

# Raiz & Fruto

Informativo da Embrapa Mandioca e Fruticultura • Ano 34 • Nº 86 • jul-dez 2021

## Miniestacas

Novo material de plantio tem potencial para  
impulsionar a cadeia produtiva da mandioca

págs. 4 a 7

**Embrapa**

Mandioca e Fruticultura

## AGENDA

**SHOW RURAL COOPAVEL**

Em mais uma edição do Show Rural Coopavel, que vai acontecer de 7 a 11 de fevereiro, em Cascavel (PR), a Embrapa Mandioca e Fruticultura marca presença com a apresentação de diversas tecnologias sobre mandioca e banana. Foram instalados experimentos com mandioca (variedades de mesa e para indústria) na vitrine tecnológica do evento, que tem como principal objetivo a difusão de tecnologias voltadas ao aumento de produtividade de pequenas, médias e grandes propriedades rurais. Haverá também lançamento do curso a distância sobre o Reniva (Rede de multiplicação e transferência de manivas-semente de mandioca com qualidade genética e fitossanitária). As tecnologias que serão expostas são: na vitrine tecnológica, mandiocas BRS CS01, BRS 399 e BRS 420; na unidade didática agroecológica, sistema de plantio em fileira dupla; na Casa da Embrapa, produção *on farm* de *Trichoderma* para controle biológico de *Fusarium* da bananeira e Rede Reniva; e, no Show Rural Digital, os EADs sobre o Reniva e irrigação da bananeira.

## Inovação no campo

Caros leitores,

Uma novidade promete ter grande impacto no sistema produtivo da mandioca. São as miniestacas, um processo inovador, desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, de geração de material de plantio de mandioca com características distintas do material tradicional, as chamadas manivas-semente. Essa é mais uma inovação proporcionada pela Rede Reniva, uma rede de multiplicação e transferência de manivas-semente de mandioca com qualidade genética e fitossanitária. Confira na reportagem principal o relato de dois parceiros representantes do setor produtivo sobre suas experiências com a nova técnica.

A matéria da página ao lado traz um balanço do trabalho desenvolvido pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa, com foco na ampliação da adoção de variedades de citros recomendadas e/ou lançadas pela Embrapa pelos produtores paulistas, que concentra a maior parte da produção de citros do País. Vejam ainda o guia recém-lançado que ajuda a reconhecer as variedades de citros em campo.

Em outra reportagem sobre fruticultura, o assunto é o protocolo inédito que utiliza a crioterapia (congelamento das células) pela primeira vez na cultura do abacaxi para remoção de importante vírus que ataca a cultura.

Em *Mandioca*, vocês vão conhecer estudos da Embrapa e parceiros que desenvolveram três metodologias de seleção precoce de clones de mandioca com amido ceroso. Trabalhos que integram o esforço da Empresa em obter uma variedade de mandioca com esse tipo especial de amido que possa ser produzida em larga escala no Brasil. A mandioca *waxy* deve trazer benefícios associados à melhor qualidade e tempo de prateleira dos produtos derivados da industrialização de alimentos refrigerados e congelados que possuem o amido *waxy* em sua composição.

Por fim, confirmam informações sobre novo curso a distância sobre irrigação da bananeira e lançamento de segunda edição de livro sobre calagem e adubação.

Boa leitura!

## Espaço do leitor

Este espaço é dedicado a você, leitor. Envie sugestões e críticas. Sua opinião é muito importante para garantir a qualidade de nosso informativo.

Pelo correio, escreva para:

Núcleo de Comunicação Organizacional (NCO)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Rua Embrapa s/n – Caixa postal 007 – Cruz das Almas/BA – CEP: 44.380-000

Por e-mail, escreva para: [imprensa.mandioca-e-fruticultura@embrapa.br](mailto:imprensa.mandioca-e-fruticultura@embrapa.br)

## EXPEDIENTE

**Raiz & Fruto** é o informativo oficial da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Endereço: Rua Embrapa, s/n, Caixa postal 007 - CEP: 44.380-000 - Cruz das Almas (BA). PABX: (75) 3312-8048 - Fax: (75) 3312-8097. Chefe-geral **Alberto Duarte Vilarinhos** • Chefe-adjunto de Transferência de Tecnologia **Aldo Vilar Trindade** • Chefe-adjunto de Pesquisa & Desenvolvimento **Francisco Ferraz Laranjeira** • Chefe-adjunto de Administração **Pedro Canna Brazil Ramos** • Supervisora do Núcleo de Comunicação Organizacional (NCO) **Marcela Nascimento** (Conrerp 3º 2079) • Jornalista responsável **Alessandra Vale** (Mtb-RJ 21.215) • Edição **Alessandra Vale** • Reportagem **Alessandra Vale e Léa Cunha** • Projeto gráfico e Editoração eletrônica **Alessandra Vale**

Os textos assinados são de inteira responsabilidade de seus autores. É livre a transcrição de matérias, com citação da fonte.



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



# Variedades de citros da Embrapa ganham espaço nos pomares paulistas

O trabalho desenvolvido desde 1988 pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros (PMG Citros) da Embrapa mostra sua robustez na maior região produtora de frutas cítricas do País. Dados recentes disponibilizados pela Coordenadoria de Defesa Agropecuária da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo apontam que, em 2020, 6,4% das mudas multiplicadas por viveiristas paulistas e adotadas pelos produtores usavam porta-enxertos (parte radicular da planta) recomendados e/ou lançados pela Embrapa.

A porcentagem pode parecer pequena, mas, considerando o tamanho do cinturão citrícola, que engloba o planalto paulista e Triângulo/Sudoeste de Minas Gerais — cuja produção total de laranjas em 2020 foi estimada em 267,87 milhões de caixas, segundo a Pesquisa de Estimativa de Safra do Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus) — e mais de 10.100 milhões de mudas produzidas todo ano, o feito é importante.

Além disso, por se tratar de uma cultura perene, de ciclo longo, em que as plantas vivem em média 20 anos, a substituição de cultivares é bem mais lenta em comparação com as grandes *commodities* brasileiras, como arroz, soja, algodão, feijão e milho, em que a área é renovada cada safra. No Brasil, maior produtor de laranja e exportador desse suco no mundo, são cultivadas comercialmente menos de 20 variedades de laranja e apenas seis delas representam 92% dos pomares no cinturão citrícola.

A participação do trifoliata Flying Dragon, da tangerineira Sunki BRS Tropical e dos citrandarins Indio, Riverside e San Diego entre os mais utilizados no cinturão citrícola é comemorada. “É uma conquista importante porque, em décadas anteriores, praticamente não se usavam porta-enxertos da Embrapa extensivamente no estado. É um indicador de que as pesquisas foram assertivas e de que esses materiais têm valor, já que os produtores vêm usando”, salienta Eduardo Girardi, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura e coordenador da Unidade Mista de Pesquisa e Transferência de Tecnologia Cinturão Citrícola (UMIPTT), sediada em Araraquara (SP).

## Diversificação

A baixa diversificação de variedades de copas e porta-enxertos de citros sempre tem sido um dos principais fatores de fragilidade da cadeia produtiva no Brasil. A situação dos porta-enxertos é ainda mais grave, em função da elevada concentração dos pomares em uma só variedade, o limoeiro Cravo, o que torna a atividade vulnerável, especialmente no que diz respeito ao surgimento de novas doenças. “É uma péssima decisão para o produtor manter o seu pomar somente com um porta-enxerto, e a Embrapa Mandioca e Fruticultura vem alertando os produtores há muitos anos sobre isso”, afirma o pesquisador Orlando Passos. “Primeiro, foi a laranja azeda que era usada exclusivamente. Veio a tristeza dos citros nos anos 1930 [causada por um vírus que circula na seiva da

planta e tem como maior agravante a sua disseminação pelas mudas e pelo pulgão-preto] e foram dizimados os pomares de São Paulo e da Bahia. Depois, o limoeiro Cravo também passou a ser de uso praticamente exclusivo até 2000 e, como foi mostrado pela doença morte súbita dos citros [que causa a morte em poucos meses e ainda não tem causa confirmada], toda planta que estava enxertada sobre ele no norte de São Paulo morreu devido a essa doença. Forçado pela morte súbita, o produtor paulista começou já há alguns anos a diversificação com o citrumelo Swingle, resistente à doença, mas mais intolerante à seca, e agora tem a participação dos porta-enxertos da Embrapa e de outros citrandarins desenvolvidos pelo Instituto Agrônomo, o IAC”, conta.

## Publicação

As informações sobre a citricultura paulista e os porta-enxertos da Embrapa estão disponíveis no Guia de Reconhecimento dos Citros em Campo, produzido em parceria por Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), Embrapa Mandioca e Fruticultura, Centro de Citricultura Sylvio Moreira/Instituto Agrônomo (CCSM/IAC) e Fundação Coopercitrus Credicitrus (FCC).

“Uma publicação que celebra a união de esforços de instituições que se dedicam à citricultura e que homenageia o citricultor”. Assim Eduardo Girardi, coordenador do guia, o define. “Vimos a necessidade de ter uma publicação atualizada que pudesse ajudar técnicos e citricultores a reconhecerem as variedades, a conhecerem melhor as suas características, inclusive para poder fazer o seu planejamento de plantio. E isso também incluía os porta-enxertos, já que muitas variedades novas de porta-enxertos vêm surgindo. Definir a copa e o porta-enxerto é algo fundamental para o produtor viabilizar o pomar no longo prazo. Algumas informações inclusive não haviam sido publicadas anteriormente”, salienta.

Rica em fotografias, ilustrações, gráficos e tabelas, a publicação traz informações sobre as principais características agrônomicas das variedades de copas e de porta-enxertos cultivadas no cinturão citrícola dos estados de São Paulo e Minas Gerais. “Nós temos um histórico de colaboração muito grande, uma unidade de pesquisa conjunta, então o livro também celebra isso. Nós vivemos um momento de pandemia, de isolamento e de dificuldades emocionais e técnicas para todos, inclusive para a citricultura, e o livro foi concebido para ser curtido, para ser aproveitado”, explica.

Escrito por Eduardo Girardi, Orlando Passos, Walter Soares Filho e Eduardo Stuchi (Embrapa Mandioca e Fruticultura), Jorgino Pompeu Jr., Joaquim Teófilo Sobrinho, Mariângela Cristofani-Yaly e Dirceu de Mattos Jr. (Instituto Agrônomo — IAC), Luiz Donadio (Universidade Estadual Paulista — Unesp Jaboticabal), Otávio Sempionato (FCC) e Renato Bassanezi, Leandro Peña e Juliano Ayres (Fundecitrus), o Guia de Reconhecimento dos Citros em Campo é uma das publicações mais atuais e práticas sobre o assunto.





Foto: Jilly Vivianne / Polimata

# Pesquisa desenvolve técnica inovadora para plantio de mandioca

Cientistas da Embrapa desenvolveram um processo inovador de propagação de mandioca. Em vez de utilizar o material tradicional (manivas-semente), a nova técnica usa miniestacas. A inovação conseguiu contornar características indesejadas, como a baixa taxa de propagação e os grandes volumes de materiais de plantio convencional, que dificultam a logística para o armazenamento e transporte das manivas para novas áreas.

A técnica, desenvolvida no âmbito da Rede de multiplicação e transferência de manivas-semente de mandioca com qualidade genética e fitossanitária (Reniva), é tema do comunicado técnico “Miniestacas de mandioca – nova alternativa de material de plantio”, assinado pela equipe da Embrapa Mandioca e Fruticultura (BA), técnicos e produtores parceiros. O engenheiro-agrônomo Herminio Rocha, um dos coordenadores do Reniva, conta que essa técnica surgiu a partir do trabalho, também inédito, de multiplicação de mudas de mandioca em larga escala no Instituto Biofábrica de Cacau (hoje Instituto Biofábrica da Bahia), parceiro do Reniva.

## Principal vantagem: o transporte

Rocha lembra que o material de plantio de mandioca convencional demanda uma logística muito bem concatenada com as operações de campo. “Quando você pensa em plantar áreas maiores do que 10 ha, você pensa em muitos caminhões de manivas. Para se plantar apenas 1 ha de mandioca, são demandados de 4 m<sup>3</sup> a 6 m<sup>3</sup>

de hastes convencionais, um grande volume. Quando você pensa em plantar com miniestacas, você reduz demais isso. Uma maniva convencional tem peso aproximado de 45 g; uma miniestaca, cerca de um décimo disso [5 g].” Benedito Dutra Souza, produtor de Tracuateua, no município do Pará, parceiro da Rede Reniva, reitera que essa é a grande “sacada” da miniestaca. “Para levarmos grande volume de manivas-sementes de um estado para outro, precisamos de carretas e carretas. No caso das miniestacas, poderemos levar nos automóveis,” compara o produtor.

Além disso, ele destaca que o produtor deve usar a miniestaca como estratégia para ter acesso a diversas cultivares. E deixa um recado: “Nós produtores rurais cometemos um grande erro. Queremos que alguém faça as manivas-semente para a gente. O que temos de fazer é ter acesso àquela cultivar que desejamos e fazer a maniva-semente na nossa propriedade. Fica aqui a recomendação para o produtor que quer plantar 100 ha para produzir raízes: que ele plante quatro hectares de miniestacas. Um jardim clonal, de 1 ha,

bem organizado, produz, em 12 meses, 400 mil miniestacas. Aí você imagina um produtor que tem lá 4 ha de miniestacas? É muito material.” Entusiasmado, ele diz que espera em um futuro próximo encontrar caixinhas desses materiais para vender em casas de produtos agropecuários.

### Inovação gerando inovação

A capacidade produtiva da biofábrica no início da Rede Reniva, em 2011, segundo o engenheiro-agrônomo da Embrapa, era bastante significativa. Contudo, após o estabelecimento *in vitro*, começaram a sair as primeiras mudas para aclimatização e isso fez com que um grande volume de lotes fosse aclimatizado ao mesmo tempo. De uma hora para outra, havia na biofábrica aproximadamente 500 mil mudas micropropagadas, de diversos genótipos diferentes, prontas para serem entregues para maniveiros, como são chamados os produtores de manivas-semente (figura da cadeia produtiva da mandioca criada pelo Reniva).

“A rede era uma coisa inédita, a logística de distribuição das mudas não foi tão bem planejada junto aos órgãos que podiam recebê-las. Isso fez com que ficassem retidas nos viveiros por mais tempo que o necessário. E, quando a muda não sai, ela sofre o chamado *estiolamento*. O tecido vegetal, que procura luz, cresce exageradamente. As hastes ficam bastante grandes, chegando a medir mais de 1,20 m de altura. A única solução que tínhamos para não destruir mudas em grandes volumes era cortar a parte aérea e as mudas começarem a rebrotar. Só que percebemos que aquele material que a gente cortava tão valioso, com garantida sanidade vegetal e identidade genética comprovada, estava sendo desprezado. E havia gemas ali, ou seja, tinha capacidade de geração de plantas”, descreve Rocha.

A partir daí, optou-se por cortar as hastes em três ou quatro pedaços, do tamanho aproximado de um lápis (10 cm a 12 cm), contendo, de acordo com o agrônomo, de duas a quatro gemas em cada segmento. “Percebemos que, após alguns dias, as gemas começavam a brotar. Então por que não plantar esse material no campo e ver qual seria o comportamento agrônomo disso em termos de produção de raízes?”, conta.

### A descoberta das miniestacas

Rocha conta que as hastes foram divididas em quatro partes. A parte basal é sempre a mais lenhosa, ou seja, com idade fisio-

lógica mais avançada, um pedaço rusticado mais similar a uma maniva convencional. As partes dos terços médio e superior e a ponta são mais tenras, juvenis. Testes em campo comprovaram que a base se comportou exatamente igual a uma maniva convencional, produzindo uma planta igual a que surge a partir de uma maniva normal, o que despertou na equipe a possibilidade de utilizar a fase da aclimatização nos viveiros para a produção não só das mudas, mas de miniestacas também.

O pesquisador conta que outra vantagem é o aproveitamento total do material. “A partir do momento que você colhe a miniestaca, aquele restante da haste, que se encontra em estágio juvenil e não se comporta exatamente igual a uma maniva convencional, não é descartado, é replantado nos tubetes produzindo mais mudas. Então essa fase de aclimatização não despreza absolutamente nada que brota a partir das mudas sendo aclimatizadas”, pontua. Daí surgiu a ideia de realizar testes maiores em campo. Foram enviadas, em 2017, quantidades de miniestacas em caixas de isopor para o produtor Dutra Souza, no Pará.

### Da descrença a difusor da tecnologia

“Quando chegaram aquelas miniestacas de mandioca, bem pequenas em uma caixa, confesso que olhei com muita desconfiança. Se eu não fosse agrônomo, fosse só produtor rural, era bem provável que não tivesse plantado. Mas isso mudou a minha visão de agrônomo, de empresário, tive ali um divisor de águas”, conta Benedito Dutra Souza, produtor de Tracuateua,

município do Pará, sobre sua experiência com as miniestacas.

Dutra conta que a primeira coisa que fez foi pesar o material. Registraram-se, segundo ele, 15 g no total, apenas três gramas cada pedaço. “Gravei esse momento porque seria uma justificativa para mostrar que não germinou porque eram pequenas. Eu pensava que ia dar errado. Plantei sem acreditar. Meu ajudante de campo não queria plantar, mas fui em frente.”

Seguindo as recomendações técnicas, o produtor utilizou o espaçamento de 1 m x 80 cm, e, depois de 25 dias, percebeu que as plantas iriam se desenvolver. “Aos 11 meses, escolhi a melhor planta e arranquei. Tivemos manivas com tamanho médio de 17 cm, pesando em torno de 100 g, lembrando que a minivaniva que deu origem era uma de 3 g. Conseguimos tirar dessa planta cerca de 17 manivas-semente normais, com tamanho de 17 a 20 cm, que é o padrão utilizado aqui, e diâmetro de 2 cm em média. Mandeí para os pesquisadores. Aí eu já estava consciente que dava para produzir tranquilamente raiz e produzir uma nova planta.”



Fotos: Hermínio Rocha



“Se eu não fosse agrônomo, fosse só produtor rural, era bem provável que não tivesse plantado. Mas isso mudou a minha visão de agrônomo, de empresário, tive ali um divisor de águas.

**Dutra Souza**, produtor que testou as miniestacas em campo

E ele aponta a estratégia para a produção de miniestacas. Segundo o produtor, a miniestaca lenhosa, uma vez plantada com densidade de aproximadamente dez mil plantas por hectare, ou seja, com espaçamento de 1 m x 1 m, vai produzir raiz e uma planta normal, que, por sua vez, vai gerar novas manivas-semente. “Para que possamos produzir miniestacas a partir de miniestacas, aí entra a questão: temos de plantar pelo menos 30 mil miniestacas por hectare, um espaçamento de 1 m x 30 cm aproximadamente. Ou seja, o que me permite produzir miniestaca não é se eu estou plantando miniestaca, é o adensamento”, revela.

Dutra é um maniveiro-âncora, o primeiro do Pará, e já vem distribuindo manivas convencionais para outros estados do Norte e Nordeste e pequenas quantidades de miniestacas para testes. “Nosso papel de maniveiro é muito interessante. Somos o elo entre a pesquisa e o produtor que quer o material, e as miniestacas irão nos permitir produzir em curto espaço de tempo grandes volumes.”

Há três abordagens diferentes para a produção de miniestacas de mandioca: a primeira é a que se deu a partir da aclimatização das mudas micropropagadas em viveiro; a segunda é a partir de mudas plantadas em campo; e, a terceira, por meio da técnica da multiplicação rápida. O passo a passo de cada uma está descrito na publicação.

### A experiência do extremo-sul baiano

Miniestacas também foram levadas para testes no extremo-sul da Bahia, por meio da participação da Embrapa Mandioca e Fruticultura no Plano de Ação Territorial (PAT) da Mandiocultura no Extremo-Sul baiano, que envolve dez municípios. O Reniva chegou para preencher uma lacuna na região: a escassez de variedade. Cerca de 68 mil mudas provenientes do Instituto Biofábrica da Bahia foram distribuídas para os 20 maniveiros instalados no território. O PAT criou também a figura do maniveiro-guardião, na comunidade de Canabrava, em Alcobaça, onde foram plantadas 23 variedades provenientes da biofábrica para avaliação. Duas se destacaram: a BRS Formosa e a Corrente, tradicional da região de Laje (BA).



“Esse era o propósito inicial: validação de novas variedades e distribuição local. Mas já conseguimos fazer a comercialização de 40 metros cúbicos de manivas-semente para uma empresa em Minas Gerais. Saiu um caminhão daqui em dezembro do ano passado. Foi um marco do ponto de vista de começar a propagação e a comercialização desse material”, conta a engenheira-agrônoma Jeilly Vivianne Ribeiro, coordenadora técnica do PAT, que reúne mais de 40 parceiros, sendo liderado pelo Banco do Nordeste e a Suzano.

Sobre a tecnologia das miniestacas, Ribeiro conta que o produtor que recebeu as miniestacas para teste esboçou a mesma reação de Dutra Souza. “Chegaram 255 miniestacas em uma caixa de sapato. Ele disse: ‘a gente está plantando porque vocês querem, mas a gente não acredita que vá funcionar’. Depois voltamos lá com a equipe da Embrapa,



Na foto maior, as miniestacas do tamanho de um lápis. Abaixo, Jeilly Vivianne, coordenadora do PAT da Mandiocultura do Extremo-Sul da Bahia, com Herminio Rocha e Helton Fleck (Embrapa) em uma plantação de mandioca proveniente de miniestacas, em Alcobaça (BA).

que viu como a área ficou. Não se vê diferença das áreas plantadas com material convencional”, relata.

A agrônoma informa que o PAT implantou um campo de produção de miniestacas em abril, e a expectativa é, até o fim do ano, fazer a primeira colheita. O plantio foi bem adensado (50 cm x 30 cm) — o tradicional é 1 m x 1 m — para o desenvolvimento de miniestacas.

## Reniva no Brasil

Apresentado, em 2011, à Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Mandioca e Derivados da Bahia, o projeto tornou-se uma das prioridades no planejamento estratégico desse fórum, sendo encampado pelo governo do Estado da Bahia.

Em maio de 2012, foi assinado, em Vitória da Conquista (BA), o termo de cooperação técnica entre os parceiros.

Começou com 16 territórios no Estado da Bahia, hoje está concentrado em 11. Desde o início, 900 mil mudas foram entregues pela Biofábrica da Bahia. Por conta dos problemas com a assistência técnica no estado, agrava-

do com a extinção da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário (EBDA), o trabalho com os maniveiros foi prejudicado. No início, eram 36, ficaram cinco, mas entraram na rede em 2016 os 20 do PAT. Cada maniveiro planta 13 mil mudas em 1 ha, contando com irrigação no decorrer de todo o processo.



Foto: Hermínio Rocha

Ao todo, 900 mil mudas foram entregues pelo Instituto Biofábrica da Bahia

Ao longo desse tempo, o Reniva veio se espalhando pelo País. Além do Pará, hoje está presente também em Araripina (PE) e Salinas (Norte de Minas), por meio de arranjos multi-institucionais promovidos pelo Agronordeste, plano de ação elaborado pelo governo federal para impulsionar o desenvolvimento econômico e social sustentável do meio rural na região.

Há iniciativas também no Maranhão com a Ambev, que tem interesse nas raízes de mandioca para o processamento e fabricação de cerveja. No Ceará, com recursos de emenda parlamentar, foi instalada uma unidade de multiplicação rápida no campo experimental da Embrapa em Barbalha. No Tocantins, as ações são lideradas pela Embrapa Pesca e Aquicultura.

Há outras iniciativas nesses estados mencionados e também no Amazonas, Rio Grande do Norte, Paraíba, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina.

“O Reniva está se tornando cada vez mais o que precisamos que ele seja, uma rede mesmo, evoluindo para autonomia em muitos lugares. Cada vez mais os interessados entendem que precisam desenvolver os seus esforços dentro dos princípios comuns, mas com independência para aproveitar

melhor as suas potencialidades e assim conseguir que os avanços se disseminem de forma mais fácil, porque cada um já possui um arranjo feito conforme suas necessidades e possibilidades”, analisa o engenheiro-agrônomo da Embrapa Mandioca e Fruticultura Helton Fleck que divide com Hermínio Rocha a coordenação da rede. ■

## Países africanos se interessam pela nova técnica



Foto: Hermínio Rocha

O que no início surgiu como um problema tornou-se uma solução. Aquelas mudas estioladas se transformaram nesse advento tecnológico de grande impacto para o sistema produtivo da mandioca, em especial países africanos, em que 95% da produção de mandioca são realizadas pela agricultura familiar, produtores que têm dificuldade de logística de material de plantio, de obtenção, distribuição e transporte desses materiais,” ressalta Rocha. Ele informa que esse trabalho, apresentado em 2018 durante o maior congresso de mandiocultura no mundo, o Global Cassava Partnership for the XXI Century (GCP-21), no Benin, despertou o interesse de pesquisadores da Nigéria, hoje o maior país produtor e consumidor de mandioca do mundo, que passaram a adotar o novo material.

# Nova metodologia com crioterapia

Um protocolo que utiliza a crioterapia (congelamento das células) pela primeira vez na cultura do abacaxi foi definido pela Embrapa para a remoção do complexo viral da murcha Pineapple Mealybug Wilt-Associated Virus (PMWaV) transmitido pela cochonilha *Dysmicoccus brevipes*. O vírus é a doença mais importante da cultura em todo o mundo, uma vez que as variedades mais difundidas da planta (Smooth Cayenne e MD12) são altamente suscetíveis a ele. Cientistas de diversas instituições de pesquisa dedicam-se a desenvolver cultivares resistentes. No entanto, até o momento, não se conhece fonte de resistência a esse vírus.

A nova metodologia recorre ao congelamento celular em associação com o cultivo de ápices caulinares (estrutura que possibilita a geração de uma nova planta) em tamanhos bem reduzidos e surge como uma alternativa importante, para a cultura em todo o mundo, de limpeza clonal do vírus da murcha. A expectativa é que o protocolo seja também adotado na rotina de biofábricas, com produção de mudas saudáveis.

No Brasil, onde a variedade preferida pelo consumidor e pelo produtor é a Pérola, a doença mais importante é a fusariose, também conhecida por gomose ou resinose, causada pelo fungo *Fusarium guttiforme*, que acarreta danos severos aos frutos, inviabilizando a sua comercialização. Mas a murcha tem ganhado importância para a pesquisa no País nos últimos anos. Na busca por variedades resistentes à fusariose, o Programa de Melhoramento Genético de Abacaxi gerou três híbridos (BRS Ajubá, BRS Imperial e BRS Vitória) resistentes a essa doença, mas suscetíveis à murcha do abacaxizeiro, provável herança do Smooth Cayenne, um dos parentais usados na hibridação. “Buscar soluções para a murcha também é muito importante”, afirma a pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura Fernanda Vidigal Duarte Souza.

## Complexo viral

A propagação do abacaxizeiro é vegetativa, o que favorece a disseminação de doenças, incluindo as viroses. O ideal é o plantio de mudas produzidas a partir de matrizes saudáveis ou de mudas obtidas em biofábricas que utilizem técnicas de micropropagação. Entretanto, o produtor muitas vezes dá preferência a mudas de campo, mais baratas, de acesso mais fácil, mas sem nenhuma garantia de qualidade sanitária. “Mudas saudáveis são fundamentais para o controle tanto da fusariose quanto da murcha associada à virose”, afirma o pesquisador Domingo Haroldo Reinhardt.

Segundo o pesquisador Eduardo de Andrade, responsável pelo Laboratório de Virologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, como não existem sintomas visuais no fruto, em geral a doença é pouco percebida pelo produtor. “O que acontece é um desempenho pior da planta. Os frutos, muitas vezes, são menores e têm menor valor de mercado. Ou seja, na classificação, ele perde por qualidade. A murcha é um problema difícil porque envolve vírus e uma cochonilha, inseto que, além de transmitir o vírus de uma planta para outra, também é praga. E, mesmo que o produtor consiga controlar a cochonilha, pode ainda não perceber a murcha na área”.

No caso da murcha, ocorre um complexo viral, uma vez que existem três tipos de vírus e é possível encontrar na planta o tipo 1, o tipo 2, o tipo 3 ou associações entre eles. “A teoria da cultura de tecidos diz que, ao se introduzir um tecido meristemático *in vitro* e resgatar aquela planta, consegue-se eliminar o vírus, mas percebemos que, em abacaxi, não funciona exatamente assim. O vírus fica localizado em uma região do tecido meristemático muito próximo às células mais adensadas, então é preciso fazer um trabalho um pouco diferente”, explica Fernanda. Tecidos meristemáticos são aqueles embrionários, de formação, localizados em áreas das plantas onde o crescimento pode ocorrer.

## BAG de Abacaxi

Um resultado importante é que a crioterapia tem sido usada para limpar plantas contaminadas do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Abacaxi. Instalado no campo experimental da Unidade, o BAG é a base para a geração de novas variedades e novos produtos, que vão desde abacaxis ornamentais e fibras vegetais a biomoléculas para a geração de fármacos importantes.

“Hoje, quando olho para o canteiro onde mantemos as plantas livres do vírus antes de retorná-las para o BAG em campo, vejo plantas lindas e saudáveis, diversos acessos com diferentes cores, tamanhos e formatos. Isso é muito gratificante e nos dá ânimo para continuar o trabalho porque, quando a murcha começou a aparecer em plantas do BAG no campo, ficamos todos extremamente preocupados. Temos ali materiais que, se precisarmos voltar para buscar no local de origem, não existem mais por diversos motivos, seja por erosão genética ou por ação do homem, como construções, expansão de áreas agrícolas ou imobiliárias, incêndios etc. Foi por causa do BAG que comecei a fazer esse trabalho que é a remoção do complexo viral por cultivo de ápices caulinares”, recorda Fernanda.

A pesquisadora explica que somente introduzir *in vitro* por gemas axilares, técnica normalmente utilizada em abacaxi, não é eficiente,

Fotos: Fernanda Vidigal



Detalhe de um dos acessos de abacaxi que passaram pela técnica



# elimina vírus em plantas de abacaxizeiro

não limpa o vírus. “Quando indexávamos a planta novamente constatávamos que o vírus continuava lá. O que eu comecei foi introduzir a planta *in vitro* e depois tirar o ápice caulinar da planta, após aproximadamente 45 a 50 dias de um subcultivo. Esse é um trabalho que podemos dizer que é cirúrgico porque é preciso cortar o ápice meristemático com aproximadamente 0,5 mm, o que demanda o uso de um tipo de lupa ou estereomicroscópio e uma habilidade especial do operador”, acrescenta.

O trabalho realizado por Fernanda Duarte Souza, Eduardo Chumbinho de Andrade e o professor Everton Hilo de Souza, além das bolsistas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Patrícia Araújo Guerra, Daniela de Andrade Silva Max e Rafaelle Souza de Oliveira, está registrado em artigo publicado na revista internacional *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, em agosto de 2020, e foi considerado um dos destaques das pesquisas desenvolvidas na Embrapa Mandioca e Fruticultura em 2020. O trabalho foi financiado pela própria Embrapa, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Uso comercial

O engenheiro-agrônomo Herminio Souza Rocha, analista do Setor de Gestão de Transferência e Tecnologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, espera que, em breve, a metodologia possa ser incorporada à rotina de biofábricas. “A probabilidade de mais uma tecnologia para a limpeza clonal do vírus da murcha é de extrema importância para a cultura do abacaxizeiro, tanto no Brasil quanto no mundo inteiro. Produzir mudas micropropagadas para fazer um banco de matrizes que pode ser recontaminado com o vírus da murcha ou utilizar material de plantio que não foi indexado ou limpo é um risco muito grande para o processo produtivo”, diz.

Segundo Alexandre Drefahl, da Clonagen Biotecnologia Vegetal, empresa licenciada para produzir e comercializar mudas dos abacaxis BRS Ajubá, BRS Imperial e BRS Vitória, a limpeza viral é bem difícil,

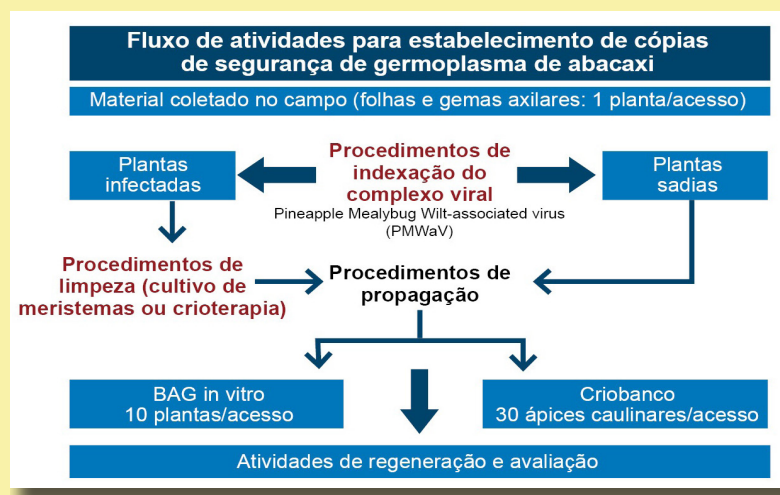
exige técnica e bastante critério. “É preciso um protocolo bem ajustado para conseguir recuperar a planta a partir de uma porção de tecido muito pequena”, afirma. A Clonagen utiliza a termoterapia no processo de produção de mudas — processo totalmente oposto à crioterapia —, em que o material é cultivado numa condição de temperatura alta e bem controlada por 15 dias. Se a crioterapia permitir a obtenção um explante um pouquinho maior ou a redução desse tempo seria muito interessante”, salienta. Explante é um fragmento de tecido de um organismo para ser cultivado em meio artificial.

Matrizes das variedades BRS Imperial e Pérola livres de vírus



## Testes moleculares

É no Laboratório de Virologia que se fazem os testes moleculares para confirmar a presença dos três vírus. Também conhecido por indexação, o processo baseia-se na ampliação e detecção do material genético dos vírus dentro da planta, por meio do equipamento PCR em Tempo Real, o mesmo usado para detecção do coronavírus. “Testamos antes que o material seja introduzido *in vitro* e depois que acontece todo o processo de crioterapia e aclimação. Ou seja, depois que a planta regenera, testamos de novo para saber se, de fato, o vírus foi eliminado”, destaca Andrade. Como rotina para o Laboratório de Cultura de Tecidos, que abriga as plantas do BAG *in vitro* (duplicata de segurança do banco que está em campo), depois de confirmado que a planta está limpa, passa-se para uma etapa de multiplicação, dez plantas são inseridas no BAG *in vitro* e outras são encaminhadas para sua reintrodução no campo. “Tudo o que está no banco *in vitro* hoje está livre de vírus”, assegura Fernanda. O BAG Abacaxi tem em torno de 750 acessos no campo, sendo que cerca de 40% está mantido também *in vitro*.



# Técnicas buscam a produção de

**E**studos da Embrapa e parceiros desenvolveram três metodologias de seleção precoce de clones de mandioca com amido ceroso (ou *waxy*). Esses trabalhos integram o esforço da Empresa em obter uma variedade de mandioca com esse tipo especial de amido que possa ser produzida em larga escala no Brasil. O amido de mandioca é composto basicamente por dois tipos de polissacarídeos: amilose e amilopectina. Normalmente, as variedades comerciais possuem entre 19% e 27% de amilose na composição do amido. O amido *waxy* apresenta no máximo 5% de amilose, característica de grande interesse principalmente à indústria alimentícia, em função da menor retrogradação do amido (perda de água após o resfriamento do produto pronto). Sendo assim, a mandioca *waxy* deve trazer benefícios associados à melhor qualidade e tempo de prateleira dos produtos derivados da industrialização de alimentos refrigerados e congelados que possuem o amido *waxy* em sua composição.

Esses trabalhos, publicados recentemente em periódicos internacionais, surgiram da necessidade de se acelerar o processo de desenvolvimento de clones *waxy* do programa de melhoramento genético de mandioca da Embrapa. O objetivo principal é otimizar o processo de seleção dos clones com essa característica de interesse, levando a campo somente os que apresentem o amido *waxy*.

“As metodologias trazem amplas vantagens aos métodos tradicionais de avaliação do amido ceroso em mandioca, que, apesar de precisos, são realizados de forma tardia”, pontua o engenheiro-agrônomo Eder Jorge Oliveira, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura (BA), autor dos trabalhos junto com uma equipe de estudantes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), tendo à frente Cátia Dias do Carmo, autora principal dos estudos, que integram sua tese de doutoramento, orientada por Oliveira. Hernán Ceballos, melhorista do Programa de Mandioca do Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat), na Colômbia, é coautor de dois dos trabalhos.

Oliveira enumera os potenciais impactos dessas metodologias: redução da área demandada para o plantio dos clones em pelo menos 75%, possibilidade de realizar cruzamentos já na fase de *seedlings* (antes das etapas de campo), otimização dos custos do programa de melhoramento genético, garantia de rastreabilidade das futuras cultivares com amido ceroso para fins de proteção dos direitos de propriedade intelectual e, por fim, a otimização do tempo necessário para desenvolvimento de cultivares de mandioca com amido *waxy*.

Carmo avalia os resultados alcançados. “Representam avanços importantes na identificação precoce de genótipos com amido ceroso em mandioca. É gratificante para nós, que trabalhamos com ciências agrárias, ter a oportunidade de desenvolver tecnologias, métodos, com aplicabilidade direta. É uma dupla contribuição: você tem os artigos científicos com o papel de divulgar e contribuir para o conhecimento sobre determinado assunto e métodos com potencial utilização dentro dos programas de melhoramento”, complementa a autora.

## O problema: teste preciso, mas demorado

Convencionalmente, a avaliação do fenótipo *waxy* é feita no momento da colheita das plantas com uso do teste do iodo nas raízes.



Foto: Alessandra Vale

Com base nesse teste, é possível separar visualmente pela coloração das raízes se elas são ou não *waxy*. Embora essa metodologia seja precisa, ela demanda muito tempo, pois o ciclo da cultura é, em média, de um ano.

O pesquisador explica que, quando você faz cruzamentos de uma fonte *waxy* com uma fonte não *waxy*, todas as sementes derivadas desse cruzamento possuem o fenótipo não *waxy*. Elas têm o alelo (variação específica do gene que vai determinar como dada característica irá se expressar no indivíduo) do amido ceroso, mas ele não se expressa porque a herança da resistência é homocigótica recessiva.

“Com isso, é possível autofecundar ou fazer um novo ciclo de cruzamento entre as plantas F1s para gerar sementes que tenham segregação para o amido ceroso. Essa segunda geração leva a uma segregação esperada de três para um, sendo três partes com fenótipos não *waxy*, portanto, não desejados, e apenas uma parte, 25%, com fenótipo *waxy*. Depois dos cruzamentos, ainda é preciso plantar as sementes em casa de vegetação, obter as plantas e fazer o transplante para o campo para avaliação convencional do fenótipo apenas no fim do ciclo da cultura. Basicamente, avaliamos se são *waxy* ou não *waxy* no momento da colheita, quando fazemos o teste do iodo, o que demanda muito tempo”, explica Oliveira.

## Análises moleculares: alta acurácia na seleção de genótipos

Duas das metodologias se baseiam em análises moleculares, com acurácia (precisão) bastante alta. O objetivo do primeiro estudo “Mapeamento associativo para amido *waxy* em mandioca”, publicado na revista *Euphytica*, especializada em melhoramento de plantas, foi avaliar os estudos de associação do genoma para detectar variantes relacionadas ao amido ceroso e identificar genes alternativos ou regiões genômicas responsáveis pela característica. Um total de 351 acessos pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca da Embrapa Mandioca e Fruticultura, juntamente com 31 híbridos de amido ceroso de cruzamentos com a fonte AM206-5 (primeiro genótipo ceroso natural de mandioca descoberto pelo Ciat), foram analisados.

O primeiro passo, então, foi desenvolver uma metodologia para localizar o gene. “É uma análise que não necessariamente vai direto ao gene. Ela procura uma localização no cromossomo que pode es-

# mandioca com amido ceroso

tar associada ao fenótipo. Dependendo da quantidade de marcadores distribuída ao longo do genoma, é possível detectar, com maior ou menor facilidade, os genes de interesse. Essa é a estratégia. Identificamos uma região no cromossomo 2 que diferencia com muita clareza o waxy do não waxy, e, relativamente próximo a esse loco controlador dessa característica, temos o gene [GBSSI], que condiciona esse fenótipo waxy em outras espécies. Portanto essa versão desse gene também existe na mandioca”, afirma o

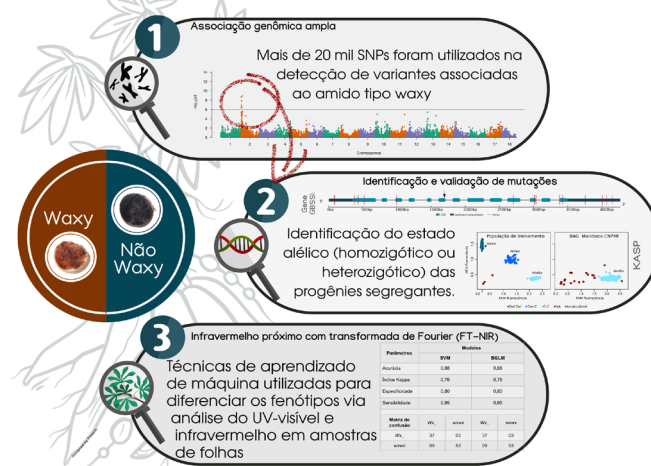
pesquisador. Oliveira conta que essa metodologia foi precursora para o trabalho seguinte, mais refinado de marcação do gene.

No segundo estudo, intitulado “Identificação e validação de mutações pontuais associadas com o fenótipo waxy em mandioca”, publicado na BMC Plant Biology, identificou-se uma série de mutações pontuais que mostram a diferença entre os dois tipos de clones. “Pegamos um grupo de genótipos waxy e não waxy [89 no total], sequenciamos o gene GBSSI desses clones e alinhamos com sequências de DNA depositadas no banco de dados do National Center for Biotechnology Information (NCBI), base de dados global que reúne dados provenientes da sequenciação de genomas. Descobrimos, assim, regiões que são comuns aos clones waxy e não waxy e, sobretudo, regiões que são diferentes, diversas mutações que mostram diferenças entre clones waxy e não waxy”, descreve o pesquisador.

Feito isso, Oliveira informa que foram desenhados primers (indicadores iniciais), para tentar amplificar essas regiões e checar se havia a possibilidade de separar molecularmente os clones com determinada mutação de outros. Identificou-se, assim, uma mutação específica, e foi desenhada uma série de marcadores para verificar se havia como separar os fenótipos waxy e não waxy. Chegou-se a um tipo de marcador para esse tipo de análise, chamado KASP (Kompetitive Allele Specific PCR). “A estratégia KASP permite muito claramente diferenciar essas duas situações, com uma grande vantagem: além de identificar aqueles 25% de clones que já são waxy, conseguimos selecionar os clones que são heterozigóticos [cujos alelos para determinada característica são diferentes]. Se, porventura, quisermos seguir em frente com algum dos clones heterozigóticos para posterior autofecundação, nós também conseguimos separar esses indivíduos. Isso traz uma grande vantagem metodológica para o programa de melhoramento, ao separar também o que é heterozigótico, ou seja, com pelo menos um alelo waxy, podendo ainda seguir para um segundo ciclo de cruzamento”, afirma.

Oliveira ressalta que qualquer programa de melhoramento que use esse marcador vai conseguir com muita acurácia (98%) separar esses tipos de genótipos. E acrescenta que há a perspectiva futura de incluir uma série de outras características hoje já disponíveis para genotipagem nessa plataforma. “Uma espécie de chip para todas as características de forma que, na fase de seedling, consigamos segregar todos aqueles indivíduos que identificamos

Metodologias para identificação precoce de amido ceroso em mandioca



com maior potencial para se tornar uma variedade.”

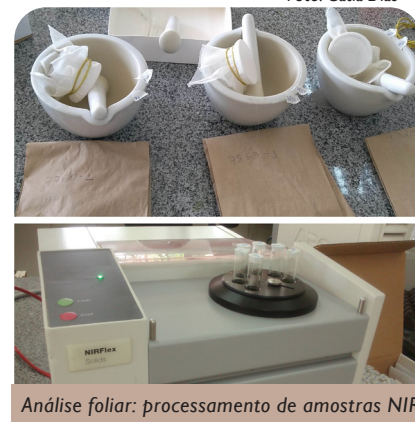
## Análise foliar: menor custo com bons resultados

A terceira metodologia, descrita no trabalho “Identificação de genótipos de mandioca com amido ceroso utilizando espectroscopia de infravermelho próximo”, publicado na Crop Science, já não envolve análise genômica e, sim, análise foliar, por meio da espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS) — método que utiliza a interação entre matéria e radiação eletromagnética —, podendo ser realizado logo após a germinação das sementes, ainda em casa de vegetação.

Segundo ele, qualquer composto orgânico que absorve a energia de forma diferencial nessa faixa de NIRS é passível de uso na construção de modelos de classificação do fenótipo. “O amido é constituído basicamente de amilose e amilopectina. No caso do amido comum, você tem uma variação de 19% a 27% de amilose. O restante é amilopectina. No ceroso, você tem praticamente 100% de amilopectina e 0% de amilose. Portanto, há uma diferença muito clara entre o amido produzido pelos clones waxy em comparação com clones não waxy, e essa variação pode ser facilmente captada via NIRS.”

Oliveira explica que a síntese do amido acontece nas folhas. Depois é transportado para as raízes. Sendo assim, há como se captar essa forma de amido já na folha. As amostras, então, foram padronizadas e usadas para leitura do NIRS. O trabalho consistiu em tentar criar um modelo para classificar se o material é waxy ou não waxy. De acordo com o pesquisador, foram empregados cinco diferentes modelos e escolhidos os dois que apresentaram maior eficiência, com acurácia de classificação acima de 84%. “Isso significa que vou acertar em dizer quais são waxy ou não waxy em 84% das amostras que eu ler com o NIRS, simplesmente com a análise das folhas, de forma precoce, ainda em casa de vegetação.”

A principal vantagem dessa estratégia em relação à análise genômica, segundo Oliveira, é o custo reduzido. É preciso, como ele destaca, praticamente colher a folha, macerar, preparar, fazer as leituras e as predições. Enquanto na análise genômica há um gasto com reagentes, manutenção de equipamentos, custo de serviço, caso o material seja enviado para genotipagem em outra região do país ou mesmo fora. “Apesar de ter menor acurácia do que a análise KASP, a análise de NIR tem essa grande vantagem”, pontua.



Análise foliar: processamento de amostras NIR

# Irrigação da bananeira e calagem e adubação são temas de EAD e livro

Capacitação on-line

**Irrigação da bananeira: necessidade hídrica da cultura**

Disponível a partir de 29 de setembro de 2021

Contato: [cnpmf.ead@embrapa.br](mailto:cnpmf.ead@embrapa.br)

Embrapa  
Mandioca e Fruticultura

Gratuito e *on-line*, o curso “Irrigação da bananeira: necessidade hídrica da cultura” está disponível na plataforma e-Campo, a vitrine de capacitações a distância da Embrapa. O treinamento tem 12 horas de duração e é ministrado pelo pesquisador Eugênio Ferreira Coelho, doutor em engenharia de irrigação.

A capacitação destina-se, especialmente, para técnicos agropecuários e produtores rurais de todos os estados do Brasil, numa estimativa de aproximadamente 1.500 pessoas, que vão receber informações atualizadas sobre a irrigação da bananeira, que é uma cultura altamente exigente em água. A necessidade pode variar de 8 mil a 15 mil m<sup>3</sup> de água/ciclo, a depender da variedade e das condições climáticas do local.

Ao final do curso, os participantes devem ser capazes de determinar a quantidade racional diária de água para a cultura nas diferentes fases do seu ciclo, de forma a otimizar a eficiência de uso de água na irrigação. O curso é composto por dois módulos: Fundamentação teórica e Recursos tecnológicos disponíveis para a determinação das necessidades hídricas da bananeira.

Autoinstrucional, o curso exhibe o conteúdo sem tutoria e em videoaulas, apresentações e livros salvos em PDF e material complementar disponibilizado em *links*. Haverá aplicação de avaliação de aprendizagem (questões objetivas de múltipla escolha), que deve ser preenchida após conclusão das aulas e leitura do material complementar.

Este é o segundo curso *on-line* que a Embrapa Mandioca e Fruticultura oferece pela plataforma e-Campo e está ligado ao primeiro, “Métodos e sistemas de irrigação para bananeira” — também ministrado por Eugênio Coelho —, disponível desde dezembro de 2020. Um terceiro vai ser oferecido em 2022.

Inscrições: <https://www.embrapa.br/e-campo/irrigacao-da-bananeira-necessidade-hidrica-da-cultura>

## Segunda edição do livro sobre calagem e adubação

Em dezembro, foi disponibilizada pela Embrapa Mandioca e Fruticultura a segunda edição do livro “Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá”.

A pesquisadora Ana Lúcia Borges, editora técnica do livro, conta a origem da publicação: “Normalmente, os estados da Federação têm seus manuais de recomendação de calagem e adubação contendo as tabelas de recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes. Como o estado da Bahia não atualiza o seu manual desde 1989, a equipe de solos da Unidade sentiu a necessidade de sistematizar as informações para as recomendações de calagem e adubação para as culturas pesquisadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, correspondendo a sete fruteiras e mandioca.”

Assim, em 2009, foi publicada a primeira edição do livro, sendo esta a contribuição da Embrapa para o estado da Bahia para a atualização do “Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado”. O objetivo do livro foi

promover a fertilização correta das culturas com base nas suas necessidades e nos teores de nutrientes no solo e na planta. Doze anos após a primeira edição, devido aos novos resultados de pesquisa e ao desenvolvimento de novas variedades com suas recomendações de adubação específicas, foi disponibilizada a segunda edição, atualizada e ampliada.

Destinada a agricultores, agentes de assistência técnica, estudantes, professores e pesquisadores, a publicação foi escrita por parte do corpo técnico e pesquisadores aposentados da Embrapa Mandioca e Fruticultura, pesquisadores da Embrapa Agricultura Digital e Embrapa Agrobiologia e professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).



Em relação à primeira edição, o livro traz novas tabelas de recomendação de adubação, por exemplo, para variedades de abacaxi e banana, e três novos capítulos: “Aptidão agrícola do solo”, “Riscos climáticos” e “Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais”.

A publicação pode ser baixada gratuitamente em <https://bit.ly/3wZPCxx>