Hideo Rangel. Por sua vez, ele frisa que as novas cultivares apresentam alta produtividade. Rangel coordena o Banco de Germoplasma de Arroz, da Embrapa Arroz e Feijão, uma arca de Noé moderna que preserva materiais capazes de gerar novas plantas. O acesso a esse imenso arquivo genético

é fundamental para os trabalhos de melhoramento que dependem da diversidade para desenvolver materiais com as características almejadas. “O melhora-

mento preventivo começa no Banco de Germoplasma. Os genes que procuramos estão conservados nas milhares de variedades que guardamos para uso presente e futuro no melhoramento de plantas”, conta Rangel.

O Banco de Germoplasma de Arroz, situado em Goiás, forneceu os materiais de que os cientistas precisavam para obter as novas linhagens resistentes à bactéria, selecionados entre as 27.000 variedades de arroz conservadas em baixa temperatura e umidade. “Selecionamos três genes de resistência de amplo espectro, ou seja, aqueles que promovem resistência simultânea a várias ‘raças’ de *Xanthomonas*. Os genes foram introduzidos em uma mesma variedade para desenvolver plantas resistentes”, detalha Márcio Elias.



PESQUISA INTERNACIONAL

Plantas desenvolvidas para resistir a organismos quarentenários ausentes no Brasil não podem ser testadas, em campo, no País. A opção de teste exige a introdução do organismo quarentenário para testar a resistência das novas plantas em câmaras de contenção de altíssima segurança, o que requer instalações especializadas e envolve custos elevados. Mesmo com todo o controle, o risco de escape está sempre presente. A opção mais racional é testar as novas plantas melhoradas nos países que já possuem a praga ou doença. Por esse motivo, o melhoramento genético preventivo é fortemente atrelado a parcerias internacionais.

“Não há como fazer melhoramento genético preventivo sem colaboração de cientistas de outros países. Organismos quarentenários estão no exterior e os especialistas no assunto

também. Por isso, uma das primeiras ações no trabalho de resistência a *Xanthomonas* foi assinar um acordo de cooperação entre a Embrapa e o IDIAP do Panamá” comenta Márcio Elias Ferreira. “Recentemente, assinamos um acordo específico de colaboração científica em melhoramento preventivo com o Serviço de Pesquisa Agropecuária dos Estados Unidos (ARS-USDA) para a realização de pesquisa similar com outras espécies agrícolas, como feijão, soja e videira”, completa.

Além do instituto panamenho IDIAP e do ARS, a Embrapa mantém colaborações visando ao melhoramento genético preventivo com o Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Chile (Inia-Qilamapu), com Ministério da Ciência e Tecnologia de Angola e com a Corporação Colombiana de Pesquisa Agropecuária (Corpoica). »

Acordos visando ao **melhoramento genético preventivo**





Foto: Shutterstock/Embrapa

Próximos passos

Os testes de resistência conduzidos no Panamá foram coordenados pelo melhorista Ismael Camargo e pelo fitopatólogo Felipe González, pesquisadores do IDIAP. Eles usaram isolados da bactéria que são comuns em lavouras de arroz naquele país. Após os resultados positivos obtidos na América Central, a equipe do projeto pretende testar os materiais também na Colômbia por meio de parceria com a Corpoica. “Sabemos que nossas plantas são resistentes às raças da bactéria que estão no Panamá, agora vamos ver se apresentam desempenho semelhante em relação àquelas presentes na Colômbia. Queremos oferecer ao produtor brasileiro um material com grandes chances de resistir a um amplo leque de raças do patógeno, caso a doença seja detectada no País”, almeja o pesquisador.

O desenvolvimento das variedades de arroz resistente à bactéria é feito por meio da técnica de retrocruzamento baseado em análise de DNA. Os cientistas acompanharam os genes transferidos de três fontes de resistência para variedades de arroz adaptadas ao Brasil analisando o DNA das sementes produzidas em várias gerações do programa de melhoramento. As novas linhagens possuem os genes de resistência a *Xanthomonas* e, ao mesmo tempo, são muito parecidas geneticamente com variedades que já são utilizadas nas lavouras brasileiras. “A análise de DNA facilita e torna mais rápida e eficiente a seleção das características já presentes em variedades de arroz plantadas por nossos agricultores, com o acréscimo dos genes de resistência à bactéria”, relata o cientista.

Márcio Elias Ferreira agora se

dedica a desenvolver novas variedades de feijão-preto e feijão-carioca resistentes à bactéria quarentenária *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, uma importante doença do feijoeiro em vários países. O trabalho já identificou três genes candidatos ao controle das nove raças conhecidas do patógeno. Essa fase da pesquisa deve durar dois anos e envolve colaboração entre vários pesquisadores brasileiros e estadunidenses. A mesma abordagem está sendo aplicada para desenvolver variedades de soja resistentes ao pulgão *Aphis glycines*, praga que assola plantações nos Estados Unidos e que ainda não foi detectada no Brasil.



« navegue »

Melhoramento preventivo
<http://bit.ly/2mLMY9K>

O café que driblou a ferrugem



Foto : Paulo Lanzetta/Embrapa

Todas as vezes que você erguer uma xícara de café brasileiro, agradeça a Alcides Carvalho. Graças a ele, a cafeicultura nacional foi melhorada para resistir a um fungo que dizimava cafezais de outros países.

No início dos anos 1950, a ferrugem do cafeeiro não fazia parte das preocupações dos cafeicultores brasileiros, mas estava na pauta de pesquisa de Carvalho, geneticista do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

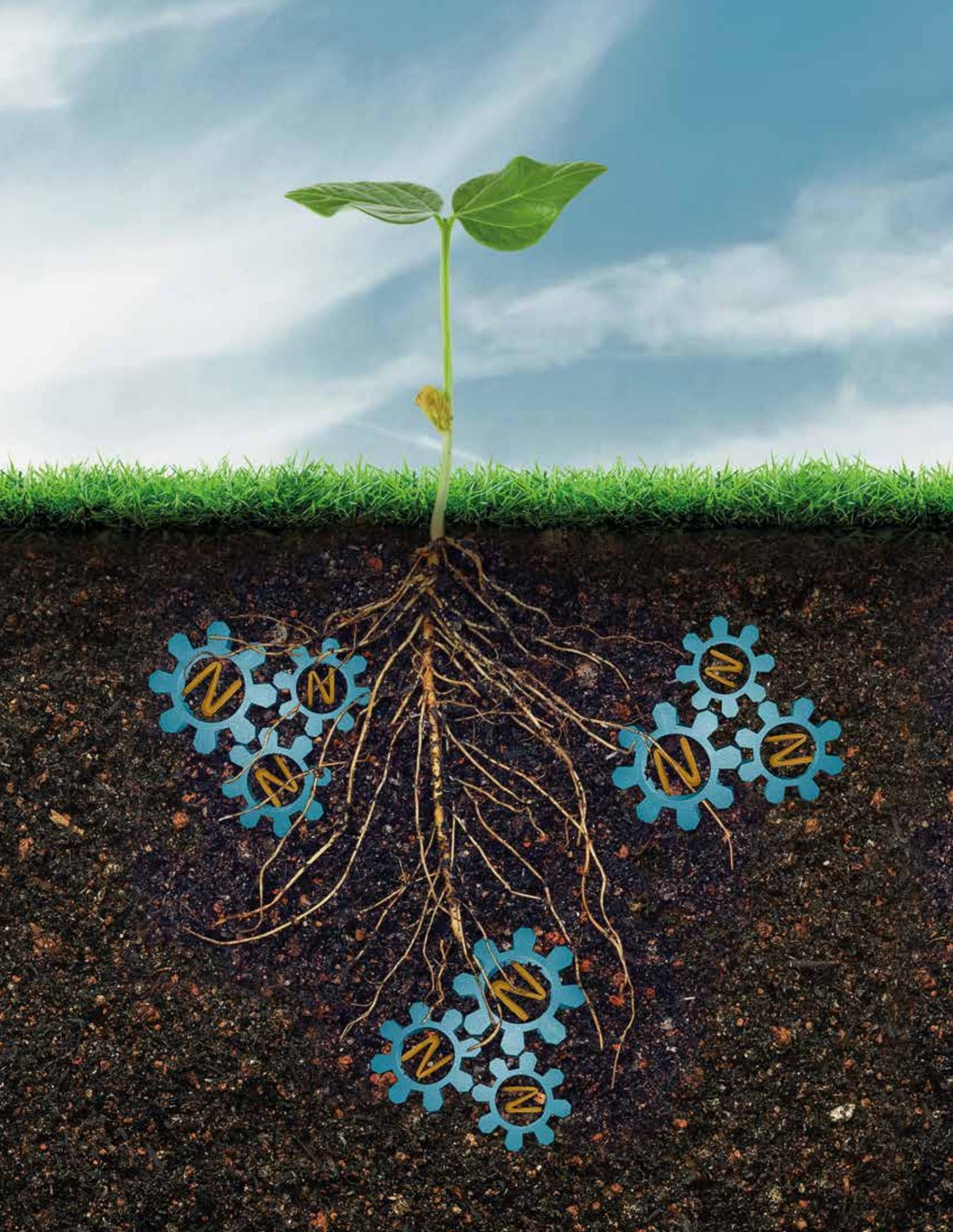
Vinte anos antes de a doença chegar ao Brasil, o cientista se preocupou em obter plantas resistentes ao fungo que amarela as folhas do cafeeiro e reduz a produção. Ele cruzou espécies canéfora com arábica com o intuito de associar a resistência da primeira às propriedades sensoriais proporcionadas pela segunda.

Para identificar plantas de café resistentes à ferrugem, Carvalho estabeleceu colaboração internacional com o

Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, em Oeiras, Portugal. Ao longo dos anos, várias progênies com diferentes níveis de resistência ao fungo foram identificadas e as plantas selecionadas usadas em cruzamentos no Brasil.

Quando a ferrugem do cafeeiro cruzou as fronteiras brasileiras, a pesquisa já contava com híbridos resistentes e prontos para serem multiplicados. Em uma época em que o café era o principal produto agrícola do Brasil, a visão do cientista poupou o País de prejuízos gigantescos.

Este é um dos mais bem-sucedidos casos de melhoria preventiva de que se tem conhecimento, e efeitos do trabalho de Alcides Carvalho perduram até os dias de hoje. Estima-se que a maioria dos cafeeiros em produção atualmente no Brasil possua parte de seu material genético oriundo das pesquisas do geneticista. •



**FIXAÇÃO BIOLÓGICA
DE NITROGÊNIO.
UMA PRODUÇÃO QUE
GERA MAIS LUCRO
COMEÇA POR UMA
TERRA MAIS RICA.**

A Fixação Biológica de Nitrogênio é uma fábrica natural de adubo nitrogenado para sua plantação, em que as bactérias fazem o trabalho.

Graças à pesquisa agropecuária, hoje todas as plantações de soja do Brasil adotam essa alternativa sustentável. A FBN, além de proteger lagos, rios e lençóis freáticos, ajuda a economizar US\$ 7 bilhões por ano que seriam usados na adubação química. Ou seja: mais economia para o produtor e mais respeito ao ambiente.

Acesse www.embrapa.br e conheça esta e outras soluções de pesquisa científica que a Embrapa tem a oferecer.

EMBRAPA. CIÊNCIA QUE TRANSFORMA A VIDA.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



O FIO QUE NOS UNE À ÁFRICA

Soluções tecnológicas e troca de saberes – apostas para o fortalecimento da cotonicultura em solo africano

Por Cristiane Vasconcelos e Edna dos Santos

Arte: Roberta Barbosa

Num continente onde a ajuda internacional historicamente tem faltado na resolução de problemas como a miséria e a insegurança alimentar, uma parceria tem sinalizado perspectivas diferentes. Em vez de mero aporte de recursos e tecnologias, troca de conhecimento e valorização do saber local têm sido a fórmula do projeto “Fortalecimento tecnológico e difusão de boas práticas agrícolas para o algodão nos países do C-4 e Togo”, ou, resumidamente, Cotton-4 + Togo. Desenvolvido pelo Brasil em conjunto com Benim, Burkina Faso, Chade, Mali e Togo, o projeto tem por objetivo apoiar os cinco países africanos no desenvolvimento do setor cotonícola, aumentando a produtividade, diversidade genética e qualidade do produto cultivado.

O algodão é uma das principais atividades econômicas no oeste africano, onde estão localizados os países que participam do projeto. Mais de dez milhões de pessoas dependem diretamente da cultura nessa região. A sobrevivência dos agricultores está atrelada ao que é produzido em pequenas propriedades, com tamanho em média de um a três hectares,

e com dificuldade de acesso a novas tecnologias.

Em 2009, esse cenário começou a mudar com o início do projeto Cotton-4 (C-4). Promovido pela Agência Brasileira de Cooperação (ABC) e contando com a parceria da Embrapa, o projeto vem, mais do que oferecer soluções tecnológicas, favorecer diálogos e intercâmbio de experiências e saberes para proporcionar a adaptação de tecnologias de acordo com as condições e as demandas locais, permitindo, assim, elevar a produtividade do algodão em mais de 100% em campos experimentais do projeto.

“Existe um modelo mental de produção no Brasil e um na África. Nós fizemos a composição dessas experiências”, afirma José Geraldo Di Stefano, coordenador técnico do projeto e analista da Embrapa Algodão. “O Brasil não apresentou um modelo pronto. Desenvolveu um de acordo com as necessidades de cada país, região e local, proporcionando uma verdadeira reflexão sobre os diferentes sistemas de produção e possíveis soluções”, reforça o coordenador.

A atitude brasileira de buscar o conhecimento local foi





o diferencial, acredita o pesquisador Sebastião Barbosa, atual chefe-geral da Embrapa Algodão, já que, segundo ele, outros países haviam tentado uma ação parecida na mesma região, sem êxito em termos de adoção e continuidade. Por isso, muitas pessoas duvidaram, inicialmente, que a experiência brasileira seria bem-sucedida.

HISTÓRIAS COMPARTILHADAS

O caminho até esse ponto de equilíbrio não foi curto.

Começou em 2006, quando a primeira missão com pesquisadores brasileiros da Embrapa e especialistas da ABC chegou ao Mali para fazer um diagnóstico da cotonicultura regional e indicar prioridades para um projeto de cooperação técnica. A missão resultou num projeto estruturante de longo prazo, sob liderança de Sebastião Barbosa, que incluía em seu escopo a construção de infra-estruturas, como prédios e laboratórios, e a promoção de treinamentos de pesquisadores e técnicos africanos, para adoção e continuidade das soluções tecnológicas apresentadas. Nova missão foi ao Mali para

discussão da proposta. Em março de 2009, com o projeto definido quanto a tecnologias e metodologias, iniciava-se oficialmente a cooperação internacional entre Brasil, Benin, Burkina Faso, Chade e Mali – o Togo só entraria no projeto em 2015.

Do lado brasileiro, a Embrapa assumiu a responsabilidade técnica do C-4, ou seja, de sua execução por meio da troca e adaptação de tecnologias. Por atuar diretamente com o tema, a Embrapa Algodão assumiu a liderança técnica. Ao longo desses cinco anos, a iniciativa contou ainda com o envolvimento de pesquisadores de diferentes centros de pesquisa da Empresa, especializados nas tecnologias levadas ao continente africano.

Pelo lado africano, a parceria foi mediada por uma instituição de pesquisa de cada país: Instituto de Economia Rural do Mali (IER), Instituto Ambiental e de Pesquisas Agrícolas de Burkina Faso (Inera), Instituto Togolês de Pesquisa Agrônômica (ITRA), Instituto Nacional de Pesquisas Agrícolas de Benin (Inrab) e Instituto de Pesquisa Agrícola para o Desenvolvimento do Chade (ITRAD).

O pioneirismo da proposta obteve o reconhecimento do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), com a concessão, em 2016, do prêmio S3 Award de Cooperação Sul-Sul para o Desenvolvimento Sustentável, organizado pelo escritório regional do PNUD para a América Latina e o Caribe (RBLAC), com apoio do Escritório de Apoio a Políticas e Programas/Cooperação Sul-Sul (BPPS/SSC), de Nova Iorque. O projeto brasileiro foi um dos quatro ganhadores, concorrendo com 33 programas de 19 países da América Latina. »



Foto: Mohamed Haqjab / ABC

Dia de Campo no Chade apresenta benefícios das plantas de cobertura para o solo

PESQUISA ADAPTATIVA

O Cotton-4 +Togo baseou-se na adaptação sustentável de tecnologias e conhecimentos brasileiros às condições de clima, solo e saberes do oeste africano. Segundo Sebastião Barbosa, a primeira missão ao Mali resultou no relatório que indicou as prioridades para o projeto, estruturadas, então, em três eixos tecnológicos que orientaram as atividades: melhoramento genético, manejo integrado de pragas (MIP) e sistema de plantio direto.

Entre as prioridades, destacou-se a conservação de solos. Com solos pobres em nutrientes e deficientes em água, pequenos produtores da região plantavam somente o algodão durante todo o ano. Num costume repassado de geração a geração, eles preparavam a terra para o plantio aguardando as chuvas, mas com o mínimo sinal de

deterioração, procuravam novas áreas.

Não havia iniciativas para recuperação, apenas uma degradação cada vez maior. Em meio a esse cenário, a experiência brasileira e a longa história de sucesso baseada na adoção do plantio direto indicavam, como alternativa, a adaptação dessa tecnologia às condições locais.

Outra técnica adotada foi a rotação de culturas no mesmo terreno. Alteraram-se algodão e grãos, como milho, sorgo, feijão-caupi ou outra cultura que fizesse parte da tradição alimentar do país. Além de tornar o solo mais rico, pois cada cultura plantada deixa, ali, nutrientes importantes para as culturas que virão, e não desgastar esse recurso, e sim recuperá-lo, o plantio direto proporciona ganhos também quando se trata do

melhor aproveitamento da água.

“Na África, toda a água que cai tem que ser disponibilizada para produção de alimentos e de algodão”, defende Di Stefano. Dessa forma, os produtores podem aproveitar a água especificamente para o desenvolvimento de plantas, em vez de desperdiçá-la com o preparo do solo e com o aumento de sua fertilidade. Isso pode ocorrer a partir da introdução do sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) com uso de plantas de cobertura prote-



toras do solo e introdução de culturas alimentares.

Aliado aos protocolos de plantio instalados, com o entendimento e a concordância dos agricultores, a cada ano, o Brasil forneceu aos países participantes dez variedades de algodão, sendo nove de fibra branca e uma colorida, com diferentes características morfológicas e com potencial para adoção na região. A intenção foi investir no melhoramento genético a partir de testes e estudos comparativos com as variedades locais realizados nos campos experimentais das instituições parceiras.

As variedades mais bem adaptadas foram a BRS 286 e a BRS 293, não só por sua produtividade, mas, principalmente, pela coloração de fibra muito branca. Seu uso proporcionou um aumento da produtividade nos experimentos feitos, ordenadamente, em Mali, Burkina Faso e Chade e depois em Benim. Segundo Di Stefano, a variedade BRS 293 chegou a apresentar produtividade de 700 quilos a mais do que as variedades locais.

Na estação de Sotuba, no Mali, totalmente revitalizada pelo projeto, com a construção de prédios, salas de treinamentos e laboratórios, a produtividade atual chega a seis toneladas de algodão e seis toneladas de milho. Antes do início do projeto, os

registros eram de 800 quilos e de 1,5 a 2,5 toneladas, respectivamente.

Nas propriedades de agricultores familiares, também no Mali, a produtividade média saltou de 800 quilos de algodão por hectare para 2,2 toneladas. A de milho chega a quatro toneladas.

Di Stefano ressalta a importância da estrutura construída e outras melhorias que devem ser propiciadas pelo projeto para a continuidade das ações pelas instituições de pesquisa dos países do Cotton-4 + Togo: “A revitalização dos laboratórios possibilitará amenizar as principais dificuldades dos sistemas de produção e ampliar oportunidades de elaboração de projetos de pesquisa pelas instituições desses países.”

Por fim, o terceiro eixo tecnológico foi o manejo integrado de pragas, com foco principal na adoção de técnicas de controle biológico, considerado o maior problema da região, abrangendo lagartas como a *Helicoverpa armigera*, com potencial de destruição de diferentes culturas nesses países.

“Assim como o plantio direto, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) também não foi levado como modelo pronto do Brasil. Aquele que foi implantado nas culturas africanas foi construído de acordo com as experiências locais”, explica o coordenador. Com a adoção do plantio direto e o melhoramento genético das variedades, o MIP fechou a proposta de melhoria dos sistemas de produção do oeste africano.

Ainda com foco no manejo integrado, foi instalado um laboratório de entomologia na estação de Sotuba para produção do inimigo natural da lagarta, o *Trichogramma*, nas ações de controle biológico. Em 2014 foi confirmada a espécie local – o *Trichogramma lutea* e ainda identificada uma

nova espécie no Mali pelos pesquisadores Ranyse Querino, da Embrapa Meio-Norte, e Mamotou Togola, do IER.

Cada um desses eixos contou com ações de capacitações e treinamentos promovidos pelo Cotton-4 + Togo, com atividades nos campos da África, além da participação de pesquisadores, técnicos e produtores desses países em missões a diferentes regiões produtoras do Brasil. Assim, conhecendo os sistemas produtivos brasileiros e comparando com os deles, foi possível chegar de modo mais eficiente aos protocolos instalados nas chamadas Unidades Comunitárias de Aprendizagem, construídas nas estações de pesquisa na África.

TECNOLOGIA AVANÇADA

Em 2015, com início da segunda fase do Cotton-4, que então passou a ser chamado Cotton-4 + Togo, com a entrada desse último país, os desafios se voltaram para ações que permitam a consolidação das soluções tecnológicas avançadas, garantindo que, num país onde 70% da população é analfabeta, a informação com qualidade seja facilmente compreendida pelos produtores.

A filosofia de trabalho, segundo adianta o coordenador técnico, é investir no diálogo. “O programa Diálogo: Pensar +1 está sendo proposto como estratégia para o desenvolvimento da segunda fase do C-4, para despertar internamente um novo olhar para sua missão e estudar novas maneiras de interação entre pessoas e processos, num verdadeiro exercício de aprendizagem organizacional”, prevê Di Stefano. »

C-4 + TOGO PELA ÓTICA AFRICANA

O produtor Abdoulaye Traore do distrito de Sanankoroba e cidade de mesmo nome, no Mali, possui uma fazenda de 25 hectares, dos quais cinco são destinados ao algodão, 15, ao milho e cinco, ao arroz. Para ele, o algodão ocupa um lugar importante no sustento da família de 25 pessoas, incluindo cuidados com saúde, vestuário, uma nova construção, entre outras necessidades financeiras.

Até a chegada do C-4, o cultivo era feito da forma tradicional, com semeadura manual após a aração do solo. Com o projeto, a família Traore aprendeu a semear diretamente sobre resíduos de milho e de plantas de cobertura, sem qualquer forma de preparo do solo, mesmo quando há baixa quantidade de chuva. Outros produtores ficam à espera de um volume significativo de chuva para começar a lavoura. “No início eu estava hesitante. Alguns anos depois, comecei a ver as vantagens da

tecnologia que o projeto trazia. Mudei minha maneira de cultivar e isso tem contribuído para a melhoria dos meus campos de produção, o que me permitiu autossuficiência”, conta Traore.

Segundo o produtor, antes de adotar as práticas recomendadas pelo projeto a produtividade do algodão variava de 600 a 900 quilos de algodão por hectares e cerca de 2 mil quilos de milho. “Agora o meu retorno é de 1,5 mil a 2,1 mil quilos de algodão e 3 a 4 mil quilos de milho por hectare”, compara.

A propriedade se tornou referência para os demais produtores da região, e ele, um multiplicador da filosofia do projeto e defensor do plantio direto.

VALOR INESTIMÁVEL

Na avaliação do chefe do programa de Algodão do Instituto de Economia Rural do Mali (IER), Amadou Yattara,

as capacitações e o investimento na infraestrutura de pesquisa dos países serão de “valor inestimável” para muitos estudos agrônômicos a serem desenvolvidos pelas instituições locais.

Ele diz que, por enquanto, não se pode falar de uma mudança no sistema de produção do algodão no país, mas acredita que o plantio direto pode trazer uma melhoria significativa nos rendimentos dos produtores se for amplamente adotado. “As ações ainda são muito fragmentadas. No entanto, alguns agricultores-piloto já estão desfrutando dos benefícios do sistema de plantio direto, especialmente o ganho do tempo dedicado à aração e a capacidade de plantar mais cedo, sem falar no impacto de uma fertilidade melhorada visível em parcelas nas quais foi utilizada a técnica”, observa.

Abdoulaye Hamadoun, diretor da Estação de Pesquisa de Sotuba do IER, no Mali, onde foram desenvolvidos os

Dia de Campo no Mali



Foto: Mohamed Hadjab / ABC

primeiros trabalhos do C-4 + Togo, diz que o sucesso do projeto se deve, entre outros fatores, ao fato de “os participantes do projeto terem visitado o Brasil, visto como o País faz sua agricultura e conhecido diferentes sistemas de produção.”

MULTIPLICAÇÃO DO CONHECIMENTO NO MALI

O técnico agrícola do IER Sidiki Diarra trabalha no C-4 desde a sua implantação. Ele lembra que no início o projeto foi recebido com desconfiança pelos produtores. “O sistema de plantio direto ia contra uma prática que vem sendo adotada há décadas pelos nossos produtores, que é arar a terra antes do plantio”, relata.

Entre as estratégias adotadas para vencer essa resistência inicial, ele destaca os agentes multiplicadores bem treinados e motivados para convencer os produtores, apresentando os benefícios por intermédio da realidade local, visível nas 19 Unidades Comunitárias de Aprendizagem. Na segunda etapa do projeto, foram treinados 35 extensionistas e 70 produtores de cada país por meio de capacitações e dias de campo, quando puderam observar in loco os benefícios do plantio direto.

No futuro, ele espera que o C-4 possa chegar a todas as áreas produtoras do Mali e trazer uma grande contribuição para o país. “Espero que todos possam experimentar a tecnologia transmitida pelo projeto para melhorar seu conhecimento, sua produtividade e proporcionar lucros, e ainda contribuir para garantir a renda dos produtores, segurança alimentar e, portanto, para estabelecer a paz social no Mali”, conclui. •

Mudei minha maneira de cultivar e isso tem contribuído para a melhoria dos meus campos de produção

Abdoulaye Traore, produtor do Mali



(...) alguns agricultores-piloto já estão desfrutando dos benefícios do sistema de plantio direto (...)

Amadou Yattara, chefe do programa de Algodão do Instituto de Economia Rural do Mali (IER)

Espero que todos possam experimentar a tecnologia transmitida pelo projeto para melhorar seu conhecimento, sua produtividade e proporcionar lucros (...)

Sidiki Diarra, técnico agrícola do IER



Matéria do site da ONU

<https://nacoesunidas.org/brasil-ajuda-paises-africanos-a-modernizar-producao-de-algodao/>

EM LINHA COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Por Maria José Amstalden Sampaio e Osório Vilela Filho

Foto: arquivo pessoal



Maria José Amstalden Sampaio



Pesquisadora da Embrapa

Campos de Atuação: Políticas públicas globais e nacionais no setor agrícola

Foto: Cynthia Araújo



Osório Vilela Filho



Analista da Embrapa

Campos de Atuação: Políticas públicas e relações internacionais

Aprovados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, após processo de consulta global iniciado em 2013, seguindo mandato emanado da Conferência Rio+20, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) têm sido incorporados pelos países-membros como um dos pilares para a construção e implementação de políticas públicas que visam a guiar a humanidade até, e além de, 2030.

Em setembro de 2015, o governo brasileiro aderiu à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. A agenda contempla um plano de ação internacional para o alcance dos 17 ODS, desdobrados em 169 metas, que abordam diversos temas fundamentais para o desenvolvimento humano, em cinco perspectivas: pessoas, planeta, prosperidade, parceria e paz.

Os 17 ODS envolvem temáticas diversificadas como erradicação da pobreza, segurança alimentar e agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura e industrialização, governança, e meios de implementação.

Para conferir legitimidade à Agenda 2030, o compromisso brasileiro com os ODS foi deixado claro com a publicação do Decreto número 8.892/2016, que criou a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e lhe deu competência para elaborar plano de ação para implementação da Agenda 2030, com estratégias, instrumentos, ações e programas, bem como para acompanhar e monitorar o desenvolvimento dos ODS.

Há uma orientação, estabelecida em reuniões interministeriais, para que as instituições elaborem planilhas de vinculação entre as metas do Plano Plurianual (PPA) 2016-2019 e as metas e indicadores dos ODS. A vinculação e o alinhamento das atividades das instituições com o cumprimento dos ODS serão auditados pelo Tribunal de Contas da União (TCU) com base nos indicadores nacionais a serem desenvolvidos ainda no primeiro semestre de 2017.

Com vistas a preparar a Embrapa para o devido envolvimento institucional na implementação dos objetivos e metas de desenvolvimento sustentável, foi criado, pela Presidência da Instituição, um grupo de trabalho, coordenado por sua Secretaria de Inteligência e Macroestratégia (SIM), com o objetivo de elaborar a estratégia de alinhamento e o acompanhamento das ações da Empresa em relação aos ODS, conforme diretrizes governamentais.

O trabalho inicial do GT foi mapear como os Eixos de Impacto e os 12 Objetivos Estratégicos expressos no VI Plano Diretor da Embrapa se relacionam com os 17 ODS. Existe uma considerável convergência das propostas institucionais já em andamento com os ODS e que a Instituição poderá elencar, nos próximos anos, inúmeras contribuições ao cumprimento das metas da Agenda 2030 e à discussão dos indicadores nacionais nos próximos meses. •



« navegue »

www.odsnospodemos.org
<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>
<http://www.agenda2030.org.br/>

Ciência que transforma a vida



Foto: Ronaldo Rosa/Embrapa

Conheça as tecnologias que
ajudaram a transformar o Brasil:
www.embrapa.br



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Conexão Ciência

Agricultura Familiar • Clonagem • Genômica • Avanços e Desafios da Agricultura Brasileira • Biomassa na produção de energia • Saúde que vem do Campo • Desertificação • Agroecologia • Integração Lavoura-Pecuária-Floresta • Transgênicos • Semiárido • Alimentos Biofortificados • Helicoverpa • Pecuária Sustentável • Produção do maracujá • Popularização da Ciência • Hortaliças Tradicionais • Segurança alimentar • Controle Biológico • Desafios da Aquicultura • Sanidade Vegetal • Cerrado • Programa Espacial Brasileiro • Aquecimento Global • Produção de caprinos e ovinos • Produção Científica no Brasil • Nanotecnologia • Produção de Café • Transferência de Tecnologia • Sanidade animal • Recursos Hídricos do Cerrado • Biocombustíveis • Agricultura Orgânica • Obesidade Infantil • Desenvolvimento da agricultura • Desenvolvimento da agricultura • Melhoramento Genético do Tomate • Microalgas • Recuperação de matas ciliares • Amazônia Sustentável • Conservação de material genético • Bioeconomia • Gestão da pesquisa • Aproveitamento energético de resíduos • Espécies de animais em extinção • Cavalo Pantaneiro • Matopiba • Carreira de pesquisador • Mudanças climáticas • Espécies vegetais • Sistema de Inteligência Estratégica • O papel do Brasil no combate à fome • Desperdício • Gestão de recursos hídricos • Agricultura de precisão • Genoma do eucalipto • Semioquímicos • Gestão de recursos hídricos • Alterações climáticas • Alimentos funcionais • Alimentos no Brasil • Adaptabilidade Animal • Sequenciamento do café canéfora • Solos do Brasil • Alimentos saudáveis • Alimentos sustentáveis • Macaúba como fonte para biocombustíveis • Doenças Raras • Feira de Ciências • Solos • Melhoramento Genético da Batata-Doce • Melhoramento genético das geotecnologias na agricultura • Uso do Biodiesel no Brasil • Intensificação Sustentável • Desenvolvimento de órgãos • Melhoramento de variedades nativas • Produção de algodão no Brasil • Microbiomas de plantas • Gestão ambiental dos resíduos sólidos • Cerrado • Produção de Probióticos • Mulher e Ciência • Produção de Coço • Produção de sementes de hortaliças • Fontes de energia elétrica • Drones • Educação Ambiental • Sustentabilidade • Sistema Cultivance - soja transgênica • Microorganismos e Agroenergia • Melhoramento genético • Patrimônio Genético • Acervos científicos • Pecuária Leiteira de Precisão • Mandioca: alimento do século XXI • Alimentos de Virus • Cadeia produtiva do caju • Melhoramento de florestas • Aplicativos na agricultura • Engenharia Biomédica • Ondas gravitacionais • Defesa Vegetal • Melhoramento genético do milho • Egípcio • Terra • Ciclo de vida • Básico Rural • Castanha-do-Brasil • Grafeno • Biotecnologia no melhoramento de plantas • Melhoramento genético • Pastagem • Alimentos • Ciência e Amazônia • Sustentável • Intercâmbio de recursos genéticos • Técnica de edição de genoma • Física molecular • Cooperação Científica Internacional • Carne Carbono Neutro • Bem-estar animal • Realidade aumentada • Evolução da agricultura mundial • Inovação da indústria brasileira • Padrões de envelhecimento em idosos longevos • Rumos da pesquisa agropecuária • Protótipo pode auxiliar em cirurgias no SUS • RNA Interferente • Terapia para depressão • Hidroeletricidade • Bebidas de cereais com pró-bióticos • Melhoramento genético da batata-doce • Produção de embriões • Mundo Rural Brasileiro • Legado de Darwin na Agropecuária • Produção de Cacau • Alimentos Orgânicos • Física Quântica • Cultivo Protegido • Microorganismos e saúde humana • Fauna do Cerrado • Biossegurança • Mudanças Climáticas • Alimentos, Nutrição e Saúde • Quilombolas • Biofrito • Abelhas • Ciência e saberes tradicionais • Festas Populares • Medicina Complementar • Gestão Territorial • Depressão

1900

temas sobre Ciência, Tecnologia e Inovação a um clique

www.youtube.com/user/ConexaoCiencia/videos



O Conexão Ciência vai ao ar todas as terças-feiras, às 19h30, na TV NBR



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

