

HORTICULTURA

Pesquisadores concluíram que concentrações elevadas de CO₂ aliviam o efeito inibitório da seca sobre a fisiologia e crescimento das plantas de mandioca.

Adaptação ao clima

Elevação de CO₂ aumenta produtividade média da mandioca e ainda reduz efeitos negativos da seca, revela pesquisa inédita

Jaeveson da Silva

Da Embrapa Mandioca e Fruticultura

A mandioca é muito eficiente em minimizar os efeitos da seca quando cultivada sob elevada concentração de gás carbônico (CO₂). Esse efeito positivo do CO₂ é maior do que o observado em outras culturas. A descoberta está em um estudo inédito realizado em parceria entre a Embrapa e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), que submeteu a mandioca a essas duas condições, simultaneamente, para verificar seu comportamento diante dos efeitos das mudanças climáticas que vêm ocorrendo no planeta. Resultado especialmente importante por se tratar de uma cultura de subsistência para muitas famílias, especialmente na região semiárida do Nordeste brasileiro.

Na maior parte das culturas, o aumento na concentração

atmosférica de CO₂ é benéfico para a produtividade. Porém, a elevação desse gás na atmosfera provoca redução das chuvas e aumento da temperatura, efeitos que tendem a prejudicar o desempenho produtivo. No entanto, nesse estudo internacional, pesquisadores concluíram que concentrações elevadas de CO₂ aliviam o efeito inibitório da seca sobre a fisiologia e crescimento das plantas de mandioca.

“Com base nos dados do trabalho, é possível fazer a seguinte analogia: suponha que uma área comercial de mandioca irrigada produza 50 mil quilos de raízes enquanto uma área comercial de tamanho idêntico não irrigada produza apenas 17 mil quilos. Ao aumentar-se a concentração de CO₂ nas duas áreas, a irrigada produzirá 58,5 mil quilos, acréscimo de 17%, e a área de plantio cultivada sob seca

resultará em 36 mil quilos de raízes, um aumento de 112%”, esclarece o pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura (BA) Jailson Lopes Cruz, responsável pelo estudo.

Sendo assim, a cultura, que já é importante para o Brasil e para a África, mostra-se ainda mais estratégica em regiões cuja situação de deficit hídrico será intensificada pelas mudanças que estão ocorrendo no clima, já que, sob elevado CO₂, é capaz de alcançar produtividade média maior, ainda que sob severas condições de escassez de água. Entretanto, os pesquisadores ressaltam que a produção sob estresse hídrico é sempre menor se comparada às áreas irrigadas. A diferença da mandioca é que a elevação de CO₂ atmosférico faz com que a produtividade das plantas sem água cresça proporcionalmente mais em relação às que contam com água sob as mesmas condições.

Primeiro estudo

O diferencial desse trabalho, realizado em casas de vegetação do USDA, no âmbito do Programa Embrapa Labex (laboratórios virtuais da empresa no exterior), foi verificar como a mandioca reage à elevação na concentração de CO₂ na atmosfera quando cultivada sob condições de déficit hídrico. Esse aspecto é importante já que a maioria dos estudos tem sido realizada sob boas condições hídricas, isto é, não estuda a interação entre o CO₂ e a escassez de água, como pontua Cruz.

A concentração atual de CO₂ na atmosfera está por volta de 407 ppm de CO₂ (na época do estudo, em 2011, era de 390 ppm), e a expectativa é que essa concentração aumente significativamente nas próximas décadas. O que os especialistas fizeram foi comparar a produção de matéria seca da mandioca quando cultivada sob duas concentrações de CO₂ (390 e 750 ppm) e duas condições hídricas (bem irrigado e déficit hídrico).

“Quando as plantas foram cultivadas sob a concentração de 390 ppm de CO₂, o déficit hídrico reduziu a produção de raízes tuberosas em quase 70%. Isso permite dizer que o déficit hídrico que induzimos nesse estudo foi realmente forte, semelhante ao que normalmente ocorre em condições de campo das regiões semiáridas”, afirma Cruz. Posteriormente, os especialistas fizeram a seguinte comparação: 750 ppm de CO₂ com déficit hídrico versus 390 ppm de CO₂ também com déficit hídrico. “O aumento verificado na produtividade média de matéria seca das raízes tuberosas foi de 112% em favor da mais alta concentração de CO₂”, informa Cruz, responsável pelo estudo publicado em 2016 no jornal internacional *Scientia Horticulturae*.

Já sob boas condições hídricas, o aumento de produtividade das raízes tuberosas, devido ao incremento do CO₂, girou em torno de apenas 17%. O estudo indica, assim, que o aumento da produtividade de raízes foi propor-



Jailson Cruz diz que o diferencial desse trabalho foi verificar como a mandioca reage à elevação na concentração de CO₂ na atmosfera quando cultivada sob condições de déficit hídrico

Alfredo Alves

cionalmente maior em plantas sob déficit hídrico.

Márcio Porto, fisiologista da Embrapa Mandioca e Fruticultura e precursor no Brasil de pesquisas que estabeleceram alguns dos mecanismos de tolerância à seca da mandioca, ressalta o aspecto inédito do trabalho: “Obviamente plantas sob estresse produzem menos do que plantas bem irrigadas tanto com o CO₂ alto quanto com o CO₂ mais baixo. A importância desse estudo é verificar que a produção de matéria seca das raízes tuberosas foi incrementada tanto em plantas com estresse como sem estresse, mas esse aumento causado pelo CO₂ foi proporcionalmente maior em plantas cultivadas sob estresse [112%] do que em plantas sem estresse [17%]. Esse é o primeiro trabalho evidenciando essa relação positiva em mandioca”.

Para um dos principais ecofisiologistas de mandioca da atualidade, que, por muitos anos, atuou no Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat), na Colômbia, Mabrouk El-Sharkawy, esse trabalho é muito bem-vindo, pois são extremamente escassas as informações sobre a resposta da mandioca às mudanças climáticas. “Assunto de extrema relevância, tendo em vista que a mandioca é uma cultura alimentar importante para o mundo, em áreas tropicais e subtropicais”.

Expectativas no campo

El-Sharkawy diz que o trabalho liderado por Cruz mostra que o aumento de CO₂ pode aliviar bastante o efeito do estresse hídrico, mas acrescenta que gostaria de ver essa pesquisa ser levada a campo, utilizando uma técnica de enriquecimento de CO₂ denominada FACE (Free-Air CO₂ Enrichment), ou ser desenvolvida em casa de vegetação com teto removível, que proporciona condições mais próximas

HORTICULTURA

do ambiente de cultivo. O método FACE, segundo ele, foi empregado em um único trabalho de campo para analisar o comportamento da mandioca com CO₂ elevado realizado na Universidade de Illinois, no norte dos Estados Unidos. Porém, esse trabalho foi conduzido em ambiente com boas condições hídricas. Por isso, o trabalho desenvolvido por Cruz e colaboradores é importante porque se detém em um tema ainda pouco explorado: a interação entre aumento da concentração de CO₂ e a seca.

Na pesquisa de Jailson Cruz, em casa de vegetação, o incremento de CO₂ associado à boa disponibilidade de água levou a um aumento de aproximadamente 17% na produção de raízes tuberosas. “Em Illinois, eles fizeram um estudo diretamente no campo e esse aumento foi de 100%. Além da variedade diferente, que pode responder melhor à elevação na concentração de CO₂, o cultivo diretamente no campo também pode ter favorecido esse aumento significativo”, analisa Cruz. Por isso, na sua avaliação, há a possibilidade de, no campo, a resposta da mandioca à elevação na concentração de CO₂ e ao déficit hídrico ser ainda maior do que o observado em seu trabalho de pesquisa.

“Em casa de vegetação, existe o que chamamos de aclimatação da fotossíntese. Se elevo a concentração de CO₂ no ambiente de cultivo, a planta aumenta a atividade fotossintética. Isso é particularmente verdadeiro para as plantas do grupo fotossintético C3, ao qual a mandioca pertence. Na casa de vegetação, chega um momento que o pequeno tamanho do vaso não permite o crescimento normal das raízes tuberosas, comprometendo a assimilação dos compostos orgânicos enviados pelas folhas. Esse processo leva à aclimatação da fotossíntese, por um processo denominado ‘retroinibição’, cujo ob-

Plantio de melancia com mandioca incrementa em 65% renda do pequeno produtor

Da Embrapa Roraima

Plantar melancia consorciada à mandioca garante segurança financeira ao pequeno produtor, com incremento de 65% na renda. Na pesquisa realizada pela Embrapa Roraima em Boa Vista, entre 2013 e 2016, a colheita da melancia foi feita a partir de 60 dias da semeadura, se estendendo por mais dez dias, com produtividade média dentro do esperado: 38.615 quilos por hectare de frutos. Já a colheita da macaxeira se deu próxima aos 300 dias, com uma produtividade média de 20 mil quilos por hectare (média de oito quilos por planta). Nos três anos da pesquisa, o sistema consorciado obteve uma receita líquida de R\$ 16.264,50 por hectare, e a mandioca foi responsável por R\$ 6.430,00 dessa renda.

A pesquisa mostrou que o consórcio da melancia com a mandioca, além de diversificar a produção, melhora o uso da terra pela agricultura familiar, já que a raiz acaba se beneficiando da adubação e da irrigação que já está sendo feita para a cultura do fruto, o qual não sofre nenhuma interferência negativa no seu desenvolvimento por causa do consórcio.

Clarice Rocha



Nos três anos da pesquisa, o sistema consorciado obteve uma receita líquida de R\$ 16.264,50 por hectare

jetivo é balancear a produção de carboidratos pelas folhas com o consumo pelas raízes. Mesmo em campo, no início do crescimento das plantas, ocorre essa aclimação da fotossíntese. No entanto, quando as raízes começam a se desenvolver, essa inibição tende a desaparecer. Daí a possibilidade de que no campo, com o aumento do número e tamanho das raízes, a fotossíntese volte a crescer, e a resposta ao CO₂ sob déficit hídrico possa ser ainda maior do que o observado em nosso trabalho na casa de vegetação”, sugere o responsável pelo trabalho, Jailson Cruz.

Márcio Porto, que lidera a Equipe Técnica de Mandioca da Embrapa Mandioca e Fruticultura, adianta que estão sendo desenvolvidas propostas de projeto no sentido de avaliar esses estudos em condições mais próximas ao que se observa no campo.

No futuro

Projeções agroclimáticas mostram que a mandioca deve migrar para o Sul e o Sudeste do País, em função do elevado aumento de temperatura em todas as regiões. A previsão geral é que culturas como soja, arroz e café sejam prejudicadas e tenham suas áreas reduzidas. Já em relação à mandioca, pode-se aumentar sua área e produção. “Existe a possibilidade de a mandioca migrar para essas regiões para substituir parte da área daquelas culturas. No entanto, há a possibilidade de que a área de mandioca não seja reduzida no Nordeste, porque, como mostra o trabalho, a elevação no CO₂ compensará, ainda que parcialmente, a redução da precipitação”, analisa Cruz.

O especialista em mudanças climáticas Hilton Silveira Pinto, professor da [Universidade Estadual de Campinas \(Unicamp\)](#), que coordenou a elaboração de um relatório para o Banco Mundial com projeções dos efeitos das mudanças climáticas na agricultura nas próximas décadas, estudou o comportamento de 11 culturas, entre as quais a mandioca. “Estudos indicam que a mandioca se adapta melhor do que outras culturas ao aumento de temperatura, tanto que é cultivada praticamente no Brasil inteiro, com inúmeras variações climáticas. É uma cultura que vai



Aumento na concentração de CO₂ poderá contribuir para reduzir os efeitos negativos do déficit hídrico e da elevação da temperatura sobre a produtividade e o agronegócio da mandioca

tolerar muito bem o aquecimento global”.

Silveira Pinto diz que, havendo um aumento de temperatura, algumas plantas mais sensíveis ao calor vão ser deslocadas para áreas mais frias. “No caso da mandioca, esse deslocamento pode ser mais lento em direção ao Sudeste e Sul do Brasil, mas certamente deve ocorrer uma melhoria no desenvolvimento da planta nas áreas que hoje são mais frias e que tendem a ser mais quentes”.

O pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária (SP) Eduardo Assad, autor de diversos trabalhos sobre mudanças climáticas e seus impactos na agricultura, concorda com esse raciocínio. “Nas simulações que fizemos, a mandioca fica com alta vulnerabilidade na região do semi-árido. Portanto, ela tende a se deslocar para regiões onde há mais água, mesmo com temperaturas elevadas”. Assad diz ainda que, em um dos cenários projetados, mantendo-se a situação da produção da mandioca atual, seria registrado um prejuízo em torno de R\$ 100 milhões até 2020 na região Nordeste. “Com o deslocamento da mandioca para outras regiões, até o ano de 2050 a gente passa a ter um ganho de aproximadamente R\$ 320 milhões”.

Cruz reitera que, com base nos estudos conduzidos pela Embrapa e o USDA, é possível sugerir que um aumento na concentração de CO₂ poderá contribuir para reduzir os efeitos negativos do déficit hídrico e da elevação da temperatura sobre a produtividade e o agronegócio da mandioca em situações de mudanças climáticas.

E para buscar saídas para o semiárido, já que a mandioca é basicamente uma cultura de subsistência e extremamente importante para o agricultor familiar, os especialistas citam uma das principais estratégias a serem alcançadas: a identificação e desenvolvimento de variedades mais tolerantes ao déficit hídrico e a altas temperaturas.