

DOCUMENTOS

284

on line

ISSN 1808-9992
Dezembro / 2018



Jornada de Integração da Pós-Graduação da Embrapa Semiárido

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 284

**Anais da III Jornada de Integração da
Pós-Graduação da Embrapa Semiárido**

20 e 21 de novembro de 2018

***Embrapa Semiárido
Petrolina, PE
2018***

Esta publicação está disponibilizada no endereço:
<http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>
Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

Embrapa Semiárido
BR 428, km 152, Zona Rural
Caixa Postal 23
CEP 56302-970, Petrolina, PE
Fone: (87) 3866-3600
Fax: (87) 3866-3815

Comitê Local de Publicações

Presidente
Flávio de França Souza

Secretária-Executiva
Lúcia Helena Piedade Kiill

Membros
Diana Signor Deon, Elder Manuel Moura Rocha, Francislene Angelotti, Gislene Feitosa Brito Gama, José Mauro da Cunha e Castro, Juliana Martins Ribeiro, Mizael Félix da Silva Neto, Pedro Martins Ribeiro Júnior, Roseli Freire de Melo, Sidinei Anunciação Silva, Tadeu Vinhas Voltolini.

Supervisão editorial
Sidinei Anunciação Silva

Revisão de texto
Sidinei Anunciação Silva

Normalização bibliográfica
Helena Moreira de Queiroga e Sidinei Anunciação Silva

Tratamento das ilustrações
Nivaldo Torres dos Santos

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Nivaldo Torres dos Santos

Desenho da capa
Paulo Pereira da Silva Filho

1ª edição: 2018

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Jornada de Integração da Pós-Graduação da Embrapa Semiárido (III. : 2018 : Petrolina, 2018):

Anais da III Jornada de Integração da Pós-Graduação da Embrapa Semiárido, Petrolina : Embrapa Semiárido, 2018.

325 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 284).

1. Pesquisa agrícola . 2. Agricultura . 3. Pecuária . 4. Tecnologia. I. Embrapa Semiárido. II. Título. III. Série.

CDD 607

Comissão Organizadora

Tadeu Vinhas Voltolini

Pesquisador A

Pedro Martins Ribeiro Júnior

Pesquisador A

Francislene Angelotti

Pesquisadora A

Natoniel Franklin de Melo

Pesquisador A

Diana Signor Deon

Pesquisadora A

Rafaela Priscila Antonio

Pesquisadora A

Sergio Tonetto de Freitas

Pesquisador A

Comitê Avaliador

Dr. Anderson Ramos de Oliveira

Embrapa Semiárido

Dr. Claudemiro de Lima Júnior

Universidade de Pernambuco (UPE)

Dra. Flávia de Campos Martins

Universidade de Pernambuco (UPE)

Dra. Rita Mércia Estigarríbia Borges Faustino

Embrapa Semiárido

Dr. Bruno Coutinho Moreira

Universidade do Vale do São Francisco (Univasf)

Dra. Rita de Cássia Resende Nassur

Universidade do Estado da Bahia (Uneb)

Apresentação

No Brasil, no que se refere à agropecuária, destaca-se o importante o trabalho que a Embrapa vem desenvolvendo ao longo de mais de quatro décadas dedicadas ao desenvolvimento de tecnologias para a produção de alimentos, contribuindo, desta forma, para o sucesso das atividades agrícolas no País, um dos ramos mais importantes da nossa economia.

Para a realização de seus estudos, a Embrapa conta com a parceria de universidades, que é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias e para a formação de futuros pesquisadores ou professores universitários. A realização da *Jornada de Integração da Pós-Graduação da Embrapa Semiárido* é um compromisso da Unidade para promover a interação entre os estudantes de pós-graduação e de iniciação científica que colaboram em projetos de pesquisa desenvolvidos na Embrapa Semiárido.

Nesta edição, foram apresentados 48 resumos das seguintes áreas: diversificação de culturas, mangicultura, oleicultura, recursos naturais e biodiversidade, sistemas agrícolas dependentes de chuvas, vitivinicultura, produção animal, tecnologia e bioprocessos. Pode-se, assim, observar a diversidade de temas apresentados no evento que, em 2018, chegou à sua terceira edição.

A *Jornada de Integração da Pós-Graduação da Embrapa Semiárido* é uma oportunidade para que os estudantes apresentem seus trabalhos e recebam sugestões que podem contribuir para a melhoria da pesquisa. Também podemos considerar que a realização do evento é uma das formas de acompanhar o andamento de algumas ações de pesquisas desenvolvidas na Unidade. O evento também se apresenta como um importante instrumento para a formação de profissionais que contribuirão para o desenvolvimento científico e tecnológico do Semiárido brasileiro.

Pedro Carlos Gama da Silva
Chefe-Geral da Embrapa Semiárido

Sumário

Diversificação de Culturas

| | |
|---|----|
| Comportamento ecofisiológico de cultivares de laranjeiras (<i>Citrus sinensis</i> L.) no semiárido brasileiro | 17 |
| Índice de clorofilas a e b e a área foliar de genótipos de macieira cultivados com e sem sombreamento no semiárido brasileiro | 23 |

Mangicultura

| | |
|--|----|
| Avaliação da intenção de compra e preferência de consumidores de mangas 'Keitt' colhidas com diferentes teores de matéria seca | 31 |
| Decomposição de adubos verdes em condições semiáridas irrigadas | 37 |
| Indicadores agrometeorológicos de desempenho produtivo da mangueira 'Kent' no Submédio do Vale do São Francisco | 43 |
| Misturas de plantas e densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em cultivo de mangueira irrigado no Semiárido | 49 |
| Conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' sob diferentes revestimentos biodegradáveis e concentrações de glicerol | 55 |
| Efeitos fisiológicos da mangueira cv. Tommy Atkins sob aplicação de paclobutrazol via sistema de irrigação | 61 |

Olericultura

| | |
|--|----|
| Avaliação de cultivares de melancia nas condições semiáridas do Nordeste brasileiro | 69 |
| Produção de cebola em diferentes regimes de temperatura no Submédio do Vale do São Francisco | 75 |

| | |
|--|-----|
| Micorrizas arbusculares e teor de fósforo no solo em agroecossistemas de meloeiro no Semiárido | 79 |
| Parâmetros genéticos em populações de melancia de mesa | 85 |
| Correlações lineares em caracteres morfo-agronômicos de melancia | 91 |
| Impacto do aumento da temperatura na severidade do oídio do meloeiro Pele de Sapo | 97 |
| Doses de Zn e P na produtividade do melão amarelo cv. Gladial | 103 |
| Produção e eficiência de uso da água de cebola submetida a regimes de temperatura e lâminas de irrigação | 109 |
| Cobertura de solo para o cultivo de melancia no Submédio do Vale do São Francisco | 115 |

Recursos Naturais e Biodiversidade

| | |
|--|-----|
| Árvores matrizes de <i>Myracrodruon urundeuva</i> em área de coleta de sementes | 123 |
| Perda de massa em frutos de umbuzeiro armazenados em diferentes temperaturas | 131 |
| Limites de temperatura na germinação de sementes de <i>Myracrodruom urundeuva</i> Allemão | 137 |
| Impacto da mudança do uso da terra sobre a densidade do solo em Argissolo no Semiárido | 143 |
| Análise da dinâmica hídrica em área de Caatinga utilizando dados de sensoriamento remoto multispectral | 151 |

Sistemas Agrícolas Dependentes de Chuva

| | |
|---|-----|
| Efeito de biocarvão sobre atributos químicos de um Argissolo em Petrolina, PE | 159 |
| Respostas ecofisiológicas de plantas de <i>Jatropha curcas</i> L. irrigadas com água salina | 165 |
| Crescimento inicial de cultivares de feijão-caupi em cenário climático futuro | 171 |

| | |
|--|-----|
| Produção de biomassa de leguminosas em cultivo consorciado com milho no Vale do São Francisco | 177 |
| Bactérias resistentes a antibióticos em nódulos de <i>Vigna</i> spp. cultivados em solos de Caatinga | 183 |
| Mecanismos de promoção do crescimento vegetal em bactérias não rizobianas provenientes de nódulos de <i>Arachis</i> spp. | 189 |
| Inoculação de <i>Bradyrhizobium</i> aumenta a fixação biológica de nitrogênio e a produtividade e em variedades de feijão-caupi recomendadas para o Nordeste | 195 |
| Diversidade genética de rizóbios de feijão-caupi em Luvisolos do Sertão pernambucano | 201 |
| Produção de auxinas in vitro por rizóbios de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) nativos do Semiárido. | 207 |

Vitivinicultura

| | |
|--|-----|
| Ação acaricida do piridabem e abamectina contra <i>Glomerus</i> sp. (Acarí: Eriophyidae) em videira | 215 |
| Composição fenólica e atividade antioxidante da uva 'Isabel Precoce' sob influência de épocas de produção do ano e sistemas de condução | 221 |
| Qualidade das uvas 'BRS Magna' associada a sistemas de condução e porta-enxertos no Submédio do Vale do São Francisco: primeiro ciclo de produção | 229 |
| Qualidade da uva 'BRS Magna' sob influência de sistemas de condução e porta-enxertos no Submédio do Vale do São Francisco: segundo ciclo de produção | 235 |
| Dose de quitosana para aplicação pré-colheita em uva cv. Sweet Globe®: resultados preliminares | 241 |
| Alterações na qualidade da uva 'BRS Magna' cultivada sobre o porta-enxerto SO4 durante cinco ciclos de produção | 247 |
| Maturação da uva da cultivar Touriga Nacional em ciclo produtivo do primeiro semestre no Submédio do Vale do São Francisco | 253 |

Produção Animal

| | |
|--|-----|
| Comportamento de ovelhas em lactação suplementadas com concentrado avaliadas em diferentes turnos do dia | 261 |
| Produção de leite e rendimento de queijo de ovelhas mestiças Lacaune e Santa Inês suplementadas com diferentes fontes de energia: dados preliminares | 267 |
| Parâmetros clínicos e parasitológicos de ovelhas F1 Lacaune x Santa Inês suplementadas com diferentes fontes de energia | 273 |
| Desempenho alimentar e produção de leite de cabras submetidas a diferentes níveis de energia: dados preliminares | 279 |
| Respostas fisiológicas de plantas do gênero <i>Manihot</i> em diferentes condições hídricas | 285 |

Tecnologia de Bioprocessos

| | |
|--|-----|
| Caracterização de filmes nanocompósitos para fotoproteção em frutas | 295 |
| Nanoencapsulamento de DNA plasmidial de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. Vitícola e dsRNA como veículo de entrega de agentes de controle de doenças e pragas | 301 |
| Técnica do Inseto Estéril com fungos entomopatogênicos no controle de <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera: Tephritidae) | 307 |
| Formulações de <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i> para aplicação em machos estéreis como vetores para fêmeas de <i>Ceratitis capitata</i> | 313 |
| Preparação de polissacarídeos e princípios ativos antifúngicos de recursos vegetais do Semiárido para revestimento de frutas | 319 |

Diversificação de Culturas

Comportamento ecofisiológico de cultivares de laranjeiras (*Citrus sinensis* L.) no Semiárido brasileiro

Luciana Martins Santos; Pedro Paulo Bezerra Ferreira²; Agnaldo Rodrigues de Melo Chaves³; Débora Costa Bastos⁴; Sebastião de Oliveira e Silva⁵

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento ecofisiológico de cultivares de laranjeira no Semiárido brasileiro. O experimento foi realizado em condições de campo, em blocos casualizados com três repetições, de três cultivares copa (Natal CNPMF 112, Pera D9 e BRS 002-Sincorá) cultivadas sob o porta-enxerto Citrandarin 'Índio'. As medições de trocas gasosas foram realizadas utilizando-se um analisador de gás infravermelho portátil IRGA em folhas completamente expandidas e saudáveis de ramos principais, sendo utilizadas seis plantas por tratamento no período da manhã, de janeiro até julho de 2018. Foram determinadas a assimilação líquida de carbono (A) ($\text{mmol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a razão da concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a). Para as variáveis taxa de assimilação de CO_2 (A), transpiração foliar (E) e condutância estomática (g_s), foi verificado o efeito da interação dupla entre as diferentes copas e as épocas de avaliação ($p < 0,01$), diferente da variável razão C_i/C_a , que apresentou efeitos isolados para as diferentes cultivares de copa e épocas de avaliação ($p < 0,05$). Com base nos resultados obtidos, observou-se que a cultivar BRS 002-Sincorá tem potencial para o cultivo no Semiárido brasileiro devido ao melhor comportamento ecofisiológico.

Palavras-chave: citros, IRGA, respiração, transpiração.

¹Bióloga, mestranda em Recursos Genéticos Vegetais – UFRB, bolsista Capes, Cruz das Almas, BA.

²Biólogo, doutorando em Botânica – UFRPE, bolsista Capes, Recife, PE.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, agnaldo.chaves@embrapa.br.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Melhoramento Genético de Plantas, professor da UFRB, Cruz das Almas, BA.

Introdução

A região semiárida brasileira é caracterizada por ter clima seco e quente, com baixas precipitações pluviais e elevada evapotranspiração potencial (800 mm e 2.700 mm por ano, respectivamente). Abrange os estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí, além do Norte de Minas Gerais (Bastos et al., 2015). Hoje, com os perímetros irrigados, algumas regiões do Semiárido têm a fruticultura como uma das atividades mais importante na geração de emprego e renda, pois a produção pode chegar a mais de 4 milhões de toneladas de frutos por ano (Anuário Brasileiro de Citros, 2017).

Entre a grande diversidade de produtos em sua matriz frutífera, a citricultura vem ganhando destaque, sendo o estado da Bahia o segundo maior produtor nacional de laranjas (FAO, 2017; IBGE, 2017), devido à disponibilidade de irrigação e por ser referência nacional em defesa fitossanitária, estando livre de *greening* e cancro-cítrico (Anuário Brasileiro de Citros, 2017).

Entretanto, as altas temperaturas da região diminuem a taxa de fotossíntese da planta, acarretando perdas na produtividade (Ribeiro; Machado, 2007; Bastos et al., 2015), pois o clima influencia de forma decisiva todas as etapas dessa cultura, como a adaptação das variedades, o comportamento fenológico (abertura floral), a curva de maturação, a taxa de crescimento, as características físicas e químicas do fruto, além do potencial de produção (Santos Filho et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento ecofisiológico de laranjeiras cultivadas no Semiárido brasileiro.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no campo Experimental Mandacaru, localizado no perímetro irrigado de Mandacaru, no município de Juazeiro, BA, pertencente à Embrapa Semiárido. O ensaio foi implantado em agosto de 2013 em condições de irrigação localizada, com espaçamentos de 6 m entre linhas e 4 m entre plantas. Os tratos culturais foram os preconizados para cultura na região (Azevêdo, 2003).

As condições climáticas ao longo do experimento foram monitoradas pela estação agrometeorológica instalada no Campo Experimental do Mandacaru. Foram avaliadas três cultivares de copas (Natal CNPMF 112, Pera D9 e BRS 002-Sincorá) em porta-enxerto Citrandarin 'Índio'. O delineamento expe-

rimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, totalizando 18 unidades experimentais.

As trocas gasosas foram determinadas utilizando-se um analisador de gás infravermelho portátil IRGA (LI-COR, Lincoln, NB, USA), cujas medições foram realizadas mensalmente de janeiro a agosto de 2018, no período da manhã, entre 8h e 11h, considerando-se a concentração de CO₂ de 390 ppm e radiação fotossinteticamente ativa de 1.600 mmol fótons m⁻² s⁻¹.

Na avaliação foram utilizadas folhas completamente expandidas e sadias de ramos principais de seis plantas por tratamento. Em cada unidade experimental foram determinadas a assimilação líquida de carbono (*A*) (mmolCO₂m⁻² s⁻¹), a transpiração (*E*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), a condutância estomática (*g_s*) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e a razão concentração interna e externa de CO₂ (*C_i/C_a*) (Chaves et al., 2008, 2012).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey e, para a comparação das médias, desdobram-se as interações significativas a 5% de probabilidade utilizando-se o software Sisvar.

Resultados e Discussão

Na Figura 1 estão apresentados os valores médios das variáveis de *A* (Figura 1A), *g_s* (Figura 1B) e *E* (Figura 1C), em que houve efeito da interação entre as diferentes cultivares de copa e épocas de avaliação (*p*<0,01).

Os dados de *A* foi de 10,21 e 11,20 mmol CO₂ m⁻² s⁻¹ em laranjeiras 'Pera' no mês de fevereiro e 'BRS 002-Sincorá' no mês de maio, respectivamente. A *g_s* foi de 0,15 mol de H₂O m⁻² s⁻¹ para 'BRS 002-Sincorá' em maio. Os maiores valores de *E* foram observados na cultivar 'BRS 002-Sincorá' nos meses de fevereiro (3,25 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), março (3,09 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) e maio (3,50 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹).

Tais interações demonstram o comportamento diferenciado entre as laranjeiras e a importância da escolha de uma cultivar que apresente melhor comportamento nas condições semiáridas. Segundo Ribeiro e Machado (2007), por ser uma espécie perene com metabolismo fotossintético C₃, os valores para as taxas fotossintéticas para os citros em condições naturais estão de acordo com o esperado, com valores máximos em torno de 13 mmol CO₂m⁻² s⁻¹. Os autores ainda afirmam que as condições ambientais, principalmente a temperatura, pode afetar a condutância estomática.

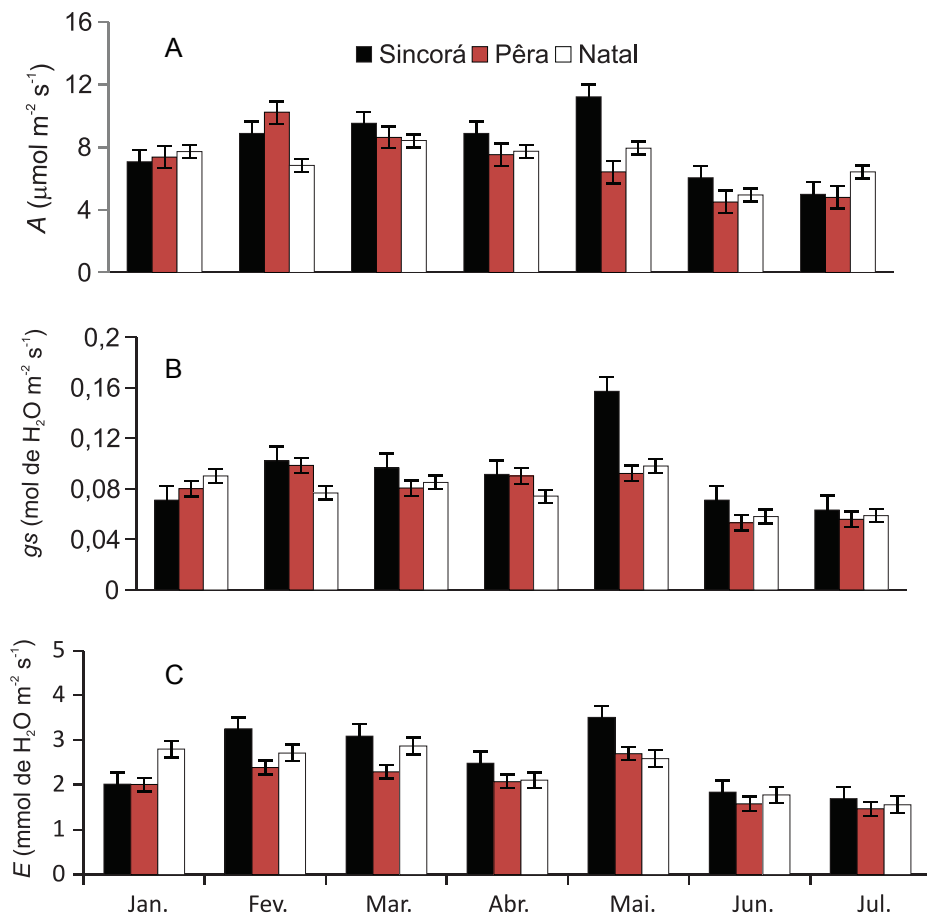


Figura 1. Valores médios de taxa de assimilação líquida de carbono (A) [A], da condutância estomática (g_s) [B] e da taxa de transpiração (E) [C] em folhas de laranjeiras (*Citrus sinensis* L.), de janeiro a julho de 2018, Juazeiro, BA. Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Para a variável C_i/C_a (Figura 2), os efeitos foram isolados ($p < 0,05$) entre as diferentes cultivares (Figura 2A) e época de avaliação (Figura 2B). A laranjeira 'BRS 002-Sincorá' apresentou maior C_i/C_a (0,61) em relação às demais cultivares. O período com maior C_i/C_a (0,69) foi maio. Quanto às características fisiológicas da laranjeira 'BRS 002-Sincorá', seus maiores valores de g_s e E no mês de maio influenciaram diretamente nos teores de C_i/C_a .

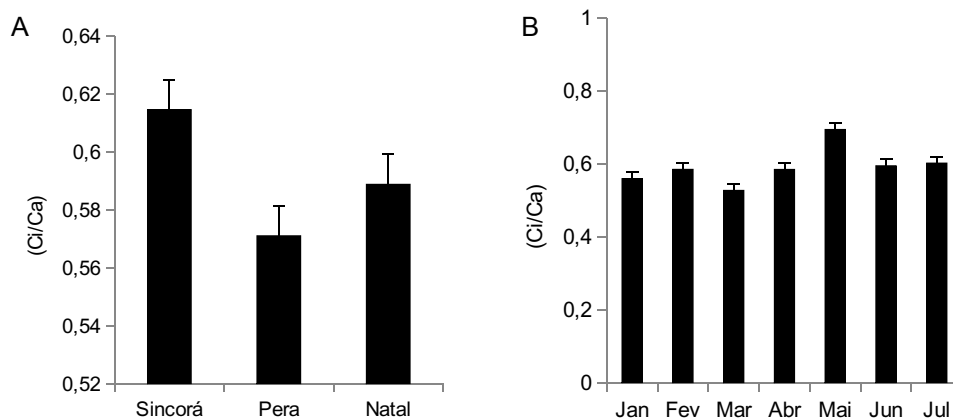


Figura 2. Valores médios da razão da concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_e) entre copas [A] e época de avaliação [B] em folhas de laranjeiras (*Citrus sinensis* L.) no ano de 2018, Juazeiro, BA. Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Conclusão

Até o momento, a cultivar BRS 002-Sincorá apresenta potencial para cultivo Semiárido brasileiro devido ao melhor comportamento fisiológico durante o cultivo nesta região.

Agradecimentos

À Embrapa Semiárido, pela disponibilização da infraestrutura para realização do experimento; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DE CITROS: citrus brazilian yeabook. Santa Cruz dos Sul: Editora Gazeta, 2017.

AZEVEDO, C. L. L. Clima. In: DANTAS, J. J. L. (Ed.). **Sistema de Produção de Citros para o Nordeste**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção, 16). Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/clima.htm>>. Acesso em: 16 set. 2018.

BASTOS, D. C.; PASSOS, O. S.; ATAÍDE, E. M.; SÁ, J. F. de; GIRARDI, E. A.; AZEVEDO, C. L. L. **Cultivo de citros no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. (Embrapa Semiárido. Documentos, 266. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139877/1/SDC266.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

CHAVES, A. R. M.; TEM-CATEN, A.; PINHEIRO, H.A.; RIBEIRO, A.; DAMATTA, F. M. Seasonal changes in photoprotective mechanism of leaves from shaded and unshaded field-grown coffee (*Coffea arabica* L.) trees. **Trees**, v. 22, n. 251, p. 351-361, 2008.

CHAVES, A. R. M.; MARTINS, S. C. V.; BATISTA, K. D.; CELIN, E. F.; DAMATTA F. M. Varying leaf-to-fruit ratios affect branch growth and dieback, with little to no effect on photosynthesis, carbohydrate or mineral pools, in different canopy positions of field-grown coffee trees. **Environmental and Experimental Botany**, v. 77, p. 207-218, 2012.

FAO. **Citrus fruit fresh and processed**: statistical bulletin 2016. Rome, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2018.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/2017/lspa_201711.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/2017/lspa_201711.pdf)>. Acesso em: 8 out. 2018.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: revisiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 393-411, 2007.

SANTOS FILHO, H. P.; MAGALHÃES, A. F.de J.; COELHO, Y. da S. (Ed.). Citros: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, DF, 2005. 219 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

Índice de clorofilas *a* e *b* e área foliar de genótipos de macieira cultivados com e sem sombreamento no Semi-árido brasileiro

Thais Barbosa Santos¹; Rafaela Ferraz Jucá Menezes²; Saulo de Tarso Aida³; Paulo Roberto Coelho Lopes⁴; Sérgio Tonetto de Freitas⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o índice de clorofilas *a* e *b* e a área foliar de genótipos de macieira (*Malus domestica*, Borkh.) cultivados com e sem sombreamento no Vale do São Francisco. O experimento foi realizado no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. Foram utilizadas folhas de macieiras sadias, maduras e completamente expandidas de dois genótipos, 'Julieta' e 'Monalisa'. As plantas foram cultivadas sob tela de sombreamento com radiação solar global de 10 MJ m⁻² dia⁻¹ (50% de redução na radiação solar global), ou sem tela com radiação solar global de 20 MJ m⁻² dia⁻¹. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em parcela subdividida 2 x 2 (2 genótipos e 2 níveis de sombreamentos). A interação entre genótipos e tratamentos não foi significativa para os parâmetros avaliados. De acordo com os resultados obtidos, o índice de clorofilas *a* e *b* foram significativamente maiores em folhas de macieira sombreadas, entretanto, não houve diferença significativa entre os genótipos. Em relação à área foliar, as macieiras sombreadas apresentaram 34 cm², enquanto aquelas não sombreadas apresentaram 21 cm² de área foliar, em média. O sombreamento 50% induziu respostas de plasticidade fenotípica em nível foliar, cujos efeitos sob o desempenho fisiológico devem ser avaliados objetivando estabelecer melhores condições microclimáticas para cultivo de macieiras na região.

Palavras-chave: maçã, plasticidade fenotípica, radiação, temperatura.

¹Tecnóloga em Alimentos, mestranda em Agronomia - Univasf, bolsista Facepe, Petrolina, PE.

²Estudante de Ciências Biológicas - UPE, bióloga, bolsista Facepe, UPE, Petrolina, PE.

³Biólogo, D.Sc. em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Biologia de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, sergio.freitas@embrapa.br.

Introdução

O avanço da tecnologia aliado ao melhoramento genético e ao manejo cultural possibilitou a criação de cultivares de macieiras com potencial produtivo em áreas com pouca incidência de frio. A expansão das áreas de macieira no Brasil se deu a partir de cultivares com menor requerimento de frio e da capacidade de adaptação a climas diferenciados. Cultivares como Eva e Princesa possibilitam uma boa produção de frutos de qualidade sendo estas algumas das mais cultivadas em regiões com baixa incidência de frio (Lopes; Oliveira, 2012; Miranda et al., 2015).

Estudos sugerem que fatores ambientais como radiação solar, temperatura e umidade relativa podem influenciar a fisiologia e o metabolismo das plantas e a qualidade final dos frutos (Freitas; Mitcham, 2016). A cultura da macieira é extremamente sensível às variações climáticas, sendo a qualidade e a durabilidade dos frutos altamente influenciadas pelas condições de cultivo das plantas. Logo, o cultivo de macieiras nas condições ambientais do Vale do São Francisco, com alta radiação solar e levada temperatura do ar, assim como baixa umidade relativa, podem modificar a fisiologia e a atividade metabólica e influenciar no desenvolvimento dos diferentes órgãos das plantas, como as folhas, responsáveis pela fotossíntese.

As clorofilas presentes nos vegetais são constantemente sintetizadas e destruídas, nos quais os processos são influenciados por fatores internos e externos às plantas. Entre os fatores externos, se destaca a incidência da radiação global, que pode promover alteração na síntese dos pigmentos (Taiz; Zeiger, 2013).

Considerando-se que a macieira é uma planta originária de clima temperado, a alta radiação global incidente na região do Submédio do Vale do São Francisco pode danificar os constituintes da cadeia de transporte de elétrons no processo de metabolismo fotossintético, alterando a capacidade de captura de luz pelos pigmentos, afetando negativamente o desempenho das plantas na região (Taiz; Zeiger, 2013).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o índice de clorofilas *a* e *b* e a área foliar de genótipos de macieira cultivados com e sem sombreamento no Vale do São Francisco.

Materiais e Métodos

O trabalho foi realizado em um pomar de macieira, localizado no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Os genótipos utilizados foram 'Julieta' e 'Monalisa', os quais foram cultivados durante um ciclo vegetativo e reprodutivo sob tela de sombreamento com radiação solar global de $10\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (50% de redução na radiação solar global), ou sem tela com radiação solar global de $20\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Ao final do ciclo reprodutivo, os índices de clorofilas *a* e *b* foram determinados na região mediana de folhas completamente expandidas, adultas e sadias, expostas à radiação solar com um medidor eletrônico de teor de clorofila (modelo CFL1030, Falker). As mesmas folhas utilizadas para a determinação do índice de clorofilas foram utilizadas para a determinação da área foliar (cm^2), a qual foi estimada com base na largura e comprimento da folha.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em parcela subdividida 2×2 (2 genótipos e 2 níveis de sombreamento). A análise de variância foi realizada com o software AgroEstat, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos, não houve interação significativa entre genótipos e níveis de exposição das plantas à radiação solar. O índice de clorofilas *a* e *b* não apresentou diferença significativa entre os genótipos, indicando que não existiu efeito do genótipo na captura de energia a ser utilizada na fase fotoquímica da fotossíntese (Taiz; Zeiger, 2013). Entretanto, o índice de clorofilas apresentou diferença significativa entre plantas sombreadas e não sombreadas (Tabela 1).

Tabela 1. Índice de clorofilas *a* e *b* em macieiras (*Malus domestica*, Borkh.) cultivadas com e sem sombreamento no Vale do São Francisco.

| Genótipo | Clorofila a | Clorofila b | Razão a/b |
|------------------|-------------|-------------|-----------|
| Julieta | 33,6 a | 12,7 a | 2,64 a |
| Monalisa | 29,6 a | 14,9 a | 1,98 a |
| CV (%) | 7,1 | 13,1 | 26,1 |
| Tratamentos | Clorofila a | Clorofila b | Razão a/b |
| Com sombreamento | 33,6 a | 16,2 a | 2,07 a |
| Sem sombreamento | 29,6 b | 12,7 b | 2,33 a |
| CV (%) | 2,9 | 16,1 | 4,3 |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Estes resultados estão de acordo com os de outros estudos nos quais se relatou conteúdo mais elevado de clorofilas por unidade de massa seca em folhas sombreadas em relação àquelas expostas à radiação solar direta (Scalon et al., 2003). Scalon et al. (2002) afirmam que o aumento no conteúdo de clorofila *b* nas folhas submetidas a menores níveis de radiação é uma característica importante porque a clorofila *b* absorve energia de outros comprimentos de onda e a transfere para a clorofila *a*, que efetivamente atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese e representa um mecanismo de aclimação à condição de menor intensidade luminosa.

A área foliar não apresentou diferença significativa entre os genótipos. Entretanto, houve efeito significativo para níveis de exposição das plantas à radiação solar. As macieiras expostas diretamente à radiação solar apresentaram menor área foliar (área foliar média de 21 cm²), quando comparadas com macieiras cultivadas em ambiente sombreado com 50% de redução da irradiância (área foliar média de 34 cm²) (Figura 1).

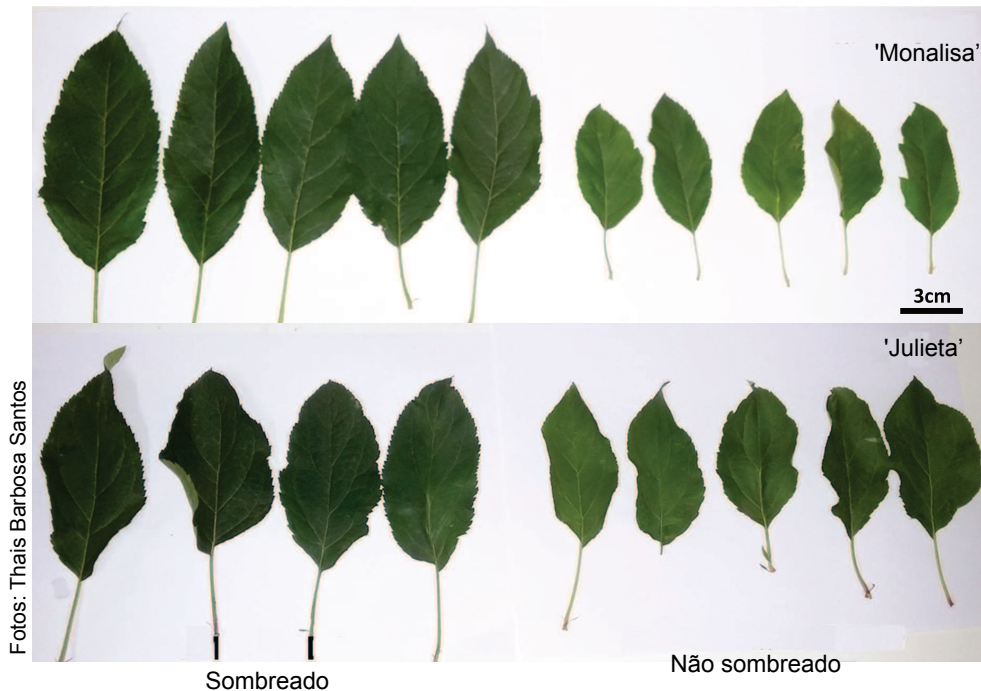


Figura 1. Folhas de macieira (*Malus domestica*, Borkh.) 'Monalisa' e 'Julieta' cultivadas em ambiente sombreado e não sombreado no Submédio do Vale do São Francisco.

O aumento da área foliar em condição de sombreamento constitui um ajuste que permite a planta aumentar sua superfície fotossintetizante e assegurar um aproveitamento maior da luz (Pedroso; Varela, 1995).

De um lado, a capacidade de aclimação às menores irradiâncias é uma característica dependente do potencial genotípico da espécie, o qual faz com que as folhas desenvolvam estruturas anatômicas e propriedades fisiológicas que as capacitem ao uso efetivo da radiação disponível (Larcher, 2000). Por outro lado, a menor capacidade de expansão da área foliar e manutenção de menor conteúdo de clorofilas em macieiras sem sombreamento sugere a ocorrência de efeitos negativos da alta irradiância e temperatura do ar sobre a fisiologia e metabolismo das plantas, uma vez que a expansão foliar é determinada pelo turgor celular que, por sua vez, depende do estado hídrico da planta (Pedroso; Varela, 1995; Larcher, 2000; Scalón et al., 2003).

Conclusão

Observou-se que o índice de clorofila *a* e *b* e área foliar foram maiores em macieiras sombreadas. Os genótipos não apresentaram diferença significativa e não houve interação entre os fatores genótipos x tratamentos. O sombreamento interfere na capacidade de expansão da área foliar e exerce efeitos diretos sobre a síntese de clorofilas em macieiras cultivadas no Vale do São Francisco.

Agradecimentos

À Embrapa Semiárido, pelo suporte necessário à condução dos experimentos. Ao programa de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal da Univasf. À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (Facepe), pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

Referências

- PEDROSO, S. G.; VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de *Su-maúma* (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, p. 47-51, 1995.
- FREITAS, S. T.; MITCHAM, E. J. Calcium deficiency disorders in plants. In: Postharvest ripening physiology of crops. In: PEREEK, S. (Ed.). **Postharvest ripening physiology of crops**. Boca Raton, CRC Press, 2016. cap. 15, p.477-512.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M. Produção de pera no Vale do São Francisco. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 4., 2012, Lages. **Anais e palestras...** Lages: CAV: UDESC, 2012. p. 56-65.

MIRANDA, J. M. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; OLIVEIRA, I. V. M.; LOPES, P. R. C.; ASSIS, J. S. Fruit quality of 'Eva' e 'Princesa' apples grown under nitrogen fertigation in semiarid climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 967-972, 2015.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, p. 1-5, 2002.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, R. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, p. 753-758, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p. il.

Mangicultura

Avaliação da intenção de compra e preferência de consumidores de mangas ‘Keitt’ colhidas com diferentes teores de matéria seca

Magnólia Lourenço da Silva Neta¹; Emanuel José Nascimento Marques²; Rita de Cássia Mirela Resende Nassur³; Sérgio Tonetto de Freitas⁴

Resumo

O teor de matéria seca (MS) é um parâmetro que afeta as características de qualidade e o grau de aceitação de mangas pelos consumidores. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a intenção de compra e preferência dos consumidores para mangas ‘Keitt’ colhidas com diferentes teores de MS, visando identificar os teores ideais de MS para a colheita. Mangas ‘Keitt’ foram colhidas em um pomar comercial no Submédio do Vale do São Francisco no estádio de maturação 2 em três faixas de MS, sendo essas 16% a 18%, 19% a 21% e 22% a 23% no período de 28 de março a 5 de maio de 2018. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições. Os testes foram aplicados em 144 julgadores não treinados. De acordo com os resultados obtidos, mangas ‘Keitt’ produzidas no Submédio do Vale do São Francisco e colhidas com teores de MS na faixa de 22 a 23% apresentam a maior intenção de compra e preferência pelos consumidores, comparadas com as mangas colhidas com menores teores de MS.

Palavras-chave: espectrômetro, exportação, julgadores, Vale do São Francisco.

¹Tecnóloga em Alimentos, mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFS, bolsista Capes, São Cristóvão, SE.

²Químico, D.Sc. em Química, bolsista BFP/Facepe, Embrapa, Petrolina, PE.

³Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência dos Alimentos, professora da Uneb, Juazeiro, BA.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Biologia de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, sergio.freitas@embrapa.br.

Introdução

A manga é originada do Ceilão e regiões do Himalaia, nas quais surgem em florestas. Pertencente à família das Anacardiáceas, a mangueira (*Mangifera indica* L.) é nativa da Ásia Meridional e do Arquipélago Indiano (Camargo Filho et al., 2004). A cultura vem crescendo com o passar dos anos e atualmente é uma das atividades agrícolas mais importantes no Brasil, uma vez que o país se encontra entre os sete maiores produtores e está na sexta posição no ranking mundial de exportação (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2017).

É uma fruta carnuda que pode conter aproximadamente 80% de água e 20% de matéria seca (MS), sendo esta última a fração que representa a quantidade de fotoassimilados e nutrientes acumulados ao longo do crescimento e desenvolvimento dos frutos na planta (Lakshimnarayana et al., 1970; Léchaudel et al., 2002). O acúmulo de MS é determinado por fatores genéticos, bem como ambientais das condições de cultivo, os quais contribuem para a composição química do fruto como paredes celulares, açúcares solúveis, ácidos, amido, entre outros compostos (Léchaudel; Joas, 2007).

Estudos evidenciam que a qualidade da manga madura é determinada principalmente pelo teor de MS nos frutos, assim, interfere diretamente no consumo e aceitação pelos consumidores (Nassur, 2013). Além disso, em outros estudos observa-se que carboidratos de reserva como o amido, o qual é convertido para açúcares solúveis durante o amadurecimento, também apresenta um papel importante na determinação da qualidade de consumo e aceitação dos frutos pelos consumidores (Saranwong et al., 2004; Subedi et al., 2007). Apesar de esses estudos mostrarem a relação entre teores de MS e qualidade de consumo de mangas, é necessário que sejam realizadas pesquisas para determinar a faixa ideal de MS que determinados genótipos de mangas produzidos nas condições ambientais do Vale do São Francisco devem possuir no momento da colheita para satisfazerem as exigências de qualidade dos consumidores.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a intenção de compra e preferência dos consumidores para mangas 'Keitt' colhidas com diferentes teores de MS, visando identificar os teores ideais de MS para a colheita dos frutos.

Material e Métodos

Mangas 'Keitt' foram colhidas em um pomar comercial no Vale do São Francisco no estádio de maturação 2 em três faixas de matéria seca, sendo essas 16% a 18%, 19% a 21% e 22% a 23%. As faixas de MS foram determinadas

de forma não destrutiva com o uso de espectrômetro de infravermelho próximo (Félix - modelo F 750).

Após a colheita, os frutos foram levados ao laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, onde foram higienizados com água corrente, secos e armazenados a 10 °C por 34 dias até atingirem a maturação de consumo com firmeza de polpa entre 20 N e 40 N, determinada com o auxílio de um texturômetro (TA.XT/Plus - Extralab, Brasil).

Depois de atingirem a maturação de consumo, amostras de polpa foram cortadas de forma uniforme e individual e foram colocadas em copos plásticos de fundo branco (100 mL) codificados com três dígitos e contendo aproximadamente 35 g de amostra. Para cada avaliador foi apresentado um grupo de três amostras em ordem balanceada referentes às três faixas de MS (Macfie et al., 1989).

Os testes com consumidores foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE e no Laboratório de Tecnologia em Alimentos da Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, BA, sendo as amostras de manga avaliadas por uma equipe composta por 144 julgadores não treinados.

Para cada amostra, os consumidores informaram a intenção de compra segundo a escala hedônica mista de 5 pontos, onde: 1 - certamente não compraria; 2 - provavelmente não compraria; 3 - posso ou não comprar; 4 - provavelmente compraria e 5 - certamente compraria. Cada amostra foi também ranqueada de acordo com a preferência, onde nota 1 é igual a menos preferida e 3 mais preferida.

Os resultados apresentados representam as médias obtidas para a intenção de compra e preferência dos consumidores. As análises sensoriais foram conduzidas em cabines individuais com luz branca, temperatura de 22±2 °C e umidade relativa de 60%±20%.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa Sisvar 5.6 e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Resultados e Discussão

Os testes foram realizados com 144 julgadores não treinados, sendo desses 84 mulheres (58,3%) e 60 homens (41,7%), com idades entre 16 e 67 anos, todos consumidores de manga.

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 1), a maior intenção de compra foi observada em mangas colhidas com maior faixa de MS (22% a 23%), as quais não diferiram estatisticamente de mangas colhidas com faixa intermediária de MS (19% a 21%). Frutos colhidos nestas faixas de MS foram classificados pelos consumidores dentro da categoria de frutos que provavelmente seriam comprados. A menor intenção de compra foi observada em mangas colhidas na faixa inferior de MS (16% a 18%), as quais foram classificadas pelos consumidores entre posso ou não comprar e provavelmente compraria.

A diferença estatística entre a intenção de compra para a maior e menor faixa de MS indica que mangas 'Keitt' cultivadas no Submédio Vale do São Francisco com teor de MS superiores a 19% possuem melhor aceitação pelos consumidores (Tabela 1). Este resultado sugere um teor de MS em mangas superior ao encontrado em outros trabalhos, nos quais os autores indicam um teor de MS igual ou superior a 16,9% para atingir alta aceitação dos consumidores (Nassur, 2013). Esta diferença entre teores ideais de MS para satisfazer as exigências dos consumidores pode estar relacionada ao diferente genótipo e condições de cultivos dos frutos entre estes estudos.

De modo geral, mangas com altos teores de MS tendem a ser preferidos pelos consumidores, pois possuem características sensoriais mais atrativas e maior vida útil, quando comparadas com mangas contendo baixos teores de MS (Saranwong et al., 2004).

Tabela 1. Intenção de compra de mangas 'Keitt' produzidas no Vale do São Francisco no primeiro semestre de 2018.

| Faixa de Matéria Seca (%) | Intenção de compra (1-5) |
|---------------------------|--------------------------|
| 16 a 18 | 3,67 b* |
| 19 a 21 | 3,74 ab |
| 22 a 23 | 4,01 a |
| CV**(%) | 29,78 |

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5%). **CV: coeficiente de variação.

A MS do fruto é uma variável estável no processo de amadurecimento e é diretamente influenciada pelas condições climáticas e de manejo da planta. O teor de MS dos frutos na colheita está correlacionado com os teores de carboidratos acumulados nos frutos durante o crescimento e desenvolvimento. Desta forma, quanto maior o teor de MS, maior será a síntese de açúcares nos frutos durante o amadurecimento e maior será a aceitação destes pelos consumidores. Neste contexto, os dados da análise de preferência confirma-

ram os resultados obtidos na análise de intenção de compra, onde frutos colhidos com teores de MS entre 22% a 23% foram ranqueados como os mais preferidos pelos consumidores, seguidos por frutos colhidos com teores de MS entre 16% a 21% (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de preferência de mangas ‘Keitt’ produzidas no Vale do São Francisco no primeiro semestre de 2018.

| Faixa de Matéria Seca (%) | Preferência |
|---------------------------|-------------|
| 16 a 18 | 1,89 b* |
| 19 a 21 | 1,90 b |
| 22 a 23 | 2,21 a |
| CV**(%) | 40,04 |

*Medias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5%). **CV: coeficiente de variação.

Conclusão

A manga ‘Keitt’ produzida no Submédio do Vale do São Francisco com teor de MS acima de 19% possui elevado grau de intenção de compra e preferência dos consumidores.

Agradecimentos

À Capes, pela bolsa de mestrado (IBPG 1741555), e à Facepe, pela bolsa de fixação de pesquisador (BFP-0130-5.01/17). Os autores também gostariam de agradecer o suporte financeiro do CNPq/Fapesp/INCTAA (Proc. No. 573894/2008, Fapesp 2008/57808-1), Facepe/NUQAAPE (APQ-0346-1.06/14), Facepe (APQ-0111-5.01/14) e CNPq (N° 442788/2014-2).

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.

CAMARGO FILHO, W. P. de; ALVES, H. S.; MAZZEI, A. R. Mercado de manga no Brasil: contexto mundial, variedades e estacionalidade. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 5. 2004. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/2004/tec4-0504.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2018.

LAKSHIMNARAYANA, S.; SUBHADRA, N. V.; SUBRAMANYAM, H. Some aspects of developmental physiology of mango fruit. **Journal of Horticultural Science**, v. 45, p. 133-142, 1970.

LÉCHAUDEL, M.; GÉNARD, M.; LESCOURRET, F.; URBAN, L.; JANNOYER, M. Leaf-to-fruit ratio affects water and drymatter content of mango fruit. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 77, p. 773-777, 2002.

LÉCHAUDEL, M.; JOAS, J. An overview of preharvest factors influencing mango fruit growth, quality and postharvest behavior. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 287-298, 2007.

MACFIE, H. J.; N., BRATCHELL; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.

NASSUR, R. de C. M. R. **Indicadores de qualidade em mangas durante o amadurecimento**. 2013. 85 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) — Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SARANWONG, S.; SORNSRIVICHAI, J.; KAWANO, S. Prediction of ripe-stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrared spectroscopy. **Postharvest Biology and Technology**, v. 31, p. 137-145, 2004.

SUBEDI, P. P.; WALSH, K. B.; OWENS, G. Prediction of mango eating quality at harvest using short-wave near infrared spectrometry. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, n. 3. p. 326-334, 2007.

Decomposição de adubos verdes em condições semi-áridas irrigadas

Maria Raphaela Severo Rafael¹; Alessandra Monteiro Salviano², Augusto Miguel Nascimento Lima³, Jailson Cavalcante Cunha⁴, Priscila Gomes Silva⁵, Vanderlise Giongo⁶

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a decomposição de diferentes tipos de adubos verdes cultivados nas entrelinhas do pomar de mangueira (*Mangifera indica* L.) em ambiente semiárido. O experimento foi conduzido com sete composições de adubos verdes: guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) solteiro; milheto (*Pennisetum glaucum* L.) solteiro; guandu + milheto; guandu + milheto + sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) + crotalária (*Crotalaria Juncea* L.); milho + milheto + sorgo + guandu; guandu + crotalária + milho + feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) DC] e vegetação espontânea, seguindo-se o método dos *litter bags* para a avaliação da decomposição do material, em 11 tempos de coleta após a deposição dos *litters* no solo (0 a 412 dias após a deposição). De um lado, a presença do guandu solteiro como adubo verde confere menor tempo de meia-vida do material vegetal. Por outro lado, o uso de milheto solteiro e a combinação de espécies leguminosas e gramíneas (2:2), aumenta o tempo de permanência dos resíduos vegetais no solo, permitindo sua cobertura por mais tempo.

Palavras-chave: plantas de cobertura, *Mangifera indica* L., fertilidade do solo.

¹Engenheira-agrônoma, mestranda em Engenharia Agrícola - Univasf, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semi-árido, Petrolina, PE, alessandra.salviano@embrapa.br.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Solo e Nutrição de Plantas, professor da Univasf Petrolina, PE.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas - Univasf, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma - Univasf, Juazeiro, BA.

⁶Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Introdução

O revolvimento do solo pelo cultivo convencional, aliado à falta de cobertura vegetal, alteram seus atributos químicos, físicos e biológicos, além de propiciar maior incidência de erosão e degradação (Moraes et al., 2016) e, em consequência, reduz o desenvolvimento e produção das culturas.

Em algumas pesquisas é evidenciado o efeito negativo do manejo convencional sobre as características do solo (Aziz et al., 2013) e é dentro dessa problemática que novas pesquisas estão sendo desenvolvidas com intuito de propor manejos adequados para melhorar os atributos do solo. Dentre essas técnicas pode-se destacar o cultivo de adubos verdes.

A utilização de espécies como leguminosas, oleaginosas e gramíneas na composição de coquetéis vegetais busca adicionar matéria orgânica, nitrogênio, aumentar o estoque de carbono orgânico, a ciclagem de nutrientes, bem como, melhorar qualidade ao solo (Giongo et al., 2014, 2016; Brandão et al., 2017).

Portanto, o conhecimento do tempo de permanência dos resíduos vegetais sobre o solo é fundamental na tomada de decisão sobre qual manejo e composição dos adubos verdes adotar.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a decomposição de diferentes tipos de adubos verdes cultivados nas entrelinhas do pomar de mangueira em ambiente semiárido, na forma solteira e consorciada.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em Petrolina, PE, no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, no período de setembro a novembro de 2016. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo BSw^h, semiárido, precipitação inferior a 500 mm, concentrada em três a quatro meses do ano, com médias anuais de temperaturas variando entre 18,7 °C e 33,6 °C (mínima e máxima, respectivamente). O solo da área é classificado como Argissolo Amarelo Eutrocoeso típico.

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, sendo as parcelas compostas por sete tipos de adubos verdes: guandu solteiro; milheto solteiro; guandu + milheto; guandu + milheto + sorgo + crotalária; milho + milheto + sorgo + guandu; guandu + crotalária + milho + feijão-de-porco e vegetação espontânea; e as subparcelas foram compostas por 11 tempos de coleta: 0, 7, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 412 dias após a deposição dos resíduos sobre o solo.

A decomposição do resíduo de fitomassa aérea depositada na superfície do solo para cada tratamento foi avaliada pelo método de *litter bags*, os quais foram preenchidos com 50 g de fitomassa seca da parte aérea de cada tratamento. Em cada unidade experimental foram distribuídos 10 *litter bags* aleatoriamente (um para cada tempo de avaliação, exceto o tempo zero). Os *litter bags* foram acomodados em contato direto com a superfície do solo.

Em cada tempo de avaliação, os *litter bags* foram recolhidos e levados ao Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido, onde foram limpos manualmente para a retirada de partículas de solo aderidas. A fitomassa remanescente foi seca em estufa de circulação forçada a 65 °C até peso constante, obtendo-se a fitomassa seca remanescente.

A taxa de decomposição da fitomassa foi estimada ajustando-se modelos de regressões não lineares aos valores observados, conforme Wider e Lang (1982).

$$\text{PRMS (\%)} = A e^{-kt} \quad (1)$$

Em que, PRMS (%) é a porcentagem de fitomassa seca remanescente; k, a taxa de decomposição; e t, tempo em dias. O tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) da fitomassa remanescente que expressa o tempo necessário para que metade da fitomassa se decomponha, foi calculada conforme equação descrita por Rezende et al. (1999): $t_{1/2} = \ln(2/k)$.

Resultados e Discussão

É possível observar nos modelos apresentados que todos os adubos verdes solteiros ou consorciados, seguiram uma tendência semelhante de decomposição (Figura 1). Nos primeiros 50 dias há uma taxa de decomposição mais rápida e, posteriormente, essa decomposição é mais lenta. Esse comportamento também foi observado em experimentos semelhantes realizados por Giongo et al. (2011) e Brandão et al. (2012).

Observando o $t_{1/2}$ para cada um dos tratamentos, verifica-se que o cultivo solteiro de guandu e o consórcio de guandu + milheto + feijão-de-porco + crotalária, apresentaram o menor tempo de decomposição, 99 e 116 dias. Isso pode ser explicado pelo fato de as leguminosas constituírem menor relação carbono/nitrogênio (C/N), tornando o resíduo vegetal mais facilmente decomponível, enquanto as gramíneas apresentam maior relação C/N, portanto, maior durabilidade (Costa et al., 2015).

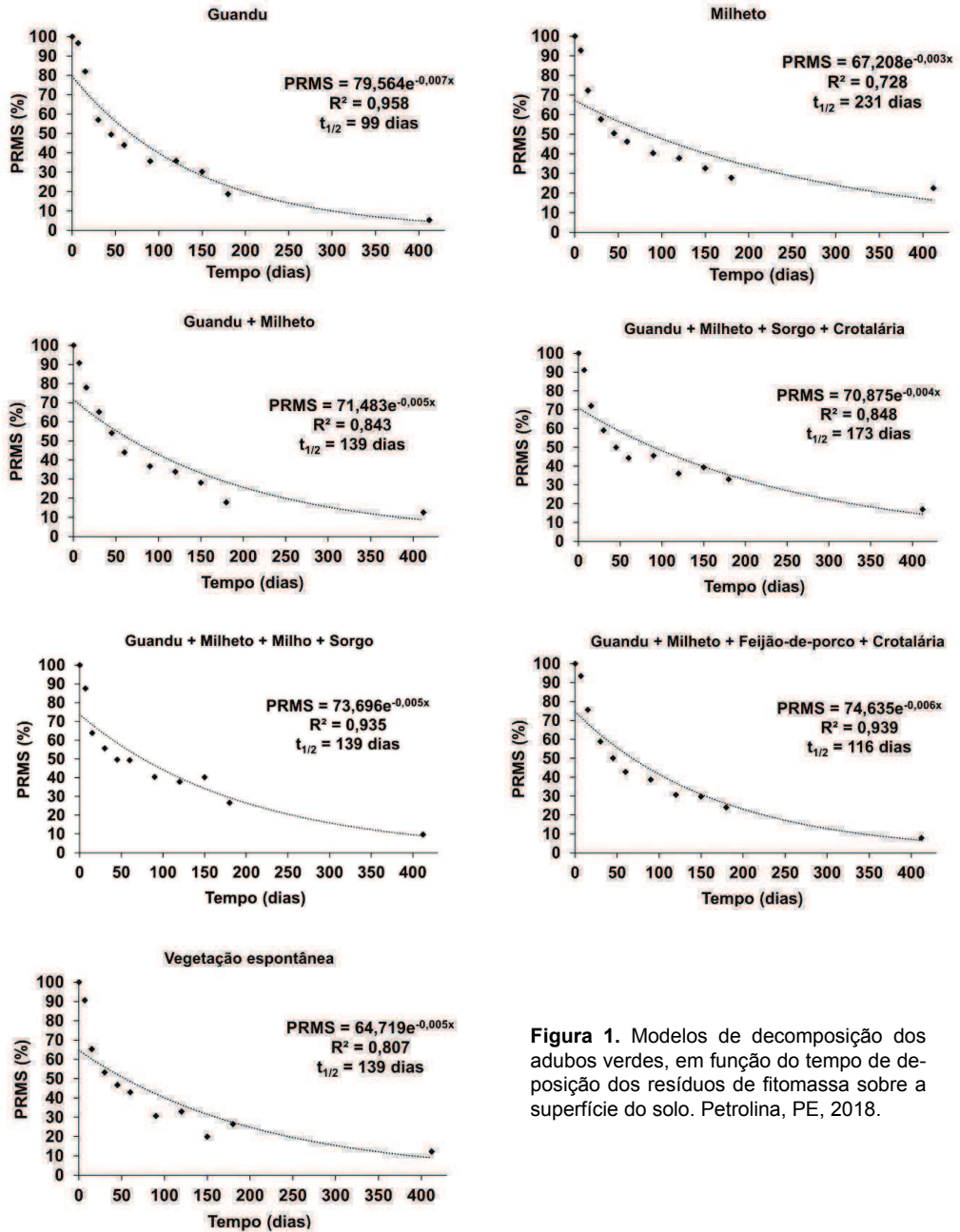


Figura 1. Modelos de decomposição dos adubos verdes, em função do tempo de deposição dos resíduos de fitomassa sobre a superfície do solo. Petrolina, PE, 2018.

O maior $t_{1/2}$ da matéria seca foi obtido para milheto solteiro, seguido por guandu + milheto + sorgo + crotalária, guandu + milheto, guandu + milheto + milho + sorgo, vegetação espontânea, com 231, 173, 139, 139 e 139 dias, respectivamente. Assim, pode-se afirmar que o milheto solteiro proporciona cobertura ao solo por mais tempo, enquanto no cultivo de guandu solteiro proporciona menor tempo de cobertura.

Os maiores $t_{1/2}$ do milheto e da composição guandu + milheto + sorgo + crotalária podem estar relacionado ao maior conteúdo de lignina, celulose e hemicelulose destas espécies. Em trabalho com decomposição de plantas de cobertura milheto, sorgo e vegetação espontânea, Teixeira et al. (2012) atribuíram o maior tempo de meia-vida para milheto e sorgo devido à concentração de lignina e maior relação C/N dessas espécies.

Conclusões

Dentre os tratamentos avaliados, o guandu, em cultivo solteiro, apresentou menor tempo de decomposição da fitomassa, enquanto o milheto, em cultivo solteiro, apresentou maior tempo de decomposição da fitomassa.

O uso combinado de espécies leguminosas e gramíneas aumenta o tempo de permanência dos resíduos vegetais no solo, em comparação ao cultivo solteiro de leguminosas, permitindo a cobertura por maior tempo.

Referências

AZIZ, I.; MAHMOOD, T.; ISLAM, K. R. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. **Soil and Tillage Research**, v. 131, p. 28-35, 2013.

BRANDÃO, S. S.; GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; SILVA, D. J.; CUNHA, T. J. F. Taxa de decomposição de coquetéis vegetais com e sem revolvimento do solo no cultivado com mangueiras. In: In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., 2012, Maceió. **A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola**: anais. Viçosa, MG: SBCS, 2012. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/936858>>. Acesso em: 14 maio 2018.

BRANDÃO, S. S.; SALVIANO, A. M.; OLSZEWSKI, N.; GIONGO, V. Green manure contributing for nutrients cycling in irrigated environments of the Brazilian semi-arid. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 4, p. 519-525, 2017.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.

GIONGO, V.; SALVIANO, A. M.; CUNHA, T. J. F.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no Semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 611-618, 2011.

GIONGO, V.; BRANDÃO, S. S.; SANTANA, M. S.; COSTA, N. D.; MENDES, A. M. S.; YURI, J. E.; PETREIRE, C. Sistema plantio direto de meloeiro com coquetéis vegetais em Vertissolo no Semiárido. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, v. 117, p. 26, 2014.

GIONGO, V.; SALVIANO, A. M.; SANTANA, M. S.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Soil management systems for sustainable melon cropping in the submedian of the São Francisco valley. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 537-547, 2016.

MORAES, E. R.; DOMINGUES, L. A. S.; MEDEIROS, M. H.; PEIXOTO, J. V. M.; LANA, R. M. Q. Produtividade e características agronômicas da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 1, p. 27-32, 2016.

REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E.; BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. **Nutr Cyclin in Agroec.** v. 54, p. 99-112, 1999.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia**, v. 30, n. 1, p. 55-64, 2012.

WIDER, R. K.; LANG, G. E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v. 63, n. 6, p. 1636-1642, 1982.

Indicadores agrometeorológicos de desempenho produtivo da mangueira 'Kent' no Submédio do Vale do São Francisco

Marcelo José da Silva¹; Herica Fernanda de Souza Carvalho²; Joana Mayra Alves de Sena³; Geovane Damaceno da Silva⁴; Magna Soelma Beserra de Moura⁵

Resumo

Objetivou-se determinar os indicadores agrometeorológicos do desempenho produtivo da mangueira (*Mangifera indica* L.) no Submédio do Vale São Francisco. O experimento foi realizado em um cultivo de mangueira cv. Kent, localizado na fazenda Andorinhas, Petrolina, PE, durante o ciclo produtivo 2016-2017. Na área de estudo foi instalada uma torre equipada com sensores para a medição de variáveis micrometeorológicas. A umidade do solo foi monitorada no perfil de 0-70 cm de profundidade. Foram analisados os seguintes indicadores agrometeorológicos: índice de área foliar (IAF), fração da radiação fotossinteticamente ativa interceptada (*fPARi*), umidade do solo (Us), graus-dia acumulados (GDA, °C), eficiência do uso da radiação (EUR) e eficiência do uso da água (EUA). O IAF da mangueira apresentou valores crescentes, expressando correlação positiva com os dias após o florescimento ($p < 0,05$). A *fPARi* apresentou-se muito sensível aos tratamentos culturais do dossel, principalmente aqueles relacionados à desfolha e poda. O GDA nas fases de florescimento, formação dos frutos e maturação foram 726,4°, 657,4° e 1591,2°, respectivamente. A EUR e EUA foram de 2,57 g MJ⁻¹ e 23,51 Kg ha⁻¹ m⁻¹. Os indicadores agrometeorológicos podem ser utilizados para avaliar a produção da mangueira cv. Kent cultivada no Submédio do São Francisco.

Palavras-chave: eficiência do uso da água, graus-dias, índice de área foliar, *Mangifera indica* L.

¹Engenheiro-agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola - Univasf, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

²Engenheira-agrônoma, M.Sc. em Engenharia Agrícola, bolsista DTI-B, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Bióloga - UPE, Petrolina, PE.

⁴Estudante de Ciências Biológicas - UPE, bolsista Pibic/Facepe, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Recursos Naturais, pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, magna.moura@embrapa.br.

Introdução

Originária do Sul da Ásia e pertencente à família Anarcadeaceae, a mangueira é uma das espécies frutíferas mais produzidas no Brasil, que é o sétimo maior produtor mundial de mangal. Dentre as regiões mais produtoras do país, o Vale do São Francisco, localizado no Semiárido nordestino, é responsável por 95% das exportações da fruta (Silva et al., 2016). A cultura apresenta ótima adaptação às condições edafoclimáticas. Os elementos climáticos (temperatura e umidade do ar, radiação solar e precipitação) influenciam de modo direto no crescimento e desenvolvimento dos frutos (Moura et al., 2015).

A região semiárida, por sua vez, apresenta elevados índices de temperatura do ar e radiação solar, o que favorece o desempenho produtivo de mangas, porém, os baixos índices pluviométricos limitam a produção dessa região a sistemas irrigados. Segundo Davenport (2009), o sucesso produtivo da mangueira só é possível quando os valores de temperatura do ar e precipitação encontram-se nas faixas de exigência da cultura. Com isso, obter informações sobre as condições climáticas às quais a cultura está submetida é de suma importância para avaliar o seu potencial produtivo.

Levando-se em consideração essas informações, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de determinar os indicadores agrometeorológicos de desempenho produtivo da mangueira cv. Kent no Submédio do Vale São Francisco.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em um pomar de mangueira 'Kent' na Fazenda Andorinhas, em Petrolina, PE. A área de estudo possui 5,1 hectares, com espaçamento de 4 m x 6 m, submetida a irrigação por microaspersão. O período analisado compreendeu o ciclo 2016-2017, nono ano de produção, especificamente entre 10 de junho de 2017 (floração) a 8 de novembro de 2017 (colheita).

Foi instalada uma torre micrometeorológica de 8 metros de altura no interior da área experimental, equipada com sensores com o objetivo de monitorar a temperatura do ar, a radiação solar incidente, a radiação fotossinteticamente ativa e a precipitação. Também foi acompanhada a umidade do solo (Us, %) em camadas de 10 cm até 70 cm de profundidade. O índice de área foliar (IAF, $m^2 m^{-2}$) foi estimado em dez plantas utilizando-se o método indireto da interceptação da luz. De posse dos dados, foram calculados os seguintes indicadores:

- Fração da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pelo dossel ($fPAR_i$):

$$fPAR_i = 1 - \frac{PAR_b}{PAR_i} \quad (1)$$

Onde: PAR_i é a radiação fotossinteticamente ativa incidente (PAR_i , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e PAR_b é a radiação fotossinteticamente basal, ou seja, abaixo do dossel (PAR_b , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

- Graus dias acumulados (GDA, °C): foram analisados para diferentes fases (florescimento, formação dos frutos e maturação) e, para isso, fez-se necessário o monitoramento da fenologia pelo acompanhamento de dez plantas, seguindo-se a metodologia apresentado por Delgado et al. (2011). Para o cálculo de GDA, utilizou-se a expressão:

$$GDA = \sum GD \quad (2)$$

$$GD = (T_{\text{méd}} - T_b) \quad (3)$$

Em que: GDA: somatório de graus-dia (GD) referente a duração de cada fase; $T_{\text{méd}}$ é a temperatura média do ar, em °C, e T_b é a temperatura base, igual a 10 °C (Mota, 1979).

- Eficiência do uso da radiação (EUR, kg MJ⁻¹): relacionou-se a produtividade de mangas (PM, Kg m⁻²) com a radiação fotossinteticamente ativa interceptada (PAR_i , MJ m⁻²), conforme a expressão (Radin et al., 2003):

$$EUR = \frac{PM}{\sum PAR_i} \quad (4)$$

- Eficiência do uso da água (EUA, kg ha⁻¹ mm⁻¹): foi obtida por meio da relação entre a produtividade de mangas (PM, Kg ha⁻¹) e a lâmina de água aplicada via irrigação (Li, mm). Metodologia também utilizada por Lacerda et al. (2009)

$$EUA = \frac{PM}{Li} \quad (5)$$

Resultados e Discussão

Na Figura 1 é apresentada a correlação entre o IAF e o número de dias após o início do florescimento (DAIF) da mangueira 'Kent'. O IAF aumentou com o desenvolvimento da cultura, expressando ótimo desempenho ($R^2 = 0,9755$; $p < 0,05$).

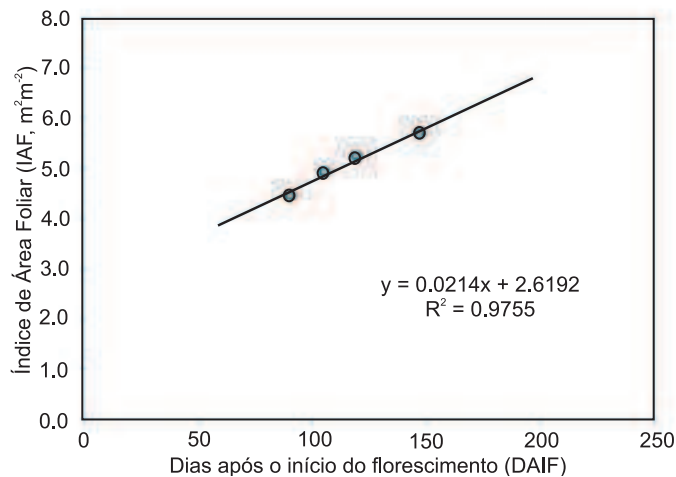


Figura 1. Índice de área foliar (IAF) da mangueira (*Mangifera indica* L.) da cultivar Kent em função dos dias após o início do florescimento (DAIF) – Petrolina, PE, 2017.

Esse comportamento ocorreu por causa do desenvolvimento foliar e surgimento de folhas novas, do aparecimento das flores e do desenvolvimento dos frutos (da fase de chumbinho até a maturação). É importante ressaltar, também, que o IAF apresenta influência direta na captação da radiação solar fotossinteticamente ativa (fPARi) e dessa forma, seus valores apresentaram comportamento semelhante para todo período analisado, com média de 0,93. É possível observar que aos 161 DAIF houve considerável redução do valor de fPARi decorrente da realização da poda de limpeza.

Os dados médios da umidade do solo estão apresentados na Figura 2. Notou-se que a camada 0-10 cm apresentou maior umidade média (15%), havendo redução com o aumento da profundidade, que aos 70 cm apresentou umidade média de 9%.

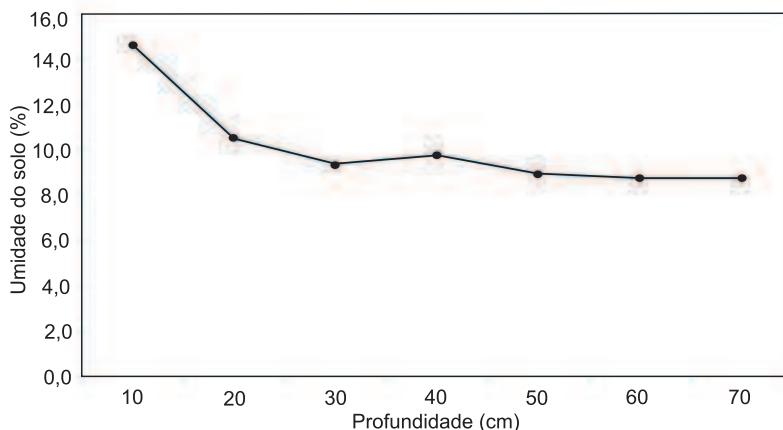


Figura 2. Umidade do solo (%) média medida em pomar de mangueira (*Mangifera indica* L.) 'Kent', Fazenda Andorinhas – Petrolina, PE, 2017.

Os dados de GDA para as fases de florescimento, formação do fruto e maturação, estão dispostos na Tabela 1. Notou-se o acúmulo de graus-dia necessário para mudanças de fases fenológicas. Para concluir a fase de florescimento, o GDA necessário foi de 726,4°, enquanto as fases de formação dos frutos e maturação necessitaram de 657,4° e 1591,2°, respectivamente.

Tabela 1. Graus-dia acumulados (GDA), fases fenológicas e somatório da radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFA_{int}) da mangueira (*Mangifera indica* L.) cultivar Kent, em Petrolina, PE, 2017.

| Fases | Duração (dias) | GDA | RFA _{int} (MJ m-2) |
|--------------------|----------------|---------|-----------------------------|
| Florescimento | 44 | 726,4 | 309,3 |
| Formação do fruto | 49 | 1.383,8 | 300,1 |
| Maturação do fruto | 104 | 2.975 | 869,7 |

A EUR e EUA para a mangueira cv. Kent foram de 2,57 g MJ⁻¹ e 23,51 Kg ha⁻¹ mm⁻¹, respectivamente. Para esses resultados, levou-se em consideração a produtividade de 38,00 t.ha⁻¹ e a lâmina total de água aplicada de 1.616 mm; sendo considerado somente o período da floração à colheita para cômputo da EUR.

Conclusão

Os indicadores agrometeorológicos podem ser utilizados para a avaliação da produção da mangueira cv. Kent cultivada nas condições climáticas do Submédio do São Francisco.

Agradecimentos

À Capes, pela bolsa de mestrado ao primeiro autor; à Fazenda Andorinhas, pela disponibilização da área; à Embrapa Semiárido e à equipe do Setor de Agrometeorologia pelo apoio.

Referências

- DAVENPORT, T. L. Reproductive physiology In: LITZ, R.E (Ed.). **The mango**. Wallingford: CAB International, 2009. p. 97-169.
- DELGADO, P. M. H.; ARANGUREN, M.; REIG, C.; GALVÁN, D. F.; MESEJO, C.; FUENTES, A. M.; SAÚCO, V. G.; AGUSTÍ, M. Phenological growth stages of mango (*Mangifera indica* L.) according to the BBCH scale. **Scientia Horticulturae**, v. 130, n. 3, p. 536-540, 2011.
- LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. V.; SILVA, F. L. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v. 29, p. 221-230, 2009.
- MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1979. 376 p.
- MOURA, M. S. B.; OLIVEIRA, L. D. S.; EVANGELISTA, S. R. M.; MOUCO, M. A. C.; SOUZA, L. S. B.; SILVA, T. G. F. Aptidão climática da mangueira frente ao clima atual e aos cenários futuros (Climatic aptitude for mango crop under actual and future climate scenarios). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, p. 496-509, 2015.
- RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; JUNIOR, C. R. J. R.; BARNI, N. A.; MATZENAUER, R.; DIDONÉ, I. A. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1017-1023, 2003.
- SILVA, J. S.; CAMPECHE, L. F. D. S. M.; BARBOSA, D. F.; DE LIRA, R. M.; BARNABÉ, J. M. C.; SOUZA, D. H. S. Estimativa da evapotranspiração da cultura da mangueira no Vale do São Francisco| Estimation of the mango crop evapotranspiration in the São Francisco Valley. **Revista Geama**, v. 2, p. 56-68, 2016.

Misturas de plantas e densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em cultivo de mangueira irrigado no Semiárido

Virginia de Souza Pereira¹; Regina Lúcia Felix Aguiar Lima²; Vanderlise Giongo³.

Resumo

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma fruteira perene que abriga naturalmente fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na sua rizosfera. Contudo, o uso de insumos agrícolas e a mecanização das áreas de cultivo podem afetar o solo produzindo desbalanço nos nutrientes, diminuição da matéria orgânica do solo e alteração na população microbiana. Para avaliar o efeito de diferentes misturas de plantas na adubação verde e manejo de solo sobre a densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares na cultura da mangueira irrigada, foi conduzido um experimento em campo. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições, com tratamentos dispostos em parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas por dois sistemas de manejos (com e sem revolvimento do solo) e as subparcelas por três tipos de misturas de plantas de cobertura: mistura de plantas 1 (75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas); mistura de plantas 2 (25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas); mistura de plantas 3 (vegetação da Caatinga). Amostras de solo da camada 0-10 cm foram coletadas para a quantificação dos esporos de FMA. A densidade de esporos de FMA no solo aumentou ($p < 0,05$) nos tratamentos em que a aplicação da fitomassa das misturas de plantas foi feita por deposição superficial.

Palavras-chave: plantas de cobertura, revolvimento do solo, coquetel vegetal.

¹Engenheira-agrônoma, mestranda em Tecnologia e Ciências Ambientais para o Semiárido – UPE, Petrolina, PE.

²Bióloga, D. Sc. em Tecnologias Energéticas Nucleares, professora da UPE, Petrolina, PE.

³Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciências do solo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, vanderlise.giongo@embrapa.br

Introdução

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são componentes do solo que formam associações com as raízes das plantas, denominadas micorrizas arbusculares (MA) (Hoffmann; Lucena, 2006). As MA promovem aumento na absorção de nutrientes e água pelas plantas e permite que elas se tornem mais resistentes ao ataque de microrganismos patogênicos de solo.

Em ambientes agrários, as práticas de manejo podem afetar a ocorrência e diversidade de FMA. Manejos agrícolas que possam favorecer a ocorrência destes fungos nos solos são desejáveis. O manejo com adubação verde pode favorecer a qualidade edáfica. Nesse sentido, alguns trabalhos têm sido publicados, trazendo informações sobre práticas agrícolas conservacionistas, evidenciando seus efeitos sobre a simbiose micorrízica. No entanto, ainda são poucos os trabalhos que têm como objeto de estudo, os sistemas agrícolas e os processos microbianos em condições de campo no Semiárido em área irrigadas (García-Orenes et al., 2005).

O manejo da mangicultura inclui práticas diversas, como: revolvimento do solo, capina da vegetação espontânea, adubação orgânica, irrigação, utilização de agrotóxicos e de fertilizantes químicos (Silva et al., 2006; Giongo et al., 2012), as quais podem afetar a estrutura física, a fertilidade e a composição microbiana do solo.

O preparo do solo para o cultivo por meio do revolvimento pode resultar em aumento ou redução do estabelecimento da simbiose micorrízica, dependendo das espécies de plantas e de fungos envolvidos e das condições edafoclimáticas.

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito em campo de diferentes misturas de plantas de cobertura e manejo de solo sobre a densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares no solo da rizosfera de mangueiras sob cultivo irrigado no Semiárido.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em experimento com cultivo de mangueiras em campo, instalado na Estação Experimental Bebedouro, da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. A área tem vegetação do tipo Caatinga hiperxerófila de porte arbóreo-arbustivo, relevo plano, solo do tipo Argissolo amarelo, altitude mé-

dia igual a 365,5 m, clima do tipo BSwH, temperatura média anual de 26 °C, com período chuvoso irregular, geralmente entre novembro e abril. A precipitação média no decorrer do experimento foi de 228 mm.

A vegetação nativa da área do experimento foi substituída por cultivo de tamariz, o qual foi mantido por 20 anos. Em 2009, foi substituído pelo cultivo de mangueira, que permanece até o presente.

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas dois sistemas de preparo do solo [sem revolvimento (SR) e com revolvimento (CR)], e nas subparcelas três misturas de plantas de cobertura do solo: misturas de plantas 1 (75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas), misturas de plantas 2 (25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas), misturas de plantas 3 (vegetação da Caatinga). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas experimentais apresentam área de 1.080 m² (45 m x 24 m), tendo cada subparcelas 360 m² (15 m x 24 m). Cada subparcela foi constituída por nove plantas de mangueiras no espaçamento de 8 m entrelinhas e 5 m entre plantas.

As espécies de leguminosas usadas nas misturas de plantas foram feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), calopogônio (*Calopogonium muconoides* Desv), mucuna-preta (*Mucuna pruriens* (L.) DC.), mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* (L.) DC.), *Crotalaria spectabilis*, guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) e lab-lab (*Dolichos lablab* L.). As de oleaginosas, gergelim (*Sesamum indicum* L.), mamona (*Ricinus communis* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.). As de gramíneas, milho (*Zea mays* L.), milheto (*Pennisetum glaucum* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). A vegetação da Caatinga foi composta principalmente por carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), siratro (*Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urban), trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e carapicho-de-carneiro (*Xanthium spinosum* L.).

No sistema sem revolvimento, as plantas de cobertura foram cortadas, cerca de 70 dias após a semeadura, e a fitomassa da parte aérea depositada sobre o solo, nas entrelinhas de mangueira. No sistema com revolvimento, a fitomassa foi incorporada com aração a 20 cm de profundidade, seguido por gradagem. Foi realizada irrigação por gotejamento, com base na evapotranspiração de referência (ET_o), calculada pelo método de Penman-Monteith, a partir de dados diários coletados em uma estação meteorológica instalada próximo ao local do experimento. Da semeadura até o corte das plantas de cobertura, realizou-se irrigação apenas na entrelinha de cultivo.

A amostragem para o estudo foi realizada em 2017, no oitavo ciclo. Desde o início do experimento, nove ciclos de cultivo de plantas de cobertura foram realizados. Foram coletadas amostras compostas de solo rizosférico, na ca-

mada de 0-10 cm de profundidade, na linha de plantio das mangueiras, em dois pontos da área sob a copa da planta central de cada tratamento. Além disso, coletou-se solo em área de Caatinga adjacente.

A densidade de esporos do solo foi obtida por contagem dos esporos de FMA, ao microscópio estereoscópico. Os esporos foram extraídos por peneiramento úmido de 50 g de solo, seguido de centrifugação em solução de sacarose (Gerdemann; Nicolson, 1963; Jenkins, 1964). Os dados de densidade de esporos e colonização micorrízica foram submetidos à análise de variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%), com a utilização do programa Statistica.

Resultados e Discussão

A densidade de esporos nos tratamentos em que a aplicação da fitomassa foi aplicada sem revolvimento apresentou maior média que a área de Caatinga (Tabela 1).

A densidade de esporos de FMA na rizosfera das mangueiras não apresentou diferenças ($p < 0,05$) entre os tratamentos de misturas de plantas, e em cada mistura de plantas não houve diferença pela forma de aplicação da mistura de plantas (Tabela 1). Contudo, percebe-se uma tendência de aumento do número de esporos no solo das misturas de plantas 2 e 3 aplicadas sem revolvimento, possivelmente pela maior densidade de gramíneas nesses tratamentos.

Tabela 1. Densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em 50 g de solo em experimento de cultivo de mangueira (*Mangifera indica* L.) irrigada no Semiárido sob manejos com adubação verde.

| | Densidade de esporos de FMA (50 g de solo) | | | |
|----------------------------|--|----------------------|----------------------|---------|
| | Mistura de Plantas 1 | Mistura de Plantas 2 | Mistura de Plantas 3 | Média |
| Mangicultura | | | | |
| Aplicação sem revolvimento | 29,5 a A | 50,2 a A | 43,5 a A | 41,1 a |
| Aplicação com revolvimento | 33,7 a A | 24,0 a A | 24,0 a A | 27,2 ab |
| Caatinga de referência | | | 13,4 b | |

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Misturas de plantas 1: 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; misturas de plantas 2: 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas; misturas de plantas 3: vegetação da Caatinga.

Em pesquisa realizada em campo com cafeeiros (*Coffea* sp.), uma planta perene tal como a mangueira, na Zona da Mata mineira, com uso de adubo verde constituído de leguminosas, foi verificado que o número de esporos de FMA apresentou média igual a 45 esporos/50 g de solo, valor semelhante ao verificado neste estudo, com mangueira cultivada no Semiárido, com diferentes misturas de plantas (Alves et al., 2014).

Conclusões

A aplicação das misturas de plantas com composição variada de leguminosas, gramíneas e oleaginosas ou de vegetação da Caatinga estimularam de modo semelhante a produção de esporos de FMA.

O modo de aplicação de fitomassa sem revolvimento do solo produziu densidade de esporos de FMA maior que na Caatinga.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001.

Referências

- ALVES, J. M.; MARTINS, R. C.; FREITAS, R. A. de; BARRELLA, T. P.; CAMPOS, A. N. da R. Efeito da adubação verde com espécies herbáceas e arbóreas na micorrização do cafeeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 11-16, 2014.
- GARCÍA-ORENES, F.; GUERRERO, C.; MATAIX-SOLERA, J.; NAVARRO-PEDREÑO, J., GÓMEZ, I.; MATAIX-BENEYTO, J. Factors controlling the aggregate stability and bulk density in two different degraded soils amended with biosolids. **Soil and Tillage Research**, v. 82, n. 1, p. 65-76, 2005.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* extracted from soil by wet-sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 2, p. 235-244, 1963.
- GIONGO, V.; MENDES, A. S.; SILVA, D. J.; CUNHA, T. J. F.; BRANDÃO, S. da S. Sistemas de culturas intercalares e manejo de solo alterando as características químicas de argissolo cultivado com mangueiras. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., 2012, Maceió. **A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola**: anais. Viçosa, MG: SBCS, 2012. 1 CD-ROM.

HOFFMANN, L. V.; LUCENA, V. S. **Para entender micorrizas arbusculares**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Embrapa Algodão. Documentos, 156). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/18310/1/DOC156.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

JENKINS, W. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, p. 9, 1964.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 697-704, 2006.

Conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' sob diferentes revestimentos biodegradáveis e concentrações de glicerol

Antonio Augusto Marques Rodrigues¹; José Henrique Bernardino Nascimento²; Débora Tamara Félix³; Luana Ferreira da Silva¹; Maria Auxiliadora Coêlho de Lima⁴

Resumo

Para aumentar a vida útil de frutos, revestimentos biodegradáveis vêm sendo estudados com diversas matrizes com enorme potencial. Esse trabalho teve por objetivo caracterizar o potencial dos revestimentos à base de amidos de amêndoa de manga e semente de jaca, em diferentes concentrações de glicerol, para conservação da manga 'Tommy Atkins'. Os frutos foram recobertos com amido de amêndoa de manga (AAM) a 2% e de semente de jaca (ASJ) a 3,5% adicionados a 1% e 3% de glicerol (G) mais a testemunha, sendo armazenados a $24,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ a $85,8 \pm 2,6\%$ de UR durante 14 dias. Foram realizadas avaliações de perda de massa, atividade respiratória e cor da casca, por meio dos parâmetros L, C e H. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 5×8 (revestimento \times tempo de armazenamento), com quatro repetições. Os amidos de amêndoa de manga e semente de jaca com glicerol a 1% e 3%, respectivamente, apresentaram menores perda de massa e respiração, com atraso no amadurecimento.

Palavras-chave: semente de jaca, amêndoa de manga, vida útil.

¹Agrônomo, doutorando em Agronomia, UFPB (CCA-PPGA), bolsista Capes, Areia, PB.

²Biólogo, mestrando em Recursos Genéticos Vegetais, UFRB, Cruz das Almas, BA.

³Tecnóloga em Alimentos, mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PROCTA), UFS, São Cristóvão, SE.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Pós-Colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, auxiliadora.lima@embrapa.br.

Introdução

O Brasil é apontado como o sétimo maior produtor mundial de manga e o quarto maior exportador. No ano de 2016, foram produzidas 1,002 milhões de toneladas, sendo os estados da Bahia, Pernambuco e São Paulo os maiores produtores (FAO, 2015; IBGE, 2018). A principal cultivar é a Tommy Atkins que ocupa cerca de 80% dos plantios no Brasil, principalmente pela sua maior resistência a pragas e doenças (Silva et al., 2014).

A manga, por ser um fruto climatérico, necessita de tecnologias que aumentem seu tempo de vida útil. Uma das tecnologias que vem sendo estudadas é o uso de revestimentos biodegradáveis, pois apresentam diversas vantagens, como melhoria na aparência, propriedades antimicrobianas, não toxicidade e redução da atividade metabólica do fruto (Kong et al., 2010).

As matérias-primas mais utilizadas no desenvolvimento desses revestimentos são de origem polissacarídica, como o amido. Dentre os amidos, o de semente de jaca e o amido de amêndoa de manga apresentam potencial para o uso como revestimentos. No entanto, os polissacarídeos, de maneira geral, necessitam de elementos adicionais como o uso de agentes plastificantes para melhorar as características da matriz. O glicerol é um dos agentes plastificantes mais utilizados, pois melhora a flexibilidade e a resistência do revestimento (Ham, 2014; Versino et al., 2016). Tendo em vista a importância do glicerol, é necessário conhecer a concentração ideal para cada matriz.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o potencial dos revestimentos à base de amido de amêndoa de manga e semente de jaca em diferentes concentrações de glicerol, para conservação da manga 'Tommy Atkins'.

Material e Métodos

As mangas da cultivar Tommy Atkins foram colhidas no estádio de maturação 2, na área de produção da empresa AM Export, localizada em Petrolina, PE. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, onde foram lavados em água corrente para a retirada do excesso do produto caulim. Em seguida, foram sanificados em água clorada, a 200 ppm, por 10 minutos. Posteriormente, foram secos para a aplicação, por pulverização manual utilizando-se borrifador, dos seguintes revestimentos: amido de amêndoa de manga (AAM) a 2% adicionado a 1% e 3% de glicerol, amido de semente de jaca (ASJ) a 3,5% adicionado a 1% e 3% de glicerol (G) e a testemunha, sem a aplicação.

Para todos os revestimentos, exceto a testemunha, foram adicionados Tween 80 a 0,3% e 0,3% de óleo de girassol. Após secarem, os frutos foram armazenados a $24,2 \pm 0,2$ °C a $85,8 \pm 2,6\%$ de UR sendo avaliados durante 14 dias.

Esses frutos foram analisados quanto à: perda de massa (%), obtida pela diferença percentual de massa dos frutos no dia da colheita e no dia da avaliação; atividade respiratória ($\text{mol.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$), sendo realizada com equipamento analisador de O_2 e CO_2 Witt PA 7.0, após os frutos serem mantidos durante 10 minutos dentro de um recipiente hermeticamente fechado; e determinação da cor da casca por meio de colorímetro Minolta CR 400, utilizando-se o sistema de leitura CIELAB, representado pelas coordenadas luminosidade (L), croma (C) e ângulo Hue (°H), sendo a leitura realizada na região verde da superfície do fruto.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5×8 (revestimento \times tempo de armazenamento), com quatro repetições, cada uma composta por quatro frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$). Havendo diferença significativa para o fator tempo de armazenamento e sua interação com o fator revestimento, foi aplicada a análise de regressão polinomial até o terceiro grau e, para o fator revestimentos isolado, foi aplicado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

A perda de massa diferiu entre os revestimentos, aumentando ao longo dos 14 dias armazenamento com destaque para os tratamentos AAM (G1%) e ASJ (G3%), que apresentaram as menores perdas (Figura 1). De acordo com Pareek (2016), perda de massa em torno de 5% é aceitável para a maioria dos produtos frescos, já que ainda não causam sinais de murcha.

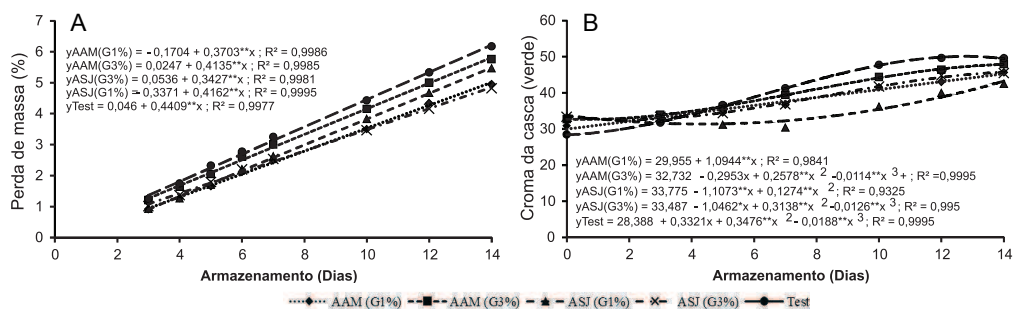


Figura 1. Perda de massa fresca (A) e croma (B) de manga 'Tommy Atkins' durante o armazenamento a $24,2 \pm 0,2$ °C a $85,8 \pm 2,6\%$ de UR. sob revestimentos à base de amido. AAM = amido de amêndoa de manga a 2%; ASJ = amido de semente de jaca a 3,5%; G1% e G3% = 1 ou 3% de glicerol; test = testemunha.

Em linhas gerais, os revestimentos não promoveram diferenças na taxa respiratória dos frutos durante o armazenamento, sendo possível observar que o pico respiratório ocorreu no quinto dia de armazenamento (Figura 2A). No entanto, a taxa respiratória diferiu entre os revestimentos, sendo maior na testemunha e menor nos frutos recobertos com ASJ (G1%) (Figura 2B). Estas respostas indicam que os revestimentos formaram uma barreira ao redor dos frutos, modificando a atmosfera e reduzindo a taxa respiratória, o que ajuda no retardo do amadurecimento.

A luminosidade da casca aumentou ao longo do armazenamento para todos os revestimentos (Figura 2C). Os frutos apresentaram aumento ao longo dos 14 dias de armazenamento. Entre os revestimentos, a testemunha apresentou maior luminosidade diferindo dos demais, com valores médios de 58,89 (Figura 2D). Portanto, apresentou maior avanço da maturação em relação aos frutos recobertos.

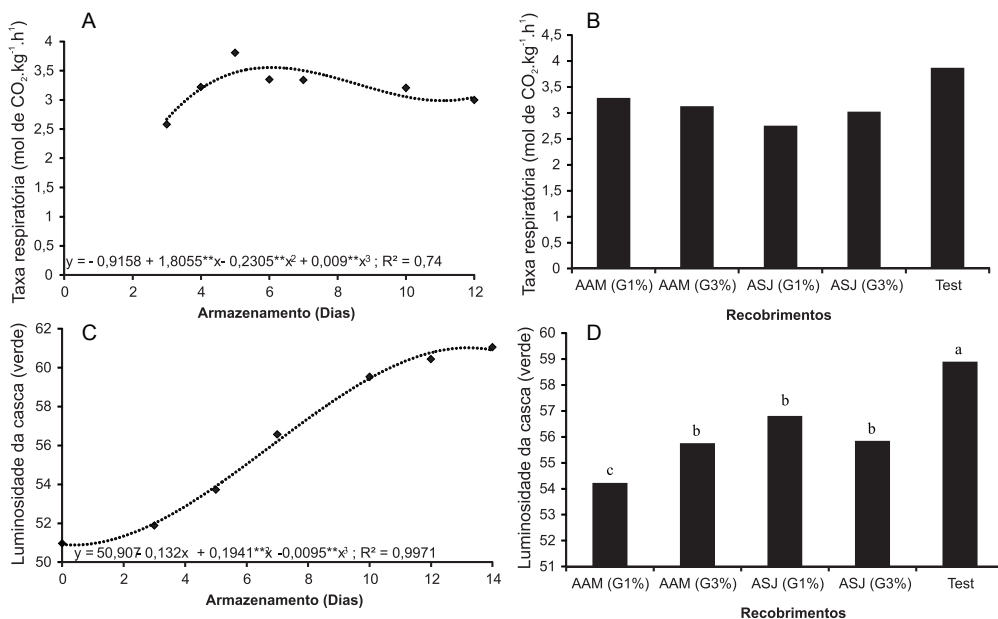


Figura 2. Taxa respiratória e luminosidade da casca de manga 'Tommy Atkins' durante o armazenamento a $24,2 \pm 0,2$ °C a $85,8 \pm 2,6\%$ de UR, sob revestimentos à base de amido. AAM = amido de amêndoa de manga a 2%; ASJ = amido de semente de jaca a 3,5%; G1% e G3% = 1 ou 3 % de glicerol; test = testemunha.

O croma da casca foi influenciado pelos revestimentos durante o armazenamento, sendo ascendente para todos eles (Figura 1B). No entanto, a testemunha apresentou maior intensidade da cor e os frutos recobertos com ASJ (G1%) apresentaram a menor alteração ao longo do armazenamento.

Não houve interação significativa entre os revestimentos e o tempo de armazenamento em relação ao ângulo Hue (°H) da casca na região verde, que diminuiu ao longo dos 14 dias (Figura 3A). Entre os revestimentos, a testemunha apresentou os menores valores, indicando menor avanço na mudança da cor verde (Figura 3B). A resposta é indício de retardo do amadurecimento decorrente da menor atividade da clorofilase, que é responsável pela degradação da clorofila durante a maturação (Hussain et al., 2010).

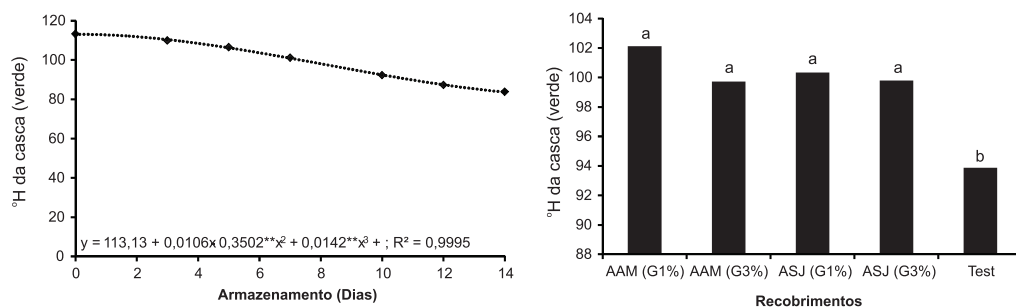


Figura 3. Ângulo Hue (°H) da casca, na região verde, de manga 'Tommy Atkins' durante o armazenamento a $24,2 \pm 0,2$ °C a $85,8 \pm 2,6\%$ de UR, sob revestimentos à base de amido. AAM = amido de amêndoa de manga a 2%; ASJ = amido de semente de jaca a 3,5%; G1% e G3% = 1 ou 3 % de glicerol; test = testemunha.

Conclusão

Os dois tipos de amido apresentaram potencial para uso como revestimento, destacando-se o amido de amêndoa de manga contendo glicerol a 1% e o amido de semente de jaca contendo glicerol a 3%, por propiciarem a redução da perda de massa e a atividade respiratória, além de atrasarem o amadurecimento.

Agradecimentos

À Embrapa Semiárido, pela disponibilização da infraestrutura, e à Capes, pela concessão de bolsa ao primeiro autor (Código de Financiamento 001).

Referências

FAO. **FAOSTAT**: database gateway-FAO. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/>>. Acesso em: 17 set. 2018.

HAM, J. H. (Ed.). **Innovations in food packaging**. 2nd ed. [Cambridge]: Academic Press, 2014.

HUSSAIN, P. R.; MEENA, R. S.; DAR, M. A.; WANI, A. M. Carboxymethyl cellulose coating and low-dose gamma irradiation improves storage quality and shelf life of pear (*Pyrus communis* L., cv. Bartlett/William). **Journal of Food Science**, v. 75, n. 9, 586-596, 2010.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática**: SIDRA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>>. Acesso em: 18 set. 2018.

KONG, M.; CHEN, X. G.; XING, K.; PARK, H. J. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of the art review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 144, n.1, p. 51-63, 2010.

PAREEK, S. **Postharvest ripening physiology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 2016. 664 p. (Innovations in postharvest technology series).

SILVA, A. C. da; SOUZA, A. P. de; LEONEL, S.; SOUZA, M. E. de; RAMOS, D. P.; TANAKA, A. A. Growth and flowering of five mango cultivar under subtropics conditions of Brazil. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 3, p. 393-402, 2014.

VERSINO, F.; LOPEZ, O. V.; GARCIA, M. A.; ZARITZKY, N. E. Starch based films and food coatings: an overview. **Starch**, v. 68, p. 1-12, 2016.

Efeitos fisiológicos da mangueira cv. Tommy Atkins sob aplicação de paclobutrazol via sistema de irrigação

Kalline Mendes Ferreira¹; Welson Lima Simões²; Alessandro Carlos Mesquita³; Maria Aparecida do Carmo Mouco⁴; Jefferson Rodrigues da Silva⁵

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação do paclobutrazol via sistema de irrigação nas variáveis fisiológicas da mangueira (*Mangifera indica* L.) cultivar Tommy Atkins. O experimento foi conduzido no período de fevereiro a agosto de 2018. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos, sendo cinco doses de paclobutrazol via fertirrigação (0,5 g de i.a.; 1,0 g de i.a.; 1,5 g de i.a.; 2,0 g de i.a. e 2,5 g de i.a. por metro linear de copa) e um tratamento adicional com uma dose aplicada na forma convencional (2 g de i.a. por metro linear de copa), com quatro repetições. As variáveis analisadas foram taxa de fotossíntese e condutância estomática, sendo seus valores mais elevados (28,98 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e 0,18 $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente) obtidos com as doses mais baixas do paclobutrazol. Os seus menores valores (21,42 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e 0,41 $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente) foram obtidos com a aplicação do paclobutrazol via sistema de irrigação, demonstrando uma maior eficiência nesta forma de aplicação.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., PBZ, trocas gasosas, indução floral.

Introdução

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das mais importantes frutíferas para a economia Brasil. No ano de 2017, o país teve uma produção de 1.087.091 toneladas de manga, sendo a região Nordeste responsável por 74,72 % desse total (IBGE, 2017).

¹Engenheira-agrônoma, mestranda em Agronomia - Uneb, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, welson.simoes@embrapa.br.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia, professor titular da UNEB, Juazeiro, BA.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Estudante de Ciências Biológicas - UPE, estagiário da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

O manejo da floração em mangueiras utilizando reguladores vegetais é uma prática que permite o agendamento da produção para períodos em que o valor do fruto é mais elevado (Oliveira et al., 2015).

O paclobutrazol (PBZ) é o regulador vegetal que tem sido amplamente utilizado para estimular o florescimento da mangueira, atuando principalmente na inibição da biossíntese de giberelinas, alterando a razão floema/xilema e a redistribuição de substâncias metabólicas necessárias para os processos de floração e frutificação (Taiz; Zeiger, 2017).

A dose recomendada do regulador vegetal para o manejo da produção depende da cultivar de mangueira, porte da planta, clima, solo e do sistema de irrigação utilizado (Ferracini et al., 2011). A forma de aplicação também influencia na resposta das plantas ao PBZ (Mouco et al., 2010). De acordo com Million et al. (1999), a aplicação dos reguladores vegetais pode ser feita por meio do sistema de irrigação, com distribuição e disponibilidade mais uniforme para a absorção pelo sistema radicular da planta, podendo esta ser uma forma de reduzir custo com o produto e a mão de obra na produção comercial.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação nas variáveis fisiológicas da mangueira cultivar Tommy Atkins no Submédio do Vale do São Francisco.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a agosto de 2018, num pomar de mangueiras da cultivar Tommy Atkins, com 8 anos de idade e plantadas com espaçamento de 10 m x 3 m, na Fazenda Special Fruit, no município de Petrolina, PE.

A irrigação da área foi realizada por microaspersores instalados junto ao colo da planta. A fonte de PBZ utilizada para auxiliar a indução floral foi o Cultar, produto comercial da Syngenta, com 25% de ingrediente ativo (i.a.).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos, sendo cinco doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação (0,5 g i.a.m⁻¹; 1,0 g i.a.m⁻¹; 1,5 g i.a.m⁻¹; 2,0 g i.a.m⁻¹; e 2,5 g i.a.m⁻¹ linear de copa) e uma outra dose aplicada de forma convencional (2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa, despejado manualmente a lanço), com quatro repetições.

As parcelas foram constituídas por quatro plantas, sendo consideradas as duas plantas centrais como úteis. As avaliações fisiológicas foram realizadas durante a fase vegetativa da mangueira (30 dias após a aplicação do PBZ),

a partir do analisador portátil de gás infravermelho (IRGA), modelo Li-6400, utilizando luz artificial fixada em $2.500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As variáveis analisadas foram: taxa de fotossíntese (A) e condutância estomática (g_s).

Os dados foram submetidos à análise de variância para comparar os métodos e doses de aplicação de PBZ. Os valores médios da dose de $2,0 \text{ g i.a.m}^{-1}$ linear de copa via sistema de irrigação e forma convencional de aplicação foram submetidos ao teste de Tukey (5%) e as doses aplicadas via sistema de irrigação foram submetidas à regressão, quando significativos (5%). As análises foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar® 5.6.

Resultados e Discussão

Pela análise de variância dos fatores estudados, observou-se que houve efeito significativo das doses de PBZ aplicadas via sistema de irrigação, sob as características fisiológicas: fotossíntese e condutância estomática. De modo geral, o aumento das doses de PBZ promoveu uma redução nas trocas gasosas de fotossíntese e condutância estomática da mangueira 'Tommy Atkins' (Figura 1).

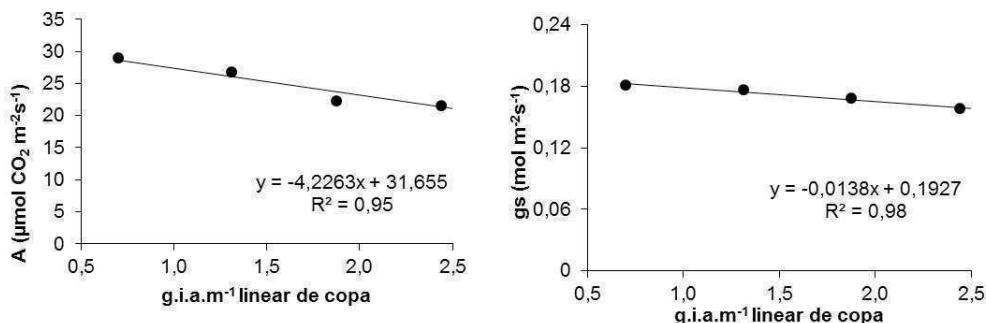


Figura 1. Taxa de fotossíntese (A) e condutância estomática (g_s) da mangueira (*Mangifera indica* L.) cultivar Tommy Atkins, em função das doses de paclobutrazol (PBZ) aplicadas via sistema de irrigação no Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina, PE, 2018.

A taxa de fotossíntese e a condutância estomática apresentaram comportamento linear decrescente. O aumento das concentrações de PBZ promoveram uma redução de 33% na taxa de fotossíntese e de 17% na condutância estomática, em relação à média da menor dose. A menor média de taxa de fotossíntese ($19,54 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e de condutância estomática ($0,15 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foram verificadas com a aplicação da maior dose de PBZ. Essa redução na taxa de fotossíntese pode estar relacionada com a redução da condutância estomática, em decorrência do aumento das doses aplicadas, em que, de acordo com Souza et al. (2016), o aumento das doses de PBZ, promovem o fechamento estomático, sendo esse um mecanismo adaptativo das plantas para evitar perdas excessivas de água, principalmente sob condições de estresse.

Lima Filho e Mouco (2004) também verificaram reduções significativas nas taxas fotossintéticas e condutância estomática de mangueiras cv. Tommy Atkins, com o aumento das doses de PBZ. Segundo esses mesmos autores, estes fatos estão associados à redução no diâmetro dos vasos do xilema causada pelo PBZ, como sugerido por Kurian e Lyer (1992), ou por causa de efeitos negativos do produto sobre o sistema radicular, que pode ter provocado um aumento nas resistências internas ao fluxo de água, influenciando negativamente a condutância estomática e, conseqüentemente, em menor grau da fotossíntese.

Considerando-se as formas de aplicação do PBZ, verifica-se que as variáveis taxa de fotossíntese e condutância estomática apresentaram efeito significativo (Tabela 1). A forma de aplicação convencional promoveu um acréscimo de 24% na taxa de fotossíntese e 31% na condutância estomática.

Tabela 1. Taxa de fotossíntese (A) e condutância estomática (g_s) da mangueira (*Mangifera indica* L.) cultivar Tommy Atkins em função da forma de aplicação do paclobutrazol (PBZ) no Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina, PE, 2018.

| Forma de aplicação | A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) | g_s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) |
|--------------------------|---|---|
| Convencional | 28,32 a | 0,59 a |
| Via sistema de irrigação | 21,42 b | 0,41 b |
| CV% | 10,93 | 26,29 |

Colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando-se o efeito das doses de PBZ aplicada via sistema de irrigação e de forma convencional sobre as variáveis fisiológicas de mangueiras cultivar Palmer, Souza et al. (2016) observaram que os maiores valores de taxa de fotossíntese e condutância estomática foram obtidos nas plantas nas quais a aplicação do produto foi realizada de forma convencional, corroborando com os resultados observados neste trabalho.

Considerando-se que o efeito do PBZ é reduzir os processos fisiológicos da planta, baseando-se nos resultados encontrados, pode-se inferir que a absorção do PBZ foi maior pelas plantas que receberam sua aplicação via sistema de irrigação, o que pode estar relacionado a sua distribuição mais uniforme na zona de maior concentração de raízes da planta, onde o sistema radicular encontra-se mais ativo.

Conclusões

O PBZ aplicado via fertirrigação promoveu maiores reduções na condutância estomática e na fotossíntese da mangueira 'Tommy Atkins', apresentando assim uma maior eficiência do que quando aplicado da forma convencional.

Agradecimentos

À Capes, pela concessão da bolsa, e à Embrapa Semiárido, pelo apoio e financiamento da pesquisa.

Referências

FERRACINI, V. L.; QUEIROZ, S. C. N. de; ROSA, M. A.; LOPES, P. R. C. **Determinação de resíduos de paclobutrazol em manga (*Mangifera indica* L.) por cromatografia acoplada a espectrometria de massas (LC-MS/MS)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. 16 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 58).

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>>. Acesso em: 25 set. 2018.

KURIAN, R. M.; LYER, C. P. A. Stem anatomical characters in relation to tree vigour in mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 50, p. 245-253, 1992.

LIMA FILHO, J. M. P.; MOUCO, M. A. do C.; Consequências da aplicação do paclobutrazol sobre as trocas gasosas da mangueira. In: CONGRESSO BRASILEIRO E FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF: Epagri, 2004. 1 CD-ROM.

MILLION, J. B.; BARRET, J. E.; NELL, T. A.; CLARK, D. G. Inhibition grow thof flowering crops with Ancymidol and Paclobutrazol in subirrigation water. **HortScience**, v. 34, p. 1103-1105, 1999.

MOUCO, M. A. do C.; ONO, E. O. O.; RODRIGUES, J. D. Mango flower induction in the Brazilian Northeast Semi-arid with gibberellin synthesis inhibitors. **Acta Horticulturae**, n. 884, p. 591-596, 2010.

OLIVEIRA, M. B.; PEREIRA, M. C. T.; MIZOBUTSI, G. P.; MAIA, V. M.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA, J. A. A.; COSTA, I. J. S.; NIETSCHKE, S.; SANTOS, E. F.; MOUCO, M. A. do C. Paclobutrazol and tip pruning in the management of "Palmer" mango trees in the semiarid region of Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 1075, p.149-156, 2015.

SOUZA, M. A.; MESQUITA, A.C.; SIMÕES, W.L.; FERREIRA, K.M.; ARAUJO, E.F.J. Physiological and biochemical characterization of mango tree with paclobutrazol application via irrigation1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 4, p. 442-449, Dec. 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Olericultura

Avaliação de cultivares de melancia nas condições semiáridas do Nordeste brasileiro

Mônica da Silva Santana¹; Jony Eishi Yuri²; Geraldo Milanez de Resende³; Nivaldo Duarte Costa⁴; Alessandra Monteiro Salviano⁵

Resumo

A escolha criteriosa da cultivar com a definição dos melhores materiais que se adaptam às condições locais de cultivo é decisiva para o sucesso da exploração da melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun. & Nakai.). O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de cultivares de melancia nas condições do Submédio do Vale do São Francisco no período de agosto a outubro de 2017, em Petrolina, PE. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso com 11 cultivares e três repetições. As maiores produtividades comerciais de frutos foram apresentadas pelas cultivares Opara F₁ (51,6 t.ha⁻¹), Ranger (53,8 t.ha⁻¹), Combat (55,2 t.ha⁻¹), Explorer (55,6 t.ha⁻¹), Conquista (56,0 t.ha⁻¹), Frevo (56,7 t.ha⁻¹) e Red Heaven (57,2 t.ha⁻¹). Entre as cultivares mais produtivas, verificou-se que a massa fresca do fruto oscilou entre 8,3 kg.fruto⁻¹ (cultivar Opara F₁) e 11,0 kg.fruto⁻¹ (cultivar Red Heaven).

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*, competição, época de plantio, produtividade.

Introdução

A produção mundial de melancia em 2016, segundo a FAO (2018), atingiu 117,02 milhões de toneladas, sendo obtida a média de produtividade da or-

¹Bióloga, doutoranda em Ecologia e Recursos Naturais – UFC, bolsista Capes, Fortaleza, CE.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, jony.yuri@embrapa.br.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

dem de 33,6 t.ha⁻¹. No Brasil, a produção nesse ano foi de 2,09 milhões de toneladas, com produtividade de 23,11 t.ha⁻¹. É uma cultura de grande importância econômica e social, principalmente no Nordeste, região responsável por 31,06% da produção nacional. A produtividade média obtida é de 18,56 t.ha⁻¹. Na região, a Bahia é o estado que apresenta a maior produção, com 237.532 toneladas e produtividade de 16,72 t.ha⁻¹. Em Pernambuco foram cultivados 2.629 hectares com produtividade de 19,25 t.ha⁻¹ (IBGE, 2017).

A cultura da melancia, como ocorre com a maioria das espécies da família Cucurbitaceae, se caracteriza por se adaptar melhor às zonas quentes e semiáridas, com maior luminosidade e temperaturas médias entre 18 °C a 30 °C. Dentre as cucurbitáceas, a melancia é a que menos tolera as baixas temperaturas, sendo tipicamente uma cultura de clima quente. A temperatura média do ar mais adequada para seu crescimento e desenvolvimento é em torno de 25 °C (Resende et al., 2010).

Em geral, existe no mercado grande disponibilidade de cultivares com diferentes formatos de fruto, coloração externa, tolerância a doenças e ao transporte, tamanho padrão e características sensoriais, especialmente, sabor e aparência. Além disso, as cultivares variam também pela sua capacidade de resposta em termos de produtividade às diferentes condições de cultivo a que são submetidas (Ferreira et al., 2003).

Estudos realizados por Carmo et al. (2015) sob condições de temperaturas mais elevadas (dezembro a fevereiro) demonstraram que as cultivares Crimson Sweet e Explorer são as mais produtivas (63,2 t.ha⁻¹ e 60,1 t.ha⁻¹), assim como as que apresentaram maior número de frutos por hectare com 8.103 e 7.160 frutos, respectivamente. Com relação à massa fresca do fruto, observaram variações entre 7,1 kg a 9,0 kg fruto entre as cultivares avaliadas, 7,8 kg.fruto⁻¹ para a cultivar Crimson Sweet e 8,4 kg.fruto⁻¹ para a cultivar Explorer.

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes cultivares de melancia, visando o aumento da sustentabilidade desse sistema de produção nas condições do Submédio do Vale do São Francisco

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE (latitude 9° 8' 8,9'' S, longitude 40° 18' 33,6'' O, altitude 365,5 m) entre os meses de agosto e outubro de 2017. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (Santos et al., 2006).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições e 11 tratamentos constituídos pelas cultivares Combat, Conquista, Crimson Sweet, Explorer, Frevo, Maracatú, Olímpia Omaru Yamato, Opara, Opara F₁, Ranger e Red Heaven.

A semeadura foi realizada em 10 de agosto de 2017 em ambiente protegido, com transplântio aos 10 dias após a semeadura (início da emergência da primeira folha definitiva). Foram utilizadas bandejas de isopor contendo 200 células, preenchidas com substrato comercial à base de casa de pinus, cinzas, vermiculita e serragem.

O espaçamento adotado foi 3,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas, sendo a parcela composta por cinco linhas de 3,6 m, com seis plantas por linha (30 plantas por parcela), perfazendo uma área de 54,0 m².

Na adubação de fundação, com base na análise do solo, foram aplicados 500 kg.ha⁻¹ do formulado NPK 06-24-12. Na adubação de cobertura, foram adicionados 90 kg.ha⁻¹ de N, 90 kg.ha⁻¹ de K₂O, 40 kg.ha⁻¹ de Ca e 10 kg.ha⁻¹ de Mg, via fertirrigação, três vezes por semana, ao longo do ciclo, até 7 dias antes da colheita.

A cultura foi mantida no limpo por meio de capinas manuais, quando necessárias. As irrigações foram realizadas utilizando-se o método de gotejamento, com turno diário e lâminas de água em torno de 7-8 mm, calculada em função da evaporação do tanque classe A. Foram realizados também os tratos fitossanitários comuns à cultura.

A colheita foi realizada aos 67 dias após o transplântio, quando os frutos estavam completamente desenvolvidos, sendo avaliadas a produtividade total e comercial (t.ha⁻¹), massa fresca do fruto comercial (kg.fruto⁻¹) e número de frutos por planta e por hectare.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F para comparação dos quadrados médios, a 5% de significância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, também a 5% de significância, empregando-se o programa Sisvar 5.0 (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Os resultados evidenciaram efeitos significativos das cultivares para a produtividade total e comercial e massa fresca de fruto, sem diferenças significativas para número de frutos por planta e por hectare (Tabelas 1).

Tabela 1. Produtividade total e comercial, massa fresca e número de frutos comerciais de cultivares de melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun. & Nakai.) no Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina, PE, 2017.

| Cultivares | Produtividade (t.ha-1) | | Massa fresca do fruto (kg) | Número de frutos | |
|---------------|------------------------|-----------|----------------------------|------------------|---------|
| | Total | Comercial | | Planta | Hectare |
| Omaru Yamato | 47,5 b | 45,1 b | 8,2 b | 1,00 a | 5.555 a |
| Conquista | 56,0 a | 56,0 a | 8,6 b | 1,18 a | 6.543 a |
| Opara | 45,1 b | 44,2 b | 7,2 b | 1,11 a | 6.172 a |
| Crimson Sweet | 46,2 b | 46,2 b | 7,9 b | 1,05 a | 5.863 a |
| Combat | 55,9 a | 55,2 a | 10,5 a | 0,96 a | 5.308 a |
| Maracatu | 46,7 b | 46,7 b | 7,7 b | 1,11 a | 6.172 a |
| Opara F1 | 53,4 a | 51,6 a | 8,3 b | 1,12 a | 6.234 a |
| Ranger | 53,8 a | 53,8 a | 9,7 a | 1,01 a | 5.617 a |
| Frevo | 56,7 a | 56,7 a | 9,2 a | 1,11 a | 6.172 a |
| Explorer | 56,6 a | 55,6 a | 9,1 a | 1,11 a | 6.172 a |
| Red Heaven | 57,8 a | 57,2 a | 11,0 a | 0,94 a | 5.246 a |
| CV. (%) | 10,1 | 9,9 | 11,7 | 13,3 | 13,2 |

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As cultivares de melancia Opara F₁, Ranger, Conquista, Combat, Frevo, Explorer e Red Heaven apresentaram as maiores produtividades totais de frutos com valores acima de 53,0 t.ha⁻¹. Com relação à produtividade comercial, as cultivares Opara F₁ (51,6 t.ha⁻¹), Ranger (53,8 t.ha⁻¹), Combat (55,2 t.ha⁻¹), Explorer (55,6 t.ha⁻¹), Conquista (56,0 t.ha⁻¹), Frevo (56,7 t.ha⁻¹) e Red Heaven (57,2 t.ha⁻¹) obtiveram as produtividades mais expressivas. Carmo et al. (2015), sob condições de temperaturas elevadas, observaram produtividades comerciais superiores para as cultivares Crimson Sweet e Explorer, com 63,2 t.ha⁻¹ e 60,1 t.ha⁻¹, respectivamente. No mesmo período, Silva et al. (2017) verificaram produtividades oscilando entre 40,8 t.ha⁻¹ e 67,8 t.ha⁻¹.

Entre as cultivares que se sobressaíram com maiores produtividades, verificou-se que a massa fresca do fruto variou entre 8,3 kg.fruto⁻¹ (cultivar Opara F₁) e 11,0 kg.fruto⁻¹ (cultivar Red Heaven) (Tabela 1). Resultados que corroboram com os apresentados por Cardoso e Isaac (2010), que afirmam que os frutos comerciáveis têm entre 5,5 kg a 12,0 kg, mas em geral são comercializados com peso médio entre 7,0 kg a 8,0 kg. Oliveira et al. (2015) obtiveram massas frescas inferiores com 6,2 kg.fruto⁻¹ (Cultivar Crimson Sweet) a 8,8 kg fruto⁻¹ (cultivar Denver). Valores próximos foram relatados por Carmo et al. (2015), que obtiveram variação entre 7,1 kg.fruto⁻¹ a 9,0 kg.fruto⁻¹. Com massa fresca de fruto oscilando entre 8,3 kg.fruto⁻¹ a 12,3 kg.fruto⁻¹, Silva et al. (2017) encontraram valores que superaram os observados neste trabalho.

No que se refere ao número de frutos comerciais por planta e por hectare (Tabela 1), constatou-se variações entre 0,94 frutos.planta⁻¹ a 1,12 frutos.planta⁻¹ e 5.246 frutos.ha⁻¹ e 6.234 frutos.ha⁻¹, respectivamente; sem apresentar diferenças significativas entre as cultivares. Diferentes autores relatam valores entre 1,30 frutos.planta⁻¹ e 1,65 frutos.planta⁻¹ (Oliveira et al., 2015), 5.979 frutos.hectare⁻¹ e 8.103 frutos.hectare⁻¹ (Carmo et al., 2015) e 3.750 frutos.hectare⁻¹ e 6.425 frutos.hectare⁻¹ (Silva et al., 2017).

Conclusão

Considerando-se apenas as características produtivas, recomendam-se as cultivares Opara F₁, Ranger, Combat, Explorer, Conquista, Frevo e Red Heaven como boas alternativas para cultivo de melancia no Submédio do Vale do São Francisco.

Referências

CARDOSO, M.C.; ISAAC, A. C. **Cultivares de melancia recomendadas para o plantio em “terra firme” no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2010. 5 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico, 90).

CARMO, I. L. G. S.; SILVA, E. S.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; TRASSATO, L. B.; MEDEIROS, R. D.; PORTO, D. S. Desempenho agrônomo de cultivares de melancia no cerrado de Boa Vista, Roraima. **Revista Agro@ambiente On-Line**, v. 9, n. 3, p. 268-274, 2015.

FAO. **Agricultural production**: primary crops. Rome, 218. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

FERREIRA, M. A. J. E.; QUEIROZ, M. A.; BRAZ, L. T.; VENCOVSKY, R. Correlações genóticas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 438-444, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. [Rio de Janeiro], 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

OLIVEIRA, J. B. de; GRANGEIRO, L. C.; ESPINOLA SOBRINHO, J.; MOURA, M. S. B. de; CARVALHO, C. A. C. de. Rendimento e qualidade de frutos de melancia em diferentes épocas de plantio. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 19-25, abr./ jun. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/download/3324/pdf_242>. Acesso em: 17 set. 2018.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; DIAS, R. de C. S. Clima. In: DIAS, R. de C. S.; RESENDE, G. M. de; COSTA, N. D. (Ed.). **Sistema de produção de melancia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 6). Disponível em: <<https://sistemas-deproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/clima.htm>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306 p.

SILVA, E. S.; CARMO, I. L. G. S.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; MEDEIROS, R. D.; MENEZES, P. H. S.; RODRIGUEZ, C. A. Características agrônômicas de cultivares de melancia nas condições do cerrado de Roraima, Brasil. **Scientia Agropecuária**, v. 3, n. 8, p. 193-201, 2017.

Produção de cebola em diferentes regimes de temperatura no Submédio do Vale do Francisco

Juliane Rafaela Alves Barros¹; Maydara Thaylla Cavalcanti Rêgo²; Nivaldo Duarte Costa³; Jony Eishi Yuri⁴; Francislene Angelotti⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do aumento da temperatura na produção de cebola (*Allium cepa* L.). O experimento foi conduzido no período de setembro de 2014 a junho de 2017 em câmaras de crescimento, utilizando-se sementes de cebola da cv. Alfa São Francisco, em um delineamento inteiramente casualizado, com três regimes de temperatura e quatro repetições. Os regimes de temperaturas foram: T1: 18-24-30 °C; T2: 22-28-34 °C e T3: 26-32-38 °C. As temperaturas de 18-24-30 °C e 22-28-34 °C proporcionaram melhor produção de cebola com 83,06 t.ha⁻¹ e 81,47 t.ha⁻¹ respectivamente, com bulbos de comprimento de 46,63 e 58,99 cm e diâmetro 47,41 e 49,47 cm, respectivamente. O aumento na temperatura de 26-32-38 °C promoveu menor comprimento (11,63 cm) e diâmetro do bulbo (5,67 cm) e, conseqüentemente, menor produção (1,91 t.ha⁻¹).

Palavras-chave: *Allium cepa*, mudanças climáticas, bulbo.

Introdução

A cebola é uma das hortaliças mais produzida no mundo, destacando-se pelo volume de produção, consumo e valor econômico, ocupando o terceiro lugar em importância econômica mundial (Gonçalves et al., 2009; Oliveira et al., 2013;). No Brasil, é uma atividade realizada principalmente por pequenos

¹Doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais, UEFS, Feira de Santana, BA, bolsista Fapesb.

²Mestranda em Recursos Genéticos Vegetais, UEFS, Feira de Santana, BA.

³Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, francislene.angelotti@embrapa.br.

produtores e apresenta grande importância socioeconômica, pois necessita de muita mão de obra, gera emprego e renda e possibilita a fixação de agricultores no campo (Costa et al., 2002).

O Nordeste apresenta condições climáticas favoráveis para a produção durante todo o ano, permitindo a programação de suas safras para os meses em que ocorre menor oferta do produto no mercado (Resende; Costa, 2007). Contudo, apesar da favorabilidade do clima, estudos relatam que a temperatura pode afetar a produtividade da cultura, uma vez que seu efeito interfere nas diferentes fases de desenvolvimento da cebola. Segundo Gioria et al. (2011), a faixa de temperatura entre 20 °C e 25 °C é favorável para a germinação e o desenvolvimento das plantas. Os autores também afirmaram que o processo de bulbificação ocorre em temperatura de 20 °C a 30 °C. As temperaturas acima de 35 °C aceleram o desenvolvimento e maturação de bulbo, além da formação de bulbos pequenos.

O estudo da interação entre o clima e a produção agrícola é de grande importância e, em decorrência das mudanças climáticas, esta interação vem gerando preocupação em âmbito mundial, representando um desafio para humanidade, uma vez que, de acordo com os cenários futuros de mudanças, haverá aumento na temperatura média do planeta de 1,2 °C a 4,8 °C até 2100 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013).

Ressalta-se assim, a necessidade de estudos voltados para a relação dos elementos climáticos com a produção agrícola, buscando-se identificar os possíveis impactos negativos sobre a produtividade e a adoção de medidas de adaptação, diminuindo o risco de perdas na produção.

Neste contexto, e pela escassez de trabalhos sobre os impactos causados pelas mudanças do clima na cultura, objetivou-se avaliar o efeito da temperatura na produção da cebola no Submédio do Vale do São Francisco.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em câmaras de crescimento na Embrapa Semiárido, utilizando-se sementes de cebola da cultivar Alfa São Francisco, em um delineamento inteiramente casualizado, com três regimes de temperatura e quatro repetições.

Os regimes de temperaturas foram: T1: 18-24-30 °C (18 °C de 20h às 6h; 24 °C de 6h às 10h e 30 °C de 10h às 15h; 24 °C de 15h às 20h); T2: 22-28-34 °C (22 °C de 20h às 6h; 28 °C de 6h às 10h; 34 °C de 10h às 15h; 28 °C de 15h às 20h) e T3: 26-32-38 °C (26 °C de 20h às 6h; 32 °C de 6h às 10h e 38 °C de 10h às 15h; 26 °C de 15h às 20h).

A sementeira foi realizada em bandeja e, após 15 dias, as mudas foram transplantadas para sacos (capacidade de 1 L) que continham substrato preparado com mistura de 20% de esterco e 80% de solo. As plantas permaneceram nos sacos até atingirem o ponto ideal de colheita, que foi determinado a partir do tombamento das folhas. Após a colheita, o comprimento e o diâmetro dos bulbos foram medidos (cm), com um paquímetro e posteriormente foi realizada a pesagem (kg) dos mesmos para determinar a produtividade estimada.

Realizou-se a análise de variância (Anava) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o programa Sisvar Versão 5.6 (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Verificou-se que a temperatura afetou significativamente a produção, diâmetro e comprimento de bulbos da cebola (Tabela 1).

De acordo com os dados obtidos, observou-se que para os regimes de temperatura de 18-24-30 °C e de 22-28-34 °C não houve diferença para produção (83,06 e 81,47 t.ha⁻¹, respectivamente), com menor produção para o regime 26-32-38 °C, que alcançou 1,91 t.ha⁻¹. Estas temperaturas também propiciaram a formação de bulbos com maior comprimento 46,63 cm e 58,99 cm e maior diâmetro 47,41 cm e 49,47 cm, respectivamente (Tabela 1).

Salienta-se que um aumento na temperatura de 4 °C (26-32-38°C) representou um decréscimo significativo na produção em mais de 95%, com menor comprimento (11,63 cm) e diâmetro (5,67 cm) dos bulbos (Tabela 1). Segundo Costa e Resende (2007), a formação de bulbos é acelerada em condições de altas temperaturas. Aquelas acima de 35 °C na fase inicial de desenvolvimento das plantas podem provocar a bulbificação prematura indesejável (charutos), com formação de bulbos de menor comprimento e diâmetro (Gioria et al., 2011).

Tabela 1. Produção, comprimento e diâmetro de bulbos de cebola (*Allium cepa* L.) cv. Alfa São Francisco em função de diferentes regimes de temperaturas.

| Temperaturas (°C) | Produtividade (t.ha ⁻¹) | Comprimento (cm) | Diâmetro (cm) |
|-------------------|-------------------------------------|------------------|---------------|
| 18-24-30 | 83,06a | 46,63a | 47,41a |
| 22-28-34 | 81,47a | 58,99a | 49,47a |
| 26-32-38 | 1,91b | 11,63b | 5,67b |

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si Tukey (p<0,05).

Estes resultados indicam a necessidade da adoção de medidas de adaptação para que haja o mínimo de perdas na produção da cebola. Para a cultura da cebola, a escolha do genótipo está primariamente condicionada ao fotoperíodo e à temperatura, que são característicos de cada cultivar e necessários para o processo de formação de bulbos (Menezes Júnior; Vieira Neto, 2012).

Conclusão

O aumento da temperatura reduz a produtividade, comprimento e diâmetro de bulbos da cultivar de cebola Alfa São Francisco no Submédio do Vale do Francisco.

Referências

- COSTA N. D.; LEITE D. L.; SANTOS C. A. F.; CANDEIA, J. A.; VIDIGAL, S. M. Cultivares de cebola. **Informe Agropecuário**, v. 23, p. 20-27, 2002.
- COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. (Ed.). **Cultivo da cebola no Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1ga1ce-portlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3113&p_r_p_-996514994_topicId=1835>. Acesso em: 5 jul. 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GIORIA, R.; VECCHIA, P. T. D.; BRUNELLI, K. R.; KOBORI, R. F. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da cebola no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. (Ed.). **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. Cap. 10, p. 179-198.
- GONÇALVES, P. A. S.; WORDELL FILHO, J. A.; KURTZ, C. Efeitos da adubação sobre a incidência de trips e míldio e na produtividade da cultura da cebola. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 22, p. 57-60, 2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2013: the physical science basis**. Cambridge: University Press, 2013. p.1535.
- MENEZES JÚNIOR F. O. G.; VIEIRA NETO J. Produção da cebola em função da densidade de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 733-739, 2012.
- OLIVEIRA, G. M. de; LEITÃO, M. M. V. R.; BISPO, R. C.; SANTOS, I. M. S.; LIMA, C. B. A. de; CARVALHO, A. R. P. de. Coeficiente de cultura e produtividade da cebola submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 969-974, 2013.

Micorrizas arbusculares e teor de fósforo no solo em agroecossistemas de meloeiro no Semiárido

Patrícia Barbosa da Silva¹; Vanderlise Giongo²;
Claudemiro de Lima Junior³; Regina Lúcia Félix de
Aguiar Lima⁴

Resumo

O cultivo do melão nas áreas irrigadas do Submédio do Vale do São Francisco geralmente inclui o uso de fertilizantes, defensivos e revolvimento do solo. Essas práticas podem afetar negativamente atributos físicos, químicos e biológicos do solo. A adubação verde é uma prática conservacionista que pode ter efeito benéfico, inclusive para os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), componentes da comunidade microbiana do solo. Para avaliar o efeito em longo prazo do cultivo de adubação verde e do preparo do solo sobre a colonização micorrízica no cultivo do meloeiro (*Cucumis melo* L.), foi realizado experimento de longa duração (em 2012 e 2017) com delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas compreendendo três tipos de adubação verde com misturas de plantas (75% leguminosas + 25% não leguminosas; 25% leguminosas + 75% não leguminosas; vegetação espontânea) e dois sistemas de manejos do solo (fitomassa aplicada por deposição sem revolvimento, ou por incorporação com revolvimento do solo), em quatro repetições. As diferentes misturas de plantas aplicadas afetaram de forma semelhante a colonização micorrízica do meloeiro em cada ano, contudo, em longo prazo, o grau de colonização micorrízica sofreu redução média de 45% e se correlacionou negativamente com o teor de P no solo. A aplicação da fitomassa com revolvimento diminuiu a colonização.

Palavras-chave: FMA, mistura de plantas, plantio direto, revolvimento do solo.

¹Bióloga, mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental para o Semiárido – UPE, bolsista Capes, Petrolina, PE.

²Engenheira-agrônoma, D. Sc. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, vanderlise.giongo@embrapa.br.

³Engenheiro Mecânico, D. Sc. Tecnologias Energéticas e Nucleares, professor, UPE, Petrolina, PE.

⁴Bióloga, D. Sc. Tecnologias Energéticas e Nucleares, professora, UPE, Petrolina, PE.

Introdução

A fruticultura irrigada no Submédio do Vale do São Francisco é uma das principais atividades econômicas do Nordeste brasileiro. Dentre as frutas produzidas e exportadas de grande importância socioeconômica está o melão (Vidal; Ximenes, 2016).

O cultivo do meloeiro geralmente inclui práticas de manejo como o uso de maquinário agrícola, irrigação, aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas (Moura et al., 2011). Essas práticas de cultivo podem ter como consequências a compactação do solo, perda de nutrientes e da diversidade microbiana (Lima et al., 2013).

Práticas alternativas de manejo como o uso de adubação verde e plantio direto podem ser adotadas com benefícios imediatos ou de longo prazo. A adubação verde e o plantio direto diminuem a quantidade de insumos químicos, aumentam a matéria orgânica do solo e podem favorecer a comunidade microbiana do solo, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) que se associam às plantas e podem aumentar a absorção de água e fósforo do solo, tendo grande potencial para a agricultura no Semiárido (Giongo et al., 2011; Lima et al., 2013).

Os FMAs são importantes devido aos efeitos nutricionais positivos e significativos na cultura do melão e de outras plantas cultivadas sob condições de estresse abiótico e biótico. Estudos têm sido realizados sobre fungos micorrízicos arbusculares e a cultura do melão abrangendo aspectos relacionados ao déficit hídrico (Cakmakci et al., 2017) e à salinidade (Lúcio et al., 2013).

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito, em longo prazo, do cultivo de adubação verde e do preparo do solo no cultivo irrigado sobre a colonização micorrízica do meloeiro.

Material e Métodos

O experimento de longa duração com cultivo de meloeiro, utilizando adubos verdes, foi instalado em 2012 no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. A área tem clima semiárido quente, temperatura média de 26 °C, precipitação média de 228 mm (período de 2011 a 2017). O relevo é plano e solo do tipo Argissolo vermelho-amarelo. A vegetação de Caatinga foi substituída pelo cultivo de tamareiras, mantido por 20 anos, e substituído em 2012 pelo cultivo de meloeiro.

O experimento foi montado em delineamento experimental de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas consistiram de dois sistemas de manejo de aplicação da adubação verde: deposição superficial da fitomassa (sem revolvimento), incorporação da fitomassa ao solo (com revolvimento) e as subparcelas de três misturas de plantas de cobertura do solo: mistura de plantas 1 (75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas), mistura de plantas 2 (25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas), mistura de plantas 3 (vegetação espontânea da Caatinga).

O cultivo recebeu fertirrigação por gotejamento, segundo recomendações técnicas para a cultura. A mistura de plantas 1 (MP1) e a mistura de plantas 2 (MP2) foram constituídas de 14 espécies de oleaginosas – girassol (*Helianthus annuus* L.), mamona (*Ricinus communis* L.) e gergelim (*Sesamum indicum* L.) –, gramíneas – milho (*Zea mays* L.), milheto (*Pennisetum glaucum* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) – e leguminosas (*Crotalaria spectabilis* Roth, *Crotalaria juncea* L., feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), calopogônio (*Calopogonium muconoides* Desv), mucuna-preta (*Mucuna pruriens* (L.) DC.), feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), lab-lab (*Dolichos lablab* L.) e mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* (L.) DC.). A mistura de plantas 3 (MP3) foi composta por 12 espécies da vegetação espontânea, sendo as principais *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb., *Acanthospermum hispidum* DC., e espécies de *Ipomoea*.

No sistema de manejo sem revolvimento, a fitomassa das plantas de cobertura foi cortada e depositada sobre o solo. No sistema com revolvimento, a fitomassa foi incorporada ao solo com grade de disco a 0,4 m de profundidade. O plantio de meloeiro foi realizado no segundo semestre de cada ano, após 15 dias do manejo da fitomassa das misturas de plantas.

Foram coletadas amostras de raiz do meloeiro no fim do primeiro (2012) e do sexto ciclo de cultivo (2017) para a avaliação do grau de colonização de FMA. Em seguida, as raízes foram processadas segundo a metodologia de Phillips e Hayman (1970) e posteriormente avaliado o grau colonização micorrízica pelo método de análise de segmentos (Giovanetti; Mosse, 1980). Em amostras de solo da camada de 0-5 cm foi determinado o teor de fósforo do solo com o extrator de Mehlich-1 (Donagema, 2011). As amostras foram coletadas no final de cada ciclo.

Os dados de colonização micorrízica foram submetidos à análise de variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). A comparação temporal foi realizada com o emprego do teste de t pareado. Também foi realizada a análise de correlação entre os dados de colonização e teor de fósforo.

Resultados e Discussão

Não foram observadas interação entre a mistura de plantas e a forma de aplicação de fitomassa, que tiveram efeitos independentes.

Os diferentes tipos de mistura de plantas de cobertura utilizadas e as formas de aplicação ao solo não produziram diferenças no grau de colonização micorrízica em nenhum dos anos avaliados (Tabela 1).

A colonização micorrízica do meloeiro no primeiro ano de cultivo (2012) foi relativamente alta, contudo, houve diminuição ($p < 0,05$) em 2017, em cada tratamento, exceto para a mistura de plantas 2, com fitomassa aplicada sem revolvimento (Tabela 1).

Tabela 1. Grau de colonização micorrízica de meloeiro (*Cucumis melo* L.) por fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em experimento irrigado no Semiárido.

| Manejo/Anos | Colonização micorrízica (%) | |
|-----------------------|-----------------------------|----------|
| | 2012 | 2017 |
| Mistura de plantas 1 | | |
| Deposição superficial | 68,9 a A | 36,3 a B |
| Incorporação ao solo | 83,0 a A | 19,8 a B |
| Mistura de plantas 2 | | |
| Deposição superficial | 72,9 a A | 37,5 a A |
| Incorporação ao solo | 80,1 a A | 20,6 a B |
| Mistura de plantas 3 | | |
| Deposição superficial | 83,8 a A | 30,0 a B |
| Incorporação ao solo | 79,8 a A | 28,3 a B |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por letras maiúsculas nas linhas comparam variáveis entre 2012 e 2017, se iguais, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se correlação linear entre o grau de colonização e o teor de P no solo (Figura 1). Os FMAs têm afinidade com o P do solo e em situações de baixo P no solo contribuem para a absorção de P, com a transferência para as plantas mediada pelas estruturas da colonização radicular. O aumento da disponibilidade de P no solo pode diminuir a colonização da FMA nas raízes (Vorišková et al., 2016), como constatado neste experimento.

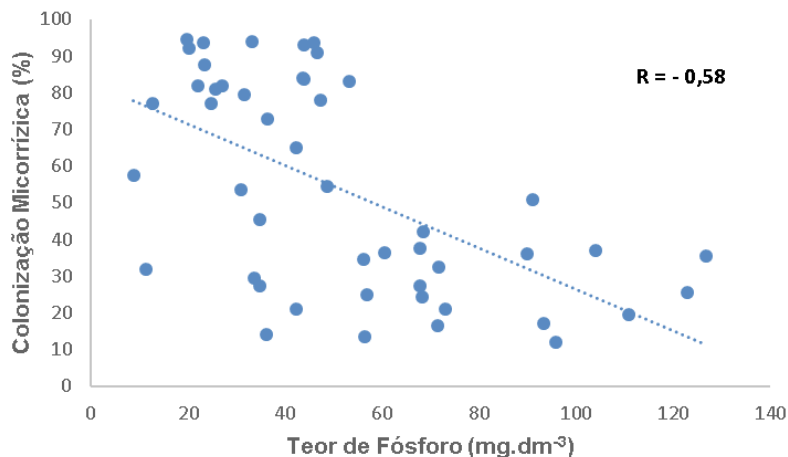


Figura 1. Correlação entre teor de fósforo disponível no solo (mg dm^{-3}) e grau de colonização micorrízica ($p < 0,05\%$).

Conclusão

O grau de colonização micorrízica do meloeiro apresentou diminuição em longo prazo, o qual se relacionou com o aumento do teor de P no solo entre 2012 e 2017. As misturas de plantas utilizadas no cultivo do meloeiro e suas formas de aplicação não afetaram a colonização micorrízica do meloeiro em cada ano avaliado.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001.

Referências

- CAKMAKCI, O.; CAKMAKCI, T.; DURAK, E. D.; DEMIR, S.; SENSOY, S. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi in melon (*Cucumis melo* L.) seedling under deficit irrigation. **Fresenius Environmental Bulletin**, v.26, p. 7513-7520, 2017.
- DONAGEMA, G. K. **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.
- GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 611-618, 2011.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytol**, v. 84, n. 3, p. 489-490, 1980.

LIMA, C. E. P.; SANTANA, A. S.; MERGULHÃO, A. C. E. S.; LIMA, R. L. F. A. Micorriza arbuscular: alternativa para uso na agricultura sustentável. In: FIGUEIREDO, M. do V. B.; SILVA, D. M. P. da; TABOSA, J. N.; BRITO, J. Z. de; FRANÇA, J. G. E. de; WANDERLEY, M. de B.; SANTOS FILHO, A. S. dos; GOMES, E. W. F.; LOPES, G. M. B.; OLIVEIRA, J. de P.; SANTIAGO, A. D.; SILVA, F. G. da; PACHECO, M. I. N.; SILVA, C. C. F. da. (Ed.). **Tecnologias potenciais para uma agricultura sustentável**. Recife: IPA, 2013. p. 113-132.

LÚCIO, W. S.; LACERDA, C. F.; FILHO, P. F. M.; HERNANDEZ, F. F. F.; NEVES, A. L. R.; GOMES-FILHO, E. Crescimento e respostas fisiológicas do meloeiro inoculado com fungos micorrízicos arbusculares sob estresse salino. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1587-1602, 2013.

MOURA, M. C. F.; OLIVEIRA, L. C. S.; SILVA, S. G. A. A cultura do melão: uma abordagem acerca da cadeia produtiva no agropolo Mossoró – Assú/RN. **Periódico Eletrônico “Fórum Ambiental da Alta Paulista”**, v. 7, n. 7, p. 1068-1084, 2011.

PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 55, n. 1, p. 158-161, 1970.

VIDAL, M. F.; XIMENES, L. J. F. Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. **Caderno Setorial ETENE**, v. 1, p. 18-26, 2016.

VORIŠKOVÁ, A.; JANOUŠKOVÁ, M.; SLAVÍKOVÁ, R.; PÁNKOVÁ, H.; DANIEL, O.; VAZACOVÁ, K.; RYDLOVÁ, J.; VOSÁTKA, M.; MÜNZBERGOVÁ, Z. Effect of past agricultural use on the infectivity and composition of a community of arbuscular mycorrhizal fungi. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 221, p. 28-39, 2016.

Parâmetros genéticos em populações de melancia de mesa

Tiago Lima do Nascimento¹; Nataniel Franklin de Melo²; Flávio de França Souza³; Rita de Cássia Souza Dias⁴; Débora Eduarda Sobreira da Silva⁵; Karina Branco de Almeida⁵; Ingrid Caroline de Souza Amorim⁶; Joice Simone dos Santos⁷

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos entre caracteres morfológicos em populações de melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai]. Foram avaliados três genótipos de melancia pertencentes à coleção de trabalho da Embrapa Semiárido, num delineamento de blocos casualizados com três repetições e plantas espaçadas em 2,5 m x 1,0 m. A partir das médias das características, foi realizada a estimativa dos parâmetros genéticos. Foram observados altos valores de herdabilidade, acima de 63%, para todas as características avaliadas destacando-se o comprimento, largura e a massa de semente, evidenciando-se que o fenótipo observado foi devido aos efeitos do genótipo. As características com variância genética maior que a variância ambiental permitiu inferir que a variância fenotípica obtida foi de origem genética, indicando que o melhoramento dessas características tem grandes chances de sucesso. A análise dos parâmetros genéticos das populações em estudo indica a possibilidade de sucesso na seleção para as características relacionadas ao tamanho de semente. A relação da variância genética pela ambiental apresentou valor acima de 1 (um) para quase todas as características.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, variância genética, melhoramento genético.

¹Biólogo, doutorando em Recursos Genéticos Vegetais – Uefs, bolsista Fapesb, Feira de Santana, BA.

²Biólogo, D.Sc. em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, nataniel.melo@embrapa.br.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Biotecnologia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Estudante de Biologia – UPE, estagiária da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁶Estudante de Biologia – UPE, bolsista CNPq, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁷Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fitotecnia, bolsista DCR Facepe – CNPq, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Introdução

A melancia é um fruto bastante apreciado em todo o mundo. No Brasil, sua produção é a terceira maior, gerando uma receita em torno de R\$1,3 bilhão de reais em 2016 (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2016), possivelmente devido às suas propriedades refrescantes e à facilidade de consumo e propriedade nutricionais. Contudo, para permanecer nesta posição é necessário o desenvolvimento de novos genótipos que apresentem características de interesse comercial, desde a resistência a patógenos e até novas características, por exemplo, o tamanho reduzido de sementes. Entretanto, esse último caráter ainda é pouco explorado nos programas de melhoramento da espécie.

Dentre as etapas que antecedem a seleção dos caracteres nos genótipos a serem inseridos nos programas de melhoramento, o estudo de parâmetros genéticos pode disponibilizar informações úteis para auxiliar os melhoristas durante esse processo de seleção, visto que fornecem dados de herdabilidade, predição de ganhos genéticos, e a ação de fatores genéticos ou ambientais na expressão fenotípica das características. A partir desses parâmetros é possível traçar as melhores estratégias para o melhoramento dos caracteres de interesse e, desta forma, identificar os métodos de seleção mais eficientes (Hallauer; Miranda Filho, 1981).

Desse modo, o conhecimento dos parâmetros genéticos entre características de interesse em genótipos de melancia pode contribuir para o avanço em programas de melhoramento, além de permitir maior eficiência durante a condução dos métodos de escolha entre genitores que serão envolvidos em cruzamentos futuros.

Com este trabalho, buscou-se estimar os parâmetros genéticos entre caracteres morfológicos de melancia.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante o período de maio a agosto de 2018, no Campo Experimental da Embrapa Semiárido, localizado no perímetro irrigado do Projeto Bebedouro, em Petrolina, PE. Os tratamentos foram compostos pelos genótipos: 31715 'G1', 31717 'G2' e 31721 'G3' do programa de melhoramento genético de melancia da Embrapa Semiárido. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com três repetições. O espaçamento utilizado foi de 2,5 m entre fileiras e 1,0 m entre plantas. O sistema de irrigação foi por gotejamento e as adubações de cobertura foram realizadas via fertirrigação.

Os tratos culturais e fitossanitários utilizados durante a condução do experimento foram adotados segundo recomendações para a cultura da melancia na região. Avaliaram-se os seguintes caracteres: comprimento (CS), largura (LS), espessura (ES), em mm; massa (MS), em g, de 10 sementes; diâmetro de abertura da corola em flores femininas (DCF), em cm; comprimento (COF), em cm; diâmetro do ovário em flores femininas (DOF), em mm e a relação do comprimento/diâmetro (CF/LF) de fruto.

As médias das características foram submetidas à estimativa de parâmetros genéticos. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software Genes, versão 3.0 (Cruz, 2013).

Resultados e Discussão

Houve diferença significativa entre os tratamentos para quase todas as características avaliadas, evidenciando a existência de variabilidade genética entre os genótipos. Contudo, o diâmetro da corola e o comprimento do ovário em flores femininas não diferiram estatisticamente. Nascimento et al. (2014), ao avaliarem essas duas últimas características em 20 genótipos de melancia, encontraram resultados divergentes dos obtidos neste estudo. Possivelmente, o contraste de resultados seja atribuído à similaridade morfológica dessas características entre os materiais estudados neste trabalho.

Com base nas estimativas dos parâmetros genéticos, todas as características avaliadas expressaram altos valores de herdabilidade (acima de 63%), destacando-se o comprimento, largura e a massa de semente (Tabela 1). Esses altos valores evidenciam que a seleção para esses caracteres tem grande chance de sucesso, pois o fenótipo observado foi devido aos efeitos do genótipo. Desse modo, a seleção para a redução do tamanho de semente nos genótipos de melancia, pode ser uma estratégia viável e interessante, uma vez que a procura por frutos menores é crescente. Sendo assim, torna-se interessante a redução do tamanho de semente nesses genótipos de menor tamanho de fruto, pois garantiria maior aproveitamento do mesmo.

A variância genética (σ^2_G) foi superior à variância ambiental (σ^2_E) para todas as características avaliadas, com exceção do comprimento do ovário (Tabela 1). Para as características com $\sigma^2_G > \sigma^2_E$, conclui-se que a variância fenotípica (σ^2_F) foi de origem genética, o que indica que o melhoramento dessas características tem grandes chances de sucesso, pois quanto maior a contribuição da variância genética para a variância fenotípica, maiores são as chances de ganho genético com a seleção. Além disso, os altos valores de herdabilidade possibilitam a utilização das correlações, empregadas na identificação de características com forte grau de associação, podendo-se reali-

zar o melhoramento de forma indireta, além de serem utilizadas para reduzir o número de descritores que precisam ser avaliados durante as caracterizações e avaliações do germoplasma.

A estimativa do coeficiente de variância genética foi superior ao ambiental para todas as características avaliadas. Segundo Ribeiro et al. (2009), quanto maior os valores da variância genética, maior é a variabilidade decorrente de fatores genéticos entre os genótipos. Essa variabilidade pode ser explorada em programas de melhoramento para o desenvolvimento de novos genótipos.

Quanto à relação do coeficiente de variação genético/ambiental, quase todas as características apresentaram valores acima de 1 (um), com exceção do diâmetro da corola feminina. Segundo Vencovsky (1987), ganhos genéticos são favoráveis quando essa relação assume valor igual ou maior que 1 (um), neste caso, quando a variância genética supera a variância ambiental.

Tabela 1. Parâmetros genéticos em genótipos de melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] da coleção de trabalho da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

| Características | Parâmetros genéticos | | | | | | |
|-----------------|----------------------|--------------|--------------|-----------|------------|------------|-------------------|
| | σ^2_F | σ^2_E | σ^2_G | h^2 (%) | CV_g (%) | CV_e (%) | b (CV_g/CV_e) |
| CS (cm) | 9,333 | 0,009 | 9,324 | 99,970 | 37,490 | 1,138 | 32,930 |
| LS (cm) | 4,150 | 0,008 | 4,142 | 99,940 | 40,870 | 1,788 | 22,860 |
| ES (mm) | 0,010 | 0,001 | 0,009 | 97,060 | 4,650 | 1,401 | 3,320 |
| MS (g) | 0,152 | 0,001 | 0,151 | 99,920 | 89,580 | 4,307 | 20,800 |
| DCF (cm) | 0,943 | 0,599 | 0,344 | 63,250 | 18,710 | 24,618 | 0,760 |
| COF (cm) | 0,041 | 0,019 | 0,021 | 77,770 | 7,970 | 7,380 | 1,080 |
| DOF (dias) | 5,670 | 0,516 | 5,155 | 96,780 | 26,450 | 8,370 | 3,160 |
| CF/LF | 0,314 | 0,021 | 0,295 | 97,740 | 33,340 | 8,774 | 3,800 |

¹ σ^2_F = variância fenotípica; σ^2_G = variância genotípica; σ^2_E = variância ambiental; h^2 = herdabilidade; CV_g = coeficiente de variação genética; CV_e = coeficiente de variação ambiental e b = relação do CV_g/CV_e .

Conclusões

A análise dos parâmetros genéticos estimados das populações em estudo indica que a expressão fenotípica das características foi, em sua grande maioria, de natureza genética.

Além disso, a variância genética foi superior à ambiental, o que indica possibilidade de sucesso na seleção dessas características, principalmente para o tamanho de semente.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pela concessão de bolsa ao pós-graduando. À Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs), pela disponibilidade do curso. À Embrapa Semiárido, pela parceria e infraestrutura disponibilizada.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2016. 88 p.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. 468 p.

NASCIMENTO, T. L.; SOUZA, F. de F.; DIAS, R. de C. S.; BRITO, E. T. S.; SANTOS, D. E. P. S.; SOUSA, I. I. 2014. Estimação de parâmetros genéticos e avaliação de genótipos de melancia. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 20.; SIMPÓSIO DE GENÉTICA HUMANA E MÉDICA DO NORDESTE, 2., 2014, Campina Grande. **Ensino de genética e biologia molecular**: anais. Campina Grande: UFPB: Sociedade Brasileira de Genética, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112866/1/Franca.pdf>>. Acesso em 8 ago. 2018.

RIBEIRO, E. H.; PEREIRA, M. G.; COELHO, K. S.; FREITAS JÚNIOR, S. P. Estimativas de parâmetros genéticos e seleção de linhagens endogâmicas recombinantes de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v. 56, n. 1, p. 580-590, 2009.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. p. 122-201.

Correlações lineares em caracteres morfo-agronômicos de melancia

Tiago Lima do Nascimento¹; Nataniel Franklin de Melo²; Flávio de França Souza³; Rita de Cássia Souza Dias⁴; Joice Simone dos Santos⁵; Débora Eduarda Sobreira da Silva⁶; Karina Branco de Almeida⁶; Ingrid Caroline de Souza Amorim⁷

Resumo

As correlações lineares se apresentam como ferramenta auxiliar úteis nos programas de melhoramento, pois determinam os caracteres que se apresentam fortemente correlacionados, possibilitando a melhoria dos mesmos de forma indireta, reduzindo os gastos com o uso intenso de mão de obra. O objetivo deste trabalho foi avaliar as correlações lineares entre caracteres morfo-agronômicos de melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai]. Foram avaliados três genótipos de melancia pertencentes à coleção de trabalho da Embrapa Semiárido, em delineamento de blocos casualizados com três repetições. A partir das médias das características, foi estimada a correlação linear. Foram observadas correlações lineares altas (>0,66) e positivas para 57% dos pares de caracteres. No entanto, apenas os pares LSxCS, MSxCS e MSxLS tiveram efeitos significativos. As correlações lineares foram eficientes na identificação de caracteres que estão fortemente correlacionados, a exemplo do tamanho da semente, que pode ser mensurado considerando-se apenas o comprimento, o que sugere a redução do número de descritores empregados durante as avaliações ou caracterização dos genótipos de melancia.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*, melhoramento genético, seleção indireta.

¹Biólogo, doutorando em Recursos Genéticos Vegetais – Uefs, bolsista Fapesb, Feira de Santana, BA.

²Biólogo, D.Sc. em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, nataniel.melo@embrapa.br.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Biotecnologia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fitotecnia, bolsista DCR Facepe – CNPq, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁶Estudante de Biologia – UPE, estagiária da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁷Estudante de Biologia – UPE, bolsista CNPq, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Introdução

A melancia é bastante apreciada em diferentes partes do mundo. No Brasil, a produção de frutos de melancia, em 2016, alcançou o terceiro maior volume em toneladas, gerando um valor estimado de R\$1,3 bilhão (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2016). De maneira geral, as lavouras utilizam genótipos com padrão da cultivar Crimson Sweet, o que ocasiona uma fragilidade devido à grande similaridade genética nos cultivos. Neste caso, faz-se necessário o desenvolvimento de novos genótipos de melancia com caracteres que continuem a atender produtores e consumidores, a exemplo de cultivares resistentes aos mais variados patógenos e com características morfo-agronômicas superiores aos de frutos comercializados.

Para isso, os programas de melhoramento, geralmente, trabalham com mais de um caráter de forma simultânea. Desse modo, a descoberta do melhor coeficiente de correlação linear entre os caracteres de interesse torna-se ferramenta útil no desenvolvimento desses genótipos (Ferreira et al., 2003), reduzindo-se o tempo e diminuindo o uso intenso de mão de obra nas diferentes etapas do melhoramento.

Com base nos resultados das correlações ainda é possível realizar o melhoramento de forma indireta, reduzindo-se o número de descritores empregados durante o processo de avaliação e caracterização do germoplasma.

O objetivo deste trabalho foi estudar as correlações lineares entre caracteres morfo-agronômicos em genótipos de melancia para avaliar sua utilização como método de redução do número de descritores utilizados durante a caracterização e seleção dos genótipos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante o período de maio a agosto de 2018, no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. Os tratamentos foram compostos pelos genótipos: 31715 'G1', 31717 'G2' e 31721 'G3' do programa de melhoramento genético de melancia da Embrapa Semiárido. Utilizou-se delineamento de blocos casualizados com três repetições. O espaçamento utilizado foi de 2,5m entre fileiras e 1,0m entre plantas.

Foram avaliados os seguintes caracteres: comprimento (CS), largura (LS), espessura (ES), todos em mm, massa (MS), em g, de dez sementes, diâmetro de abertura da corola em flores femininas (DCF), em cm, comprimento

(COF), em cm, diâmetro do ovário em flores femininas (DOF), em mm, e a relação do comprimento/diâmetro (CF/LF) de fruto.

Foram estimados os coeficientes de correlação linear, sendo a significância dos coeficientes verificada por meio do teste t (Cruz; Regazzi, 2012). As análises foram realizadas com auxílio do software Genes, versão 3.0 (Cruz, 2013).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados dos coeficientes de correlação de Pearson associados aos caracteres avaliados. Todos os pares de caracteres apresentaram forte grau de associação com valores acima de 0,66 (Tabela 1). Resultados semelhantes foram relatados por Silva et al. (2017) ao avaliarem as correlações de Pearson em caracteres de crescimento de melancia, corroborando com a possibilidade de redução do número de caracteres avaliados durante o melhoramento, permitindo-se o uso de caracteres de forma indireta.

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Pearson associados ao comprimento (CS), largura (LS), espessura (ES) e massa (MS) da semente, diâmetro da corola da flor feminina (DCF), comprimento (COF) e diâmetro (DOF) do ovário da flor feminina e a relação do comprimento/largura do fruto (CF/LF) em genótipos de melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai]. Petrolina, PE.

| | CS | LS | ES | MS | DCF | COF | DOF |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| LS | 1,00** | | | | | | |
| ES | 0,803 ^{ns} | 0,808 ^{ns} | | | | | |
| MS | 1,00* | 0,999* | 0,786 ^{ns} | | | | |
| DCF | -0,862 ^{ns} | -0,867 ^{ns} | -0,994 ^{ns} | -0,848 ^{ns} | | | |
| COF | 0,685 ^{ns} | 0,692 ^{ns} | 0,984 ^{ns} | 0,664 ^{ns} | -0,960 ^{ns} | | |
| DOF | -0,958 ^{ns} | -0,961 ^{ns} | -0,940 ^{ns} | -0,950 ^{ns} | 0,971 ^{ns} | -0,865 ^{ns} | |
| CF/DF | 0,925 ^{ns} | 0,929 ^{ns} | 0,969 ^{ns} | 0,914 ^{ns} | -0,990 ^{ns} | 0,910 ^{ns} | -0,995 ^{ns} |

** , * e ^{ns} - Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste t.

Neste caso, as correlações lineares entre o comprimento x largura de semente apresentaram altos valores, o que sugere forte associação entre esses caracteres (Tabela 1). Hawkins e Dane (2001), ao avaliarem as correlações ge-

néticas para essas mesmas características, encontraram altos valores para a correlação genotípica, sugerindo que a expressão fenotípica dos genótipos foi, na sua maioria, de origem genética. Esses resultados indicam que para se determinar o tamanho de semente seria necessário apenas a medição do seu comprimento.

Neste estudo, esse mesmo grau de associação foi observado entre os pares comprimento x massa da semente, indicando que sementes com maior comprimento apresentam a maior massa e vice-versa. Os demais pares de caracteres apresentaram altos valores de correlações, contudo, não apresentaram significância, o que sugere a necessidade da avaliação desses caracteres durante as avaliações do germoplasma.

Conclusões

A correlação linear se mostrou eficiente na redução do número de descritores necessários durante as avaliações dos caracteres morfo-agronômicos em genótipos de melancia.

A estimativa do tamanho de semente pode ser feita mensurando-se apenas o comprimento da mesma.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pela concessão de bolsa ao pós-graduando. À Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs), pela disponibilidade do curso. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Semiárido, pela parceria e infraestrutura disponibilizada.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2016. 88 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa, MG: Imprensa UFV, 2012. 514 p.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

FERREIRA, M. A. J. F.; QUEIROZ, M. A.; BRAZ, L. T.; VENCOSKY, R. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 438-442, 2003.

HAWKINS, L. K.; DANE, F. Molecular markers associated with morphological traits in watermelon. **HortScience**, v. 36, n. 7, p. 1318-1322, 2001.

SILVA, A. V. da; SILVA, C. M. da; VAZ, M. A. Coeficiente de correlação de Pearson nas variáveis de crescimento de melancia em diferentes espaçamentos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2017, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize Eventos Científicos & Editora, 2017. p. 1-6.

Impacto do aumento da temperatura na severidade do oídio do meloeiro ‘Pele de Sapo’

Ana Laíla de Souza Araújo¹; Francislene Angelotti²; Maydara Thaylla Cavalcanti Rêgo³; Juliane Rafaele Alves Barros⁴; Pedro Martins Ribeiro Júnior⁵

Resumo

No Nordeste, o oídio é considerado uma das principais doenças que afetam a cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.), podendo interferir negativamente na produtividade e na qualidade dos frutos. O objetivo do estudo foi avaliar o impacto das alterações da temperatura sobre a severidade dessa doença no meloeiro da variedade Pele de Sapo, cultivar Sancho. O experimento foi realizado em incubadoras BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) no período de 1 a 30 de setembro de 2017. Folhas de meloeiro foram cortadas na base do pecíolo, sendo as mesmas envolvidas por algodão embebido em água destilada. As folhas foram pulverizadas com uma suspensão de conídios do fungo e acondicionadas em bandejas de polietileno contendo papel toalha umedecido com água destilada e cobertas com filme de PVC. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. O primeiro experimento foi conduzido nas temperaturas de 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C e 40 °C para determinar a temperatura ótima para a infecção do fungo. No segundo experimento, avaliou-se o aumento de 1,7 °C; 2,6 °C; 3,1 °C e 5 °C sobre a temperatura ótima. Constatou que as temperaturas de 20-25 °C favorecem a severidade do oídio do meloeiro, com redução do período de incubação. As temperaturas acima de 25 °C promovem redução na severidade da doença e a partir de 30 °C as folhas não apresentam sintomas da mesma.

Palavras-chave: *Podosphaera xanthii*, doenças, mudanças climáticas.

¹Bióloga, mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental para o Semiárido - UPE (PPGCTAS), bolsista Capes, Petrolina, PE.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, francislene.angelotti@embrapa.br.

³Bióloga, mestranda em Recursos Genéticos Vegetais – Uefs, bolsista Fapesb, Feira de Santana, BA.

⁴Engenheira-agrônoma, doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais - Uefs, bolsista Fapesb, Feira de Santana, BA.

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Introdução

No Brasil, o melão é o segundo fruto mais exportado em valor e o primeiro em volume, sendo o Nordeste responsável por cerca de 96% de toda a produção nacional. Os estados com maior produção são Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco (Anuário Brasileiro de Hortaliças, 2017).

Nessa região, as condições climáticas favorecem o desenvolvimento do meloeiro, possibilitando o plantio em praticamente todo o ano (Braga Sobrinho et al., 2008). Entretanto, a ocorrência de doenças pode interferir negativamente na produtividade. Entre os fitopatógenos que apresentam importância econômica para o melão, destaca-se o fungo *Podosphaera* (sect. *Sphaerotheca*) *xanthii* (Castagne) Braun & Shishkoff, causador do oídio. No Nordeste brasileiro as condições climáticas são favoráveis durante todo o ano para o desenvolvimento do patógeno (Terao et al., 2016) e a maioria dos genótipos cultivados são suscetíveis ao fungo (Santos et al., 1999; Grangeiro, Costa, 2016).

Na agricultura, o aumento da temperatura pode alterar o cenário de problemas fitossanitários. A temperatura média da atmosfera aumentou em torno de 0,85 °C desde o período de 1880 a 2012, podendo chegar a 4,8 °C, até 2100 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013). Assim, diversos estudos estão sendo desenvolvidos para avaliar o impacto das alterações de temperatura em diferentes patossistemas (Magalhães et al., 2012; Santana et al., 2012; Angelotti et al., 2017). Essas alterações podem afetar a distribuição geográfica e temporal dos fitopatógenos e a taxa de desenvolvimento das doenças (Angelotti et al., 2017).

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto do aumento da temperatura sobre a severidade do oídio do meloeiro cultivar Sancho.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), com controle de temperatura e fotoperíodo, na Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo a parcela experimental composta por uma folha por repetição.

Foram realizados dois ensaios; o primeiro para determinar a temperatura base (ótima) para o desenvolvimento do oídio do meloeiro e, o segundo, para avaliar o efeito do aumento da temperatura, em relação à temperatura base, sobre a severidade da doença. Para os dois ensaios foram utilizadas folhas destacadas do meloeiro tipo Pele de Sapo da cultivar Sancho.

Folhas com aproximadamente 60 dias foram cortadas com tesoura na base do pecíolo. Em seguida, o pecíolo foi envolvido por algodão embebido em água destilada para evitar a desidratação. As folhas foram pulverizadas com uma suspensão de conídios do fungo, na concentração de 10^5 conídios/mL de água, e acondicionadas em bandejas de polietileno contendo papel toalha umedecido com água destilada. Em seguida, as bandejas foram cobertas com filme de PVC para simular uma câmara úmida.

No primeiro experimento foi determinada a temperatura base (ótima) para a infecção e desenvolvimento do oídio nas plantas. Para tanto, as bandejas contendo as folhas inoculadas foram mantidas em incubadoras BOD nas temperaturas de 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C e 40 °C e fotoperíodo de 12/12 horas.

Com o surgimento dos primeiros sinais do patógeno, a severidade da doença foi avaliada com a adaptação da escala diagramática desenvolvida por Buffara et al. (2014). Neste experimento, também foi avaliado o período de incubação, determinado pelo número de dias entre a inoculação e o aparecimento dos sinais do fungo em cada temperatura.

Após a determinação da temperatura ótima, foi realizado o segundo experimento, no qual as folhas inoculadas foram mantidas nas temperaturas de 25 °C; 26,7 °C; 27,6 °C; 28,1 °C e 30 °C com fotoperíodo de 12/12 horas. Essas temperaturas foram selecionadas com base nos acréscimos de 1,7 °C; 2,6 °C; 3,1 °C e 5 °C, correspondentes aos cenários climáticos futuros (IPCC, 2013). Neste experimento, foi utilizada a mesma metodologia de inoculação e de avaliação da severidade da doença, descrita para o experimento anterior.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de regressão, utilizando-se o Software Sisvar.

Resultados e Discussão

A temperatura teve efeito significativo na severidade do oídio em meloeiro da variedade Pele de Sapo, cultivar Sancho. Foi observado que, com o aumento da temperatura, houve redução na severidade do oídio (Figura 1A). No primeiro experimento, as temperaturas de 15 °C, 20 °C e 25 °C favoreceram o progresso da doença, apresentando severidade máxima de 68,8%, 87,5% e 75%, respectivamente, aos 13 dias após inoculação. Não houve aparecimento dos sintomas nas temperaturas de 30 °C, 35 °C e 40 °C (Figura 1A).

Observou-se, também, que as folhas mantidas nas temperaturas de 20 °C e 25 °C apresentaram o menor período de incubação do oídio, que foi de 4 dias. Na temperatura de 15 °C, o período de incubação observado para essa doença foi de 7 dias (Figura 1A). Em estudo realizado com o oídio (*Podos-*

phaera clandestino) em plantas de espinheiro (*Acacia glomerosa* Benth.), o período de incubação foi de 5 dias nas temperaturas de 17 °C a 25 °C, e de 14 dias nas plantas mantidas de 10° C a 11 °C (Xu; Robinson, 2000).

No segundo experimento, a maior severidade da doença foi observada em 25 °C e a menor em 28,1 °C, com 81,3% e 4,5%, respectivamente (Figura 1B). O período de incubação do oídio do meloeiro foi de 5 dias para as folhas mantidas na temperatura de 25 °C, 6 dias para as folhas mantidas a 26,7 °C e 27,6 °C e de 7 dias para a de 28,1 °C (Figura 1B). Na temperatura de 30 °C não houve aparecimento dos sintomas nas folhas.

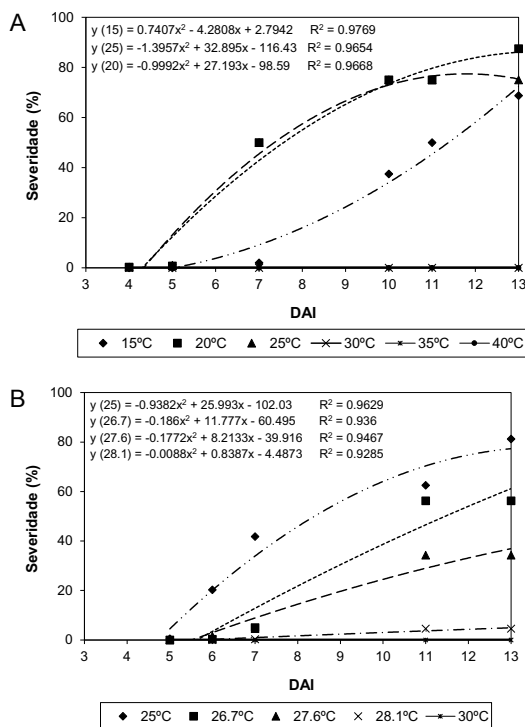


Figura 1. Efeito da temperatura na severidade do oídio em folhas destacadas do meloeiro (*Cucumis melo* L.) da variedade Pele de Sapo, cultivar Sancho. Temperaturas de 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C e 40 °C (A). Acréscimo de 1,7 °C; 2,6 °C; 3,1 °C e 5 °C de acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) em relação à temperatura base de 25 °C (B).

Nos experimentos realizados, as temperaturas mais baixas, em torno de 15 °C e as mais altas, em torno de 28 °C, foram desfavoráveis à doença, retardando o período de incubação, resultando no menor número de ciclos da doença durante a estação de cultivo e, conseqüentemente, em sua menor severidade.

Na temperatura de 25 °C observaram-se a maior severidade e o menor período de incubação do oídio do meloeiro. A partir de 30 °C, não houve aparecimento dos sinais do fungo nas folhas. As condições do ambiente, como temperatura, são extremamente importantes na ocorrência e na severidade da doença (Ghini et al., 2011).

Em trabalho realizado com o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no intervalo de 10 °C a 20 °C foram observados os maiores valores de severidade do oídio. A presença do oídio foi relatada até 40 °C (Santana et al., 2012). Em videira (*Vitis vinifera* L.), os maiores níveis de infecção com oídio ocorreram em mudas submetidas a 26 °C, e os menores, a 31,8 °C (Magalhães et al., 2012). Apesar das diferenças em relação à temperatura ótima e máxima para a infecção, verificou-se que, para os patossistemas citados, a severidade do oídio diminuiu com o aumento da temperatura.

Conclusão

As temperaturas de 20-25 °C favorecem a severidade do oídio do meloeiro, com redução do período de incubação. As temperaturas acima de 25 °C promovem redução na severidade da doença e a partir de 30 °C as folhas não apresentam sintomas da mesma.

Referências

ANGELOTTI, F.; GHINI, R.; BETTIOL, W. Como o aumento da temperatura interfere nas doenças de plantas? In: In: BETTIOL, W.; HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. (Ed.) **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 488 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2017. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-hortalicas2-2017/files/assets/common/downloads/publication.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2018.

BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERÃO, D. **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: BNB, 2008.

BUFFARA, C. R. S.; ANGELOTTI, F.; VIEIRA, R. A.; BOGO, A.; TESSMANN, D. J.; BEM, B. P. Elaboration and validation of a diagrammatic scale to assess downy mildew severity in grapevine. **Ciência Rural**, v. 44, 2014. p. 1384-1391.

GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011.

GRANGEIRO, L. C.; COSTA, N. D. Cultivares. In: COSTA, N. D. (Ed.). **Sistema de produção de melão**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina. Embrapa Semiárido, 2016. (Sistemas de Produção, 5). Disponível em: < https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=4103&p_r_p_-996514994_topicoid=1307>. Acesso em: 5 maio 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2013: the physical science basis**. Cambridge: University Press, 2013. 1535 p.

MAGALHÃES, E. E.; ANGELOTTI, F.; PEIXOTO, A. R.; FERNANDES, H. A. Impacto de alterações da temperatura sobre a infecção do oídio da videira. In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012, Jaguariúna. **Mudanças climáticas e problemas fitossanitários: anais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 1 CD-ROM.

SANTANA, C. V. S.; ANGELOTTI, F.; NASCIMENTO, L. C.; PINHEIRO, G. S.; RODRIGUES, D. R.; FERNANDES, H. A.; COSTA, N. D.; PEIXOTO, A. R. Impacto de alterações da temperatura sobre a infecção de *Oidium sp* em feijão-caupi. In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012, Jaguariúna. **Mudanças climáticas e problemas fitossanitários: anais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 1 CD-ROM.

SANTOS, A. A.; VIDAL, J. C.; FREIRE, F. C. O.; PAIVA, W. O.; FREITAS, A. S. M. **Avaliação de genótipos de melão para resistência à meloidoginose e ao oídio**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 3 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Pesquisa em Andamento, 55).

TERAO, D.; BATISTA, D. da C.; BARBOSA, M. A. G. Doenças causadas por fungos. In: COSTA, N. D. (Ed.). **Sistema de produção de melão**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina. Embrapa Semiárido, 2016. (Sistemas de Produção, 5). Disponível em: < https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=4103&p_r_p_-996514994_topicoid=4246>. Acesso em: 14 maio 2018.

XU, X. M.; ROBINSON, J. D. Effects of temperature on the incubation and latent periods of hawthorn powdery mildew (*Podosphaera clandestina*). **Plant Pathology**, v. 49, p. 791-797, 2000.

Doses de Zn e P na produtividade do Melão amarelo cv. Gladial

Thiago Ferreira Cirilo¹; Alessandra Monteiro Salviano²; Welson Lima Simões³; Jony Eishi Yuri⁴; Nivaldo Duarte da Costa⁵; Vitor Hugo Freitas Gomes⁶

Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar a interação zinco-fósforo na produtividade da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) no município de Petrolina, PE. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetições, em dois ciclos de cultivo. As parcelas corresponderam a doses de P_2O_5 (0 kg/ha, 80 kg/ha, 160 kg/ha, 240 kg/ha e 320 kg/ha) e as subparcelas corresponderam a doses de Zn (2,0 kg.ha⁻¹ e 5,0 kg.ha⁻¹), com aplicações dos fertilizantes via fertirrigação. Para os dois ciclos da cultura foram realizadas avaliações de número de frutos totais (NFT) e número de frutos comerciais (NFC). Nas condições do estudo, o aumento das doses de Zn proporciona aumento das doses recomendadas de P_2O_5 , mas não aumentaram a produção total e comercial de frutos da cultura do melão tipo amarelo, cv. Gladial.

Palavras-chave: nutrição mineral, *Cucumis melo*, produção de frutos.

Introdução

O melão é uma hortaliça de fruto muito apreciada e de grande popularidade no mundo. No ano 2014, a produção mundial de melão foi de 29.462.541

¹Engenheiro-agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola – Univasf, bolsista Capes, Univasf, Juazeiro, BA.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, welson.simoos@embrapa.br.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁶Engenheiro-agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola – Univasf, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

toneladas, produzidas em 1.185.303 hectares, sendo os maiores produtores a China, Turquia, Irã e Egito. Nesse mesmo ano, o Brasil produziu 589.939 toneladas, em 21.996 hectares. A região Nordeste foi responsável por 95% da produção brasileira, com destaque para os estados do Rio Grande do Norte (41,6%), Ceará (39,8%) e Bahia (11,8%) (Agrianual, 2017).

O cultivo do meloeiro no Nordeste brasileiro é de suma importância para a economia da região, devido às características edafoclimáticas do ambiente semiárido, ao fácil manejo da cultura e seu menor custo de produção que outras culturas cultivadas na região como a cebola e a uva, sendo imprescindíveis estudos para determinar as quantidades necessárias de insumos para um ótimo desenvolvimento e um melhor custo-benefício. Uma das medidas importantes é o estudo sobre as doses ideais dos fertilizantes a serem aplicados no ciclo de produção do meloeiro.

O desenvolvimento das culturas depende de diversos fatores, dentre os quais pode-se destacar a quantidade de nutrientes que deve estar em equilíbrio com a necessidade da planta para que a deficiência ou a toxidez de um determinado elemento não limite a produção das culturas, nem interfira no desempenho dos demais nutrientes. A interação Zn-P é um exemplo habitual de interferência de um elemento sobre o outro. Neste caso, uma elevada quantidade de P pode levar à deficiência de Zn nas plantas, prejudicando seu desenvolvimento (Carneiro, 2006).

Na região Nordeste existe uma carência de pesquisas sobre a interação de fósforo e zinco para a cultura do melão, sendo de enorme importância para evitar que os produtores utilizem suas experiências no manejo do cultivo. Devido à deficiência de P nos solos brasileiros e à grande demanda desse elemento pela planta, é comum que altas doses de fósforo sejam aplicadas ao solo para maximizar a produtividade. Isso pode levar a problemas ambientais e efeitos na disponibilidade de zinco para a cultura, o que pode decorrer em uma baixa ou nula rentabilidade do cultivo (Carneiro, 2006).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da interação fósforo e zinco na produtividade da cultura do melão amarelo irrigado, em ambiente semiárido.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Campo Experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), localizado no Distrito Irrigado de Bebedouro, município de Petrolina, PE, coordenadas geográficas de 9°09'35" S, 40°32'53" O e altitude de 370 m. Segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima do tipo Bsw^h, semiárido.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo de parcelas subdivididas, com quatro repetições, em que as parcelas consistiram de doses de fósforo, as subparcelas de doses de zinco e as subsubparcelas os ciclos de cultivo. As plantas foram cultivadas num espaçamento de 2,0 m entre fileiras e de 0,3 m entre plantas, sendo as subparcelas compostas por seis plantas, considerando-se as quatro centrais como úteis.

Os tratamentos, provenientes de um fatorial 5x2x2, foram compostos por cinco doses de fósforo (0 kg.ha⁻¹, 80 kg.ha⁻¹, 160 kg.ha⁻¹, 240 kg.ha⁻¹ e 320 kg.ha⁻¹ de P₂O₅), duas doses de zinco (2,0 kg.ha⁻¹ e 5,0 kg.ha⁻¹ de Zn) e dois ciclos de cultivo (um no período mais quente e outro no inverno).

Para a aplicação de P₂O₅, a fonte utilizada foi o fosfato monoamônico (MAP), onde foi realizada a adubação de fundação com 40% do total necessário para cada parcela e os outros 60%, com o zinco (sulfato de zinco), foram aplicados em doses distribuídas pelo ciclo da cultura, conforme sugerido por Souza et al. (2011).

A aplicação foi realizada por fertirrigação, utilizando o sistema de irrigação por gotejamento, a cada 4 dias, totalizando 16 aplicações de MAP e de sulfato de zinco. Para a instalação da cultura, realizou-se semeadura direta, colocando-se duas sementes por cova do melão tipo amarelo, cv. Gladial. O desbaste foi realizado aos 7 dias após a semeadura (DAS), deixando-se apenas uma planta por cova, perfazendo um estande de 16.666 plantas por hectare.

Para avaliação da produtividade foram coletados os frutos de quatro plantas úteis por subparcela, quantificados e pesados; avaliando-se o número total de frutos comerciais (NFC) e número de frutos total (NFT).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo ajustadas equações de regressão para as doses de fósforo. As doses de zinco, dentro de cada dose de fósforo, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o Sisvar versão 5.6.

Resultados e Discussão

Pode-se observar que a interação entre doses de fósforo e de zinco, e ciclo de cultivo foi significativa, a 5% de probabilidade, para as duas variáveis analisadas no experimento, cujo desdobramento da interação pode ser observado na Tabela 1.

No primeiro ciclo de cultivo, independente da dose de fósforo, o aumento da dose de Zn, em geral, diminuiu a produtividade total e comercial de melão (Tabela 1). No segundo ciclo de produção, o aumento da dose de Zn reduziu a produção de frutos totais e comerciais apenas quando não se utilizou o fósforo, não alterando a produção nas demais doses de fósforo.

Tabela 1. Número de frutos totais (NFT), número de frutos comerciais (NFC) do meloeiro (*Cucumis melo* L.) adubado com diferentes doses de zinco e fósforo.

| Doses de P ₂ O ₅ (kg/ha) | NFT | | NFC | |
|---|---------------------|--------|-----------|--------|
| | Doses de Zn (kg/ha) | | | |
| 1º ciclo | 2 | 5 | 2 | 5 |
| 0 | 8,00 A | 5,33 B | 3,67 A | 2,00 B |
| 80 | 8,67 A | 6,00 B | 4,00 A | 2,00 B |
| 160 | 8,00 A | 6,67 A | 3,00 A | 2,33 A |
| 240 | 11,33 A | 8,00 B | 5,00 A | 3,33 B |
| 320 | 11,00 A | 5,33 B | 4,33 A | 2,00 B |
| média | 9,4 A | 6,27 A | 4,00 A | 2,33 A |
| 2º ciclo | 2 | 5 | 2 | 5 |
| 0 | 4,66 A | 2,00 B | 3,00 A | 1,00 B |
| 80 | 4,33 A | 3,00 A | 1,33 A | 1,33 A |
| 160 | 3,67 A | 5,00 A | 1,33 A | 2,33 A |
| 240 | 4,33 A | 5,66 A | 1,33 A | 2,00 A |
| 320 | 5,66 A | 5,00 A | 2,00 A | 1,67 A |
| média | 4,53 B | 4,13 B | 1,80 B | 1,67 A |
| | CV 11,43% | | CV 18,25% | |

Na Tabela 2 podem ser observados os parâmetros das equações de regressão ajustadas para a produção de frutos totais e comerciais em função das doses de fósforo, para cada dose de Zn utilizada.

Quanto à produção total de frutos no primeiro ciclo de cultivo, quando se utilizou 2 kg.ha⁻¹ de Zn, a dose recomendada de P₂O₅ foi de 50 kg.ha⁻¹ proporcionando uma produção máxima de 8,90 frutos/m linear de frutos, enquanto para a dose de 5 kg.ha⁻¹ de Zn, a dose recomendada de P₂O₅ foi de 175 kg.ha⁻¹. No entanto, o aumento das doses desses nutrientes não proporcionou aumentos na produção, alcançando-se apenas 6,90 frutos/m linear. No segundo ciclo,

observou-se que as doses recomendadas de P_2O_5 foram maiores e a produtividade de frutos menores que no primeiro ciclo de cultivo, provavelmente devido ao efeito residual da aplicação dos nutrientes no solo.

Para o número de frutos comerciais, no primeiro ciclo de cultivo, não foi possível o ajuste de equação de regressão quando se utilizou a dose de $2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Zn. No entanto, quando se utilizou $5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Zn, a dose de P_2O_5 que maximizou a produção foi equivalente a $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, proporcionando uma produção de 2,68 frutos/m linear. No segundo ciclo de cultivo, observou-se a mesma tendência da produção de frutos totais, ou seja, o aumento da dose de Zn aumentou a dose recomendada de P_2O_5 . Todavia, neste caso, o aumento da dose de Zn proporcionou aumento na produção de frutos comerciais ($3,29 \text{ frutos}\cdot\text{m}^{-1}$), apesar de terem sido menores que as alcançadas no primeiro ciclo.

Tabela 2. Parâmetros da equação para produção de frutos totais e comerciais de melão tipo amarelo, cv. Gladial, em função das doses de P_2O_5 , em duas doses de Zn, em dois ciclos de produção.

| | | Número de frutos totais m^{-1} | | | | |
|----------------------------|-------------|---|-------|------|------|--------|
| Zn (kg ha^{-1}) | DR P_2O_5 | ax^2 | Bx | c | PM | R^2 |
| 1º ciclo | | (kg.ha-1) | | | | |
| 2,00 | 50,00 | -0,16 | 0,24 | 8,02 | 8,90 | 0,74 * |
| 5,00 | 175,00 | -0,39 | 1,74 | 5,10 | 6,90 | 0,68 * |
| 2º ciclo | | | | | | |
| 2,00 | 140,00 | 0,33 | -1,11 | 4,80 | 3,82 | 0,92 * |
| 5,00 | 270,00 | -0,33 | 2,20 | 1,73 | 5,37 | 0,93 * |
| | | Número de frutos comerciais m^{-1} | | | | |
| Zn (kg ha^{-1}) | DR P_2O_5 | ax^2 | bx | c | MP | R^2 |
| 1º ciclo | | (kg/ha) | | | | |
| 2,00 | - | - | - | - | - | - |
| 5,00 | 200,00 | -0,19 | 0,96 | 1,48 | 2,68 | 0,55 * |
| 2º ciclo | | | | | | |
| 2,00 | 190,00 | 0,33 | -1,53 | 2,86 | 1,05 | 0,91 * |
| 5,00 | 283,00 | -0,19 | 0,96 | 0,88 | 3,29 | 0,82 * |

Conclusão

Nas condições do estudo, o aumento das doses de Zn aumentou as doses recomendadas de P_2O_5 , mas não aumentaram a produção total e comercial de frutos da cultura do melão tipo amarelo, cv. Gladial.

Referências

AGRIANUAL: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2017. p. 322-324.

CARNEIRO, L. F. **Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na interação fósforo-zinco em milho**. Lavras: Ufla, 2006. 75 p.: il.

SOUZA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 711 p.

Produção e eficiência de uso da água pela cebola submetida a regimes de temperatura e lâminas de irrigação

Emerson Wilberto Silva Leite¹; Welson Lima Simões²; Miguel Julio Machado Guimarães³; Juliane Rafaela Alves Barros⁴; Francislene Angelotti⁵; Wesley Oliveira da Silva⁶

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do aumento da temperatura e da disponibilidade de água no solo sobre a produção e a eficiência de uso da água (EUA) na cultura da cebola (*Allium cepa* L.). O experimento foi realizado em câmaras de crescimento do tipo Fitotrón, com controle de temperatura, umidade relativa, dióxido de carbono (CO₂) e luz, na Embrapa Semiárido, localizada na cidade de Petrolina, PE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados dispostos em arranjo fatorial de 4 x 3, considerando-se quatro diferentes disponibilidades de água no solo (40%; 60%; 80% e 100% da evapotranspiração da cultura) e três regimes de temperaturas 18-24-30°C; 22-28-34°C e 26-32-38°C, com quatro repetições. Para o manejo da irrigação foram instalados lisímetros de pesagem em todas as parcelas experimentais (vasos de 3,5 L). Observou-se uma menor produção de bulbo das plantas submetidas ao regime de temperatura mais alto (26-32-38°C). As disponibilidades de água de 81,94%, 97,6% e 65,23% foram as que proporcionaram maiores EUA para os regimes de temperatura 18-24-30°C; 22-28-34°C e 26-32-38°C, com 20, 84; 17,08 e 13,04 mg L⁻¹, respectivamente. Uma maior disponibilidade de água no solo resulta em maior produção de bulbos e os regimes de temperatura mais elevados acarretam as menores produção e EUA pelas plantas da cebola da cv. IPA 11.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., mudanças climáticas, disponibilidade de água no solo.

¹Engenheiro Agrícola e Ambiental, mestrando em Engenharia Agrícola - Univasf, Petrolina, PE.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, welson.simoes@embrapa.br.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

⁴Engenheira-agrônoma, doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais - Uefs, bolsista Capes, Feira da Santana, BA.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁶Estudante de Ciências Biológicas - UPE, bolsista de Iniciação Científica do CNPq, Petrolina, PE.

Introdução

Os aumentos da temperatura, ocasionados pela quantidade excessiva de gases de efeito estufa presentes na atmosfera, têm gerado cenários futuros preocupantes. Essas alterações no clima podem afetar todos os sistemas globais, sejam eles: físicos, biológicos, naturais ou humanos, causando inúmeras consequências na produção agrícola mundial. De acordo com o Painel Intragovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), haverá perda na produtividade de alguns cultivos agrícolas causando grandes prejuízos econômicos (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015).

As alterações das condições climáticas afetam diretamente a cultura da cebola, gerando prejuízos para o produtor, com perda de produtividade, emissões precoces do pendão floral e a diminuição do tamanho dos bulbos, gerando um produto de baixo valor comercial. A cebola é uma das hortaliças mais produzidas no mundo, destacando-se pelo volume de produção, consumo e valor econômico, ocupando o terceiro lugar em importância econômica mundial (Oliveira et al., 2013). A região do Vale do São Francisco se destaca como uma das grandes produtoras de cebola do País, ocupando o terceiro lugar em importância econômica para o Brasil (Bandeira et al., 2013).

Associada aos aumentos da temperatura, a disponibilidade de água no solo apresenta grandes consequências no cultivo da cebola (Pimentel, 2004), proporcionando redução no conteúdo de água, no turgor e no potencial total de água, com consequente murcha, fechamento parcial ou total dos estômatos e decréscimo na expansão e divisão celular, diminuindo, assim, a área foliar e o crescimento geral da planta. No entanto, o excesso de água junto a temperaturas altas, são igualmente prejudiciais, favorecendo a incidência de patógenos, comprometendo a produção e a qualidade de bulbos (Marouelli et al., 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do aumento da temperatura e da disponibilidade de água no solo na produção e eficiência no uso da água pela cebola da cv. IPA 11.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em câmaras de crescimento do tipo Fitotrón, com controle de temperatura, umidade, dióxido de carbono (CO_2) e luz, localizada na Embrapa Semiárido, no município de Petrolina, PE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados dispostos em arranjo fatorial de 4 x 3, considerando-se quatro diferentes disponibilidades de água no solo (40%; 60%; 80% e 100% da evapotranspiração da cultura - ETC) e três regimes de

temperatura: T°1: 18-24-30 °C (18 °C: no horário de 20h às 6h; 24 °C: no horário de 6h às 10h e 30 °C: no horário das 10h às 15h; 24 °C: no horário de 15h às 20h); b) regime T°2: 22-28-34 °C (22 °C: no horário de 20h às 6h; 28 °C: no horário de 6h às 10h; 34 °C: no horário de 10h às 15h; 28 °C: no horário de 15h às 20h) e c) regime T°3: 26-32-38°C (26 °C: no horário de 20h às 6h; 32 °C : no horário de 6h às 10h e 38 °C: no horário das 10h às 15h; 26 °C: no horário de 15h às 20h).

A cultivar de cebola utilizada foi a IPA 11, que foi plantada em vasos com capacidade de 3,5 litros. Para manejo da irrigação, foram instalados lisímetros de pesagem em todos os vasos. Os lisímetros foram equipados com células de carga (modelo TSD, AEPH, com capacidade de 50 kg) instaladas sob uma base metálica com dispositivo de coleta do excesso de água drenado.

A adubação foi realizada conforme os resultados das análises químicas do solo e das indicações para a cultura. As irrigações foram realizadas a cada 2 dias com o auxílio dos dados gerados pelos lisímetros de pesagem, no qual foi repostado o volume de água evapotranspirada para manter a disponibilidade de água no solo referente a cada tratamento.

Para a avaliação da produção, as plantas foram mantidas dentro da câmara de crescimento até atingirem o ponto ideal para a colheita, o qual foi determinado pelo tombamento das plantas. Depois de colhidas, as plantas foram submetidas ao processo de cura, no qual ficaram expostas à luminosidade por um prazo de 3 dias para a diminuição da umidade nas camadas externas dos bulbos e raízes. Com o auxílio de uma balança analítica, foi realizada a pesagem dos mesmos para a obtenção da produção. A eficiência de uso da água foi calculada por meio da relação da produção de bulbo (mg) pela quantidade de água utilizada na irrigação durante todo o ciclo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste T ($p < 0,05$), sendo realizada uma análise de regressão na presença de efeito significativo para as lâminas e interações, utilizando-se o software Sisvar, versão 5.3.

Resultados e Discussão

Pôde-se observar uma maior produção de bulbo de cebola cv. IPA 11 com o aumento da disponibilidade de água no solo, quando submetidas a temperaturas mais amenas, 18-24-30 °C e 22-28-34 °C. Quando submetidas a temperaturas mais elevadas, 26-32-38 °C, a produção de bulbo teve comportamento quadrático, sendo a disponibilidade de 81,34% de água no solo a que proporcionou maiores produções de bulbo (Figura 1).

Observou-se uma menor produção de bulbo das plantas submetidas ao regime de temperatura mais alto (26-32-38 °C). Altas temperaturas (acima de 32°C) na fase inicial de desenvolvimento das plantas podem provocar a bulbificação prematura indesejável, com a formação de bulbos pequenos. Resultados semelhantes foram observados em estudo realizado por Brewster (1990), em que as temperaturas mais elevadas reduziram o crescimento da cebola.

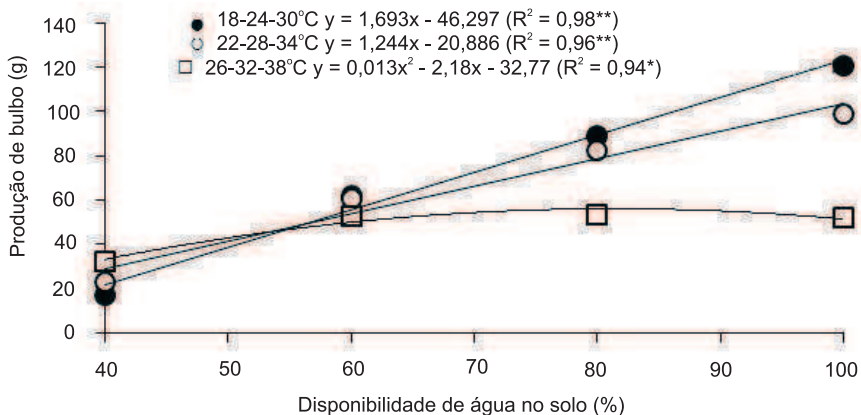


Figura 1. Produção de bulbo de cebola (*Allium cepa* L.) cv. IPA 11, submetida a diferentes disponibilidades de água no solo e regimes de temperatura. Coeficientes da regressão significativos com $p < 0,01$ (**) e $p < 0,05$ (*).

No entanto, em algumas pesquisas observa-se que o aumento da temperatura está associado à aceleração do crescimento e da fenologia, o que tende a reduzir o ganho de biomassa e a elevação na temperatura provoca redução nas taxas fotossintéticas e diminui o ganho líquido de carbono pela planta (Lobell; Gourdj, 2012).

No que diz respeito à eficiência de uso da água (EUA), os regimes de temperatura apresentaram comportamentos quadráticos com o aumento da disponibilidade de água no solo. As disponibilidades de água de 81,94%, 97,6% e 65,23% foram as que proporcionaram maiores EUA para os regimes de temperatura 18-24-30 °C; 22-28-34 °C e 26-32-38 °C, com 20,84 mg L⁻¹; 17,08 mg L⁻¹ e 13,04 mg L⁻¹, respectivamente (Figura 2), corroborando com Olalla et al. (2004), os quais observaram que os tratamentos com uma maior oferta de água no solo proporcionaram menores EUA em cebola submetidas a lâminas de irrigação.

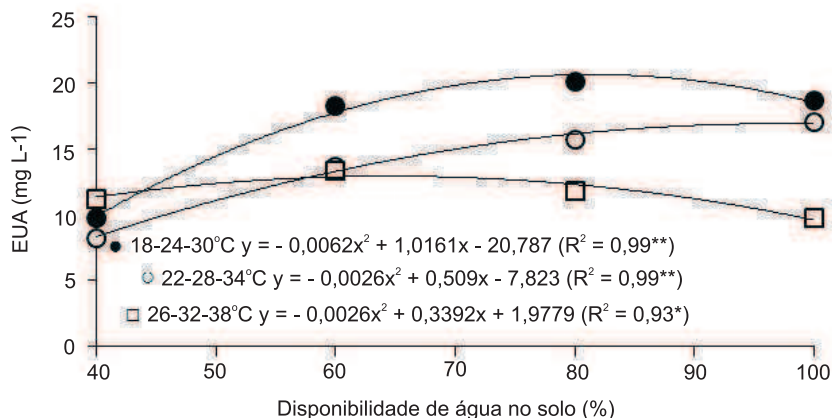


Figura 2. Eficiência de uso da água (EUA) pela cebola (*Allium cepa* L.) cv. IPA 11, submetida a diferentes disponibilidades de água no solo e regimes de temperatura. Coeficientes da regressão significativos com $p < 0,01$ (**) e $p < 0,05$ (*).

Conclusão

A maior disponibilidade de água no solo promove maior produção de bulbos de cebola cv. IPA 11. Regimes de temperaturas mais elevadas proporcionam menor produção e eficiência de uso da água pelas plantas de cebola cv. IPA 11.

Referências

BANDEIRA, G. R. L.; QUEIROZ, S. O. P.; ARAGÃO, C. A.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F. Desempenho de culturas de cultivares de cebola sob diferentes manejos de irrigação na Bacia do Baixo São Francisco, *Irriga*, v. 18, n. 1, p. 73-84, 2013.

BREWSTER, J. L. Physiology of crop growth and bulbing. In: RABINOWITCH, H. D.; BREWSTER, J. L. (Ed.). **Onions and allied crops**. Florida: CRC, 1990. p. 199-214.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2014**: synthesis report. Geneva, 2015. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2018.

LOBELL, D. B.; GOURDJI, S. M. The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiology*, v. 160, p. 1686-97, 2012.

MARQUELLI, W. A.; VIDIGAL, S. M.; COSTA, E. L. Irrigação e fertirrigação na cultura da cebola. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 585-608.

OLALLA, F. M. S.; DOMINGUEZ-PADILLA, A.; LOPEZ, R. Produção e qualidade da cultura da cebola (*Allium cepa* L.) cultivada sob condições de irrigação com déficit controlado em clima semi-árido. **Agricultural Water Management**, v. 68, n. 1, p. 77-89, 2004.

OLIVEIRA, G. M. de; LEITÃO, M. M. V. R.; BISPO, R. C.; SANTOS, I. M. S.; LIMA, C. B. A. de; CARVALHO, A. R. P. de. Coeficiente de cultura e produtividade da cebola submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 969-974, 2013.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191 p.

Cobertura de solo para o cultivo de melancia no Submédio do Vale do São Francisco

Fabiana Torres Gomes¹; Welson Lima Simões²; Alessandra Monteiro Salviano³; Geraldo Milanez de Resende³; Victor Hugo Freitas Gomes⁴

Resumo

O uso da cobertura morta no solo tem sido uma técnica bastante utilizada por produtores de oleráceas nos polos irrigados de zonas semiáridas do Nordeste brasileiro por possibilitar aumento da produtividade por propiciar maior controle de ervas espontâneas e maior conservação de umidade do solo, minimizando perdas de água por evaporação. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes coberturas de solo sobre os parâmetros produtivos e de pós-colheita na cultura da melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun. & Nakai.) no Submédio do Vale do São Francisco. O experimento foi conduzido no município de Petrolina, PE. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, com cinco tratamentos que consistiram em quatro coberturas do solo (plásticos prata e branco, palha de coco, bagaço de cana) e um controle (solo descoberto). A cobertura com plástico prata obteve a maior produtividade (53,4 t.ha⁻¹) e número de frutos (8.024 frutos.ha⁻¹), enquanto o *mulching* de bagaço de cana apresentou frutos com maior firmeza (4,3 N).

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*, hortícola, manejo do solo.

Introdução

A melancia tem grande importância econômica e social para o Nordeste. Segundo a FAO (2018), em 2016 a produção mundial atingiu 117,02 milhões de

¹Engenheira-agrônoma, mestranda em Engenharia Agrícola - Univasf, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, alessandra.salviano@embrapa.br.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Mestrando em Engenharia Agrícola - Univasf, Juazeiro, BA.

toneladas com produtividade de 33,6 t.ha⁻¹, tendo o Brasil produzido 2,09 milhões de toneladas com produtividade de 23,11 t.ha⁻¹.

O Nordeste respondeu por 31,06% da produção nacional, alcançando produtividade 18,56 t.ha⁻¹, sendo a Bahia o maior estado produtor, com 237.532 toneladas e produtividade de 16,72 t.ha⁻¹. Em Pernambuco foram cultivados 2.629 hectares com produtividade de 19,25 t.ha⁻¹ (IBGE, 2018).

O uso de cobertura agrotêxtil, combinada com uma cobertura de solo, tem propiciado maior produtividade, melhor qualidade de frutos e vem sendo cada vez mais utilizada pelos produtores. Essas técnicas reduzem a oscilação da temperatura, evaporação da água do solo, perda de nutrientes e a ascensão de sais, além de evitar a compactação, erosão e o contato direto dos frutos com o solo (Câmara et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da cobertura de solo na produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de melancia sob as condições do Submédio do Vale do São Francisco.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de maio a julho 2016 em um solo tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (Santos et al., 2006), no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, com coordenadas geográficas de 9°19'35" de latitude S, e 40°32'53" de longitude O e altitude de 370 m.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por cinco tratamentos que consistiram em quatro coberturas do solo (plásticos prata e branco, palha de coco, bagaço de cana) e um controle (solo descoberto). Foram utilizados canteiros com seis plantas, com espaçamento de 3 m entre linhas e 0,6 m entre elas e, sendo as quatro plantas centrais consideradas como úteis.

A variedade de melancia utilizada foi a BRS Opara, com semeadura realizada em bandejas de isopor contendo 128 células e o transplante realizado após o surgimento de duas folhas, a cerca de 12 dias. As parcelas experimentais foram cobertas com manta agrotêxtil (TNT) durante 30 dias a partir do transplante das mudas.

A colocação dos diferentes filmes plásticos e materiais orgânicos sobre o solo foi realizada após a instalação do sistema de irrigação e antes do transplante. Cobriu-se uma faixa de solo de 1,5 m de largura ao longo da fileira de plantas, o que representou uma cobertura de 50% da área de cultivo. Os

filmes plásticos usados tinham espessura de 30 μm e a espessura média da camada de material orgânico sobre o solo foi de 2 cm.

As adubações, com base na análise do solo, constaram da aplicação de 500 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ do formulado NPK 06-24-12 no plantio. Em adubação de cobertura, foram adicionados 90 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N e 90 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K_2O via fertirrigação, três vezes por semana, ao longo do ciclo, até 10 dias antes da colheita.

O sistema de irrigação utilizado foi o por gotejamento com emissores espaçados de 0,5 m e vazão média de 2,65 $\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$. As irrigações foram diárias com manejo realizado com base na estimativa da evapotranspiração máxima da cultura (ETc). Após o transplantio foram utilizados Kcs com os seguintes valores: 0,46; 0,57; 0,70; 0,89; 1,12; 1,22; 1,06; 0,85, conforme descrito por Freitas e Bezerra (2004). Avaliou-se a produtividade comercial $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (frutos com massa fresca acima de 6 kg), número de frutos por hectare e firmeza (Newtons – N).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F, $p \leq 0,05$) e as médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando-se o programa Sisvar 5.1 (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Os resultados evidenciaram efeitos significativos das coberturas na produtividade comercial, número de frutos por hectare e firmeza do fruto (Tabela 1). A maior produtividade (53,4 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) foi alcançada pela cobertura com plástico prata (CPP), que não apresentou diferenças significativas do bagaço de cana (BCA) e do tratamento sem cobertura (SC).

Tabela 1. Produtividade comercial, número de frutos por hectare e firmeza de frutos de melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun. & Nakai.] sob diferentes tipos de cobertura do solo.

| Coberturas | Produtividade ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) | Nº frutos por hectare | Firmeza (N) |
|--------------------------------|---|-----------------------|-------------|
| Plástico prata (CPP) | 53,4 a* | 8.024 a* | 3,4 ab* |
| Bagaço de cana-de-açúcar (BCA) | 48,9 ab* | 7.175 ab* | 4,3 a* |
| Sem cobertura (SC) | 44,8 ab* | 6.481 bc* | 2,7 c* |
| Plástico branco (CPB) | 41,8 b* | 5.984 c* | 2,9 c* |
| Bagaço de coco (BC) | 41,3 b* | 7.098 ab* | 2,7 c* |
| CV (%) | 8,4 | 6,8 | 16,0 |

*Médias seguidas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando-se a produtividade de CPP em relação à SC observam-se valores superiores em 19,2%. No entanto, sem diferenças significativas. Estes resultados podem ser justificados pelos diferentes graus de absorção e reflexão da luz solar interferindo na temperatura do solo e criando um microclima no qual a planta apresenta respostas fisiológicas diferenciadas. Em melão, Medeiros et al. (2007) não observaram diferenças na produtividade quando utilizaram plástico preto ou prateado, enquanto Ibarra-Jiménez et al. (2005) constataram maior produtividade em melancia cultivada com o uso de plásticos transparentes e pretos.

Quanto ao número de frutos, a CPP obteve o maior número (8.024 frutos) não havendo também diferença significativa entre as coberturas BCA (7.175 frutos) e BC (7.098 frutos). Lima Júnior e Lopes (2009), em estudos com diferentes métodos de cobertura no solo na cultura da melancia, relataram que as coberturas do solo com fibra de coco e palhada produziram maior número de frutos que as coberturas com filme plástico e a testemunha.

Com relação à firmeza, uma importante característica pós-colheita relacionada ao transporte dos frutos, não se observou nenhuma diferença significativa entre os tratamentos SC, CPB e BC. Entretanto, os maiores valores foram observados nos tratamentos BCA e CPP (4,3 e 3,4, respectivamente).

Saraiva et al. (2017) obtiveram, com cobertura de plástico preto, maior valor para firmeza da polpa de frutos de melancia e justificaram esse resultado pelo fato de a cobertura reduzir a umidade do solo e absorção de calor, causando menor disponibilidade de água para a planta e menor quantidade de água translocada através da parede celular do fruto, resultando em maior resistência da polpa.

Conclusão

As coberturas com plástico prata e bagaço de cana são as mais indicadas para uso na cultura da melancia nas condições do Submédio do Vale do São Francisco.

Referências

CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F. de; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P. Produção e qualidade de melão amarelo influenciado por coberturas do solo e lâminas de irrigação no período chuvoso. **Ciência Rural**, n. 1, v. 37, p.58-63, 2007.

FAO. **Agricultural production**: primary crops. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, A. A.; BEZERRA, F. M. L. Coeficientes de cultivo da melancia nas suas fases Fenológicas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 35, n. 2, p. 319-325, 2004.

IBARRA-JIMÉNEZ, L.; MUNGUÍA-LÓPEZ, J. ; LOZANO-DEL RIO, A. J.; ZERMEÑO-GONZALÉZ, A. Effect of plastic mulch and row covers on photosynthesis and yield and of watermelon. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 12, n. 45, p.1653-1657, 2005.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

LIMA JUNIOR, J. A.; LOPES, P. R. A. Avaliação da cobertura do solo e métodos de irrigação na produção de melancia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 2, p. 315-322, 2009.

MEDEIROS, J. F.; SANTOS, S. C. L.; CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M. Z. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 538-543, 2007.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBREERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306 p.

SARAIVA, K. R.; VIANA, T. V. A.; BEZERRA, F. M. L.; COSTA, S. C.; GONDIM, R. S. Regulated deficit and diferent mulch types on fruit quality and yield of watermelon. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 437-446, 2017.

Recursos Naturais e Biodiversidade

Árvores matrizes de *Myracrodruon urundeuva* em área de coleta de sementes

*Fabrício Francisco Santos da Silva*¹; *Gilmara Moreira de Oliveira*²; *Claudinéia Regina Pelacani*³; *Tatiana Ayako Taura*⁴; *Bárbara França Dantas*⁵

Resumo

Todo o processo produtivo, desde a coleta até a comercialização de sementes florestais, envolve diversos trâmites burocráticos que garantem, de certa forma, a qualidade do material a ser comercializado. A marcação prévia de plantas matrizes economizaria tempo, principalmente para o pequeno produtor que detém algum remanescente de área florestal em sua propriedade. Objetivou-se com este estudo apresentar uma lista de plantas matrizes de *Myracrodruon urundeuva* possibilitando a coleta de sementes de forma rápida e eficiente. Foram marcadas 36 plantas matrizes de *M. urundeuva* entre os anos de 2015 e 2016. De cada planta, foram coletados dados dendrométricos, coordenadas geográficas e tipo de solo. As plantas marcadas pertencem a três biomas: Caatinga, Cerrado e Pantanal. A altura das plantas variou entre 5 m e 23,3 m. Foram categorizados quatro tipos de solos. As árvores matrizes marcadas na Caatinga apresentaram menor altura total (11 m) em relação às árvores do Pantanal (18 m) e do Cerrado (23 m). Os componentes principais demonstraram que a maior altura da planta está correlacionada com o tipo de solo e a região de estudo. Este trabalho serve de base para futuros estudos de campo de *M. urundeuva* e poderá ser utilizado em excursões de coleta de sementes desta espécie.

Palavras-chave: aroeira-do-sertão, Caatinga, sementes florestais.

¹Biólogo, doutorando em Recursos Genéticos Vegetais - Uefs, bolsista Capes, Feira de Santana, BA.

²Engenheira-agrônoma, doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais - Uefs, bolsista Capes, UEFS, Feira de Santana, BA.

³Bióloga, D.Sc. em Ciências Agrárias, professora da Uefs, Feira de Santana, BA.

⁴Engenheira Cartógrafa, M.Sc. em Ciências Geodésicas, analista da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, barbara.dantas@embrapa.br.

Introdução

O custo de todo o processo de coleta, beneficiamento e secagem das sementes varia entre os fornecedores. O comércio de sementes florestais, além de propiciar uma melhoria na qualidade de vida da população local, auxilia diretamente na conservação de diferentes ecossistemas. O custo médio do quilo de sementes de *Myracrodruon urundeuva*, por exemplo, é aproximadamente R\$ 29,16 (Schmidt, 2007; Espírito Santo et al., 2010).

Empreendimentos de grande porte na região da Caatinga, como a construção de parques eólicos, extração mineral, integração do Rio São Francisco, dentre outros, demandam de uma grande quantidade de sementes para a recuperação das áreas degradadas.

Objetivou-se com este estudo apresentar uma lista de plantas matrizes de *M. urundeuva*, possibilitando a coleta de sementes de forma rápida e eficiente.

Material e Métodos

Árvores adultas de *M. urundeuva* em fenofase de floração/frutificação foram selecionadas para posterior coleta de sementes. Após a seleção, foi realizado o georreferenciamento (Santana et al., 2015) dos indivíduos e a identificação com placas de metal em cada matriz selecionada. Para cada planta marcada, os seguintes dados foram registrados: altura total da planta, diâmetro à altura do peito (DAP), diâmetro à altura de 30 cm do solo (DAB), coordenadas geográficas (UTM), município de ocorrência e tipo de solo foram anotados em fichas de campo.

Para o levantamento dendrométrico foram consideradas árvores de *M. urundeuva* com DAB e DAP com circunferência a partir de 12 cm (Kurihara et al., 2005). A medição dos diâmetros foi realizada com o auxílio de trenas diamétricas (cm), permitindo-se ler a circunferência a altura do peito (CAP), em seguida transformando por meio da relação $DAP = CAP/\pi$ e $DAB = CAB/\pi$ (Imaña-Encinas et al., 2009). Para a caracterização dos tipos de solos, foi utilizada a versão off-line do software Carolus (IBGE, 2006; Siqueira et al., 2012).

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada usando-se como parâmetros a altura da planta matriz, DAP e DAB e suas correlações. Foi utilizado o programa estatístico Past v. 3.2 (Hammer et al., 2001).

Resultados e Discussão

Foram marcadas 36 plantas matrizes de *Myracrodruon urundeuva* entre os anos de 2015 e 2016, localizadas nos municípios de Uberlândia, MG e Brasília, DF, no Cerrado; Corumbá, MS, no Pantanal; Santa Maria da Boa Vista, PE, Petrolina, PE e Lagoa Grande, PE, na Caatinga.

A altitude onde essas matrizes foram marcadas variam entre 150 m e 956 m. A altura das plantas matrizes de *M. urundeuva* variam entre 5 m e 23,3 m. As matrizes marcadas no Pantanal e Cerrado apresentaram altura média de 16 m, enquanto na Caatinga não ultrapassaram 9 m. O DAP e DAB médio de todas as populações de *M. urundeuva* foi de 31 cm e 41 cm, respectivamente, variando entre 15 cm e 67 cm para o DAP e entre 20 cm e 92 cm para o DAB (Tabela 1).

Foram categorizados quatro tipos de solos nos ambientes em que as matrizes de *M. urundeuva* foram marcadas: Lastossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, na Caatinga; Latossolo Vermelho Distroférrico e Distrófico, ambos no Cerrado e Vertissolo Ebânico Órtico, no Pantanal. Na Caatinga, a baixa fertilidade natural dos Latossolos Eutróficos, irregularidade pluviométrica e, em alguns casos, aliado a pedregosidade (Araújo Filho et al., 2017), dificultam o desenvolvimento da maioria das espécies vegetais presentes nestas condições. Os Latossolos Vermelhos Distroférricos e Distróficos apresentam uma saturação por base baixa (Santos et al., 2006). A maioria dos solos sob o Cerrado é distrófica (Oliveira et al., 2017). Nestes dois Latossolos foram marcadas todas as matrizes no Bioma Cerrado da área estudada. No Pantanal, o Vertissolo apresenta uma constituição mineral similar ao Vertissolo encontrado na Caatinga, porém, no caso do primeiro, o processo de fendilhamento é quase imperceptível (Couto et al., 2017).

Tabela 1. Matrizes de *Myracrodruon urundeuva* – * A= altura total; DAP (diâmetro à altura do peito); DAB (diâmetro à altura da base); longitude e latitude em UTM.

| Código | A (m)* | DAP | DAB | Longitude S | Latitude O | Altitude (m) | Município | Bioma |
|--------|--------|------|------|-------------|------------|--------------|-----------------------|----------|
| 6 | 14.4 | 40.6 | 52.1 | 783088 | 7924479 | 688 | Uberlândia | Cerrado |
| 7 | 18.6 | 19.7 | 23.6 | 783047 | 7924434 | 690 | Uberlândia | Cerrado |
| 10 | 23.3 | 24.0 | 39.2 | 783071 | 7924383 | 681 | Uberlândia | Cerrado |
| 11 | 20.8 | 26.5 | 30.9 | 783048 | 7924435 | 689 | Uberlândia | Cerrado |
| 12 | 22 | 24.3 | 31.1 | 783058 | 7924481 | 687 | Uberlândia | Cerrado |
| 17 | 8.2 | 49.1 | 65.3 | 205444 | 8277406 | 953 | Brasília | Cerrado |
| 18 | 23 | 37.7 | 48.4 | 205421 | 8277623 | 934 | Brasília | Cerrado |
| 19 | 16 | 43.4 | 45.5 | 205437 | 8277719 | 956 | Brasília | Cerrado |
| 20 | 11.2 | 15.2 | 20.4 | 205440 | 8277726 | 956 | Brasília | Cerrado |
| 22 | 14 | 37.5 | 54.1 | 205423 | 8277761 | 950 | Brasília | Cerrado |
| 28 | 13 | 31.3 | 37.9 | 435420 | 7888232 | 174 | Corumbá | Pantanal |
| 29 | 18.1 | 17.1 | 36.7 | 435976 | 7888743 | 150 | Corumbá | Pantanal |
| 31 | 17.1 | 67.3 | 92.3 | 428916 | 7891747 | 179 | Corumbá | Pantanal |
| 35 | 7.9 | 31.3 | 28.1 | 338220 | 8993242 | 401 | Petrolina | Caatinga |
| 39 | 11 | 28.4 | 36.3 | 338169 | 8993212 | 405 | Petrolina | Caatinga |
| 45 | 7 | 20.3 | 23.6 | 338130 | 8993242 | 403 | Petrolina | Caatinga |
| 46 | 8.5 | 20.1 | 24.3 | 338250 | 8993260 | 399 | Petrolina | Caatinga |
| 48 | 9 | 39.9 | 61.1 | 338250 | 8993196 | 398 | Petrolina | Caatinga |
| 49 | 5 | 23.2 | 27.6 | 329150 | 9001436 | 395 | Petrolina | Caatinga |
| 50 | 8 | 21.8 | 29.9 | 329162 | 9001494 | 394 | Petrolina | Caatinga |
| 51 | 8 | 22.3 | 26.1 | 329127 | 9001488 | 393 | Petrolina | Caatinga |
| 52 | 12 | 33.2 | 46.8 | 329160 | 9001492 | 381 | Petrolina | Caatinga |
| 59 | 9 | 18.2 | 23.9 | 327456 | 9005646 | 379 | Petrolina | Caatinga |
| 85 | 11 | 34.4 | 46.6 | 367096 | 9052910 | 423 | L. Grande | Caatinga |
| 86 | 12 | 45.0 | 58.7 | 367034 | 9052938 | 425 | L. Grande | Caatinga |
| 87 | 12 | 30.8 | 46.0 | 366978 | 9052946 | 416 | L. Grande | Caatinga |
| 89 | 11 | 48.1 | 77.2 | 367562 | 9053608 | 410 | L. Grande | Caatinga |
| 91 | 8 | 34.6 | 42.1 | 367622 | 9053666 | 409 | L. Grande | Caatinga |
| 97 | 9 | 44.4 | 43.7 | 371545 | 9052842 | 413 | Sta. M.a. da B. Vista | Caatinga |
| 99 | 11 | 35.7 | 38.7 | 371580 | 9052886 | 382 | Sta. M.a. da B. Vista | Caatinga |
| 100 | 8 | 30.7 | 40.7 | 370928 | 9053002 | 398 | Sta. M.a. da B. Vista | Caatinga |
| 126 | 8 | 25.9 | 35.3 | 318484 | 8999458 | 423 | Petrolina | Caatinga |
| 127 | 7 | 32.5 | 41.1 | 318483 | 8999444 | 425 | Petrolina | Caatinga |
| 128 | 8 | 20.1 | 29.4 | 318460 | 8999424 | 426 | Petrolina | Caatinga |
| 129 | 8.5 | 32.7 | 39.0 | 318440 | 8999398 | 419 | Petrolina | Caatinga |
| 130 | 6.5 | 28.6 | 35.4 | 318381 | 8999240 | 429 | Petrolina | Caatinga |

A análise de componentes principais (PCA) das plantas matrizes de *M. urundeuva* gerou dois componentes primários com relevantes informações. O autovalor “*eigenvalue*” do primeiro componente principal (PC1) foi de 1.93, e para o segundo componente principal (PC2) foi de 1.02. A proporção da “*variance retained*” do PC1 e PC2 juntos explicam 97.5% da variância total. No eixo do PC1 as variáveis dendrométricas DAP e DAB explicaram a “*retention of variance*”, enquanto no eixo do PC2, apenas a variável altura da planta matriz foi mais representativa (Tabela 2).

Tabela 2. Correlações entre os caracteres dendométricos e os componentes principais (PC 1 e PC 2) de plantas matrizes de *Myracrodruon urundeuva*.

| | PC 1 | PC 2 |
|-------------|---------|----------|
| Alt | 0.19783 | 0.97862 |
| DAP | 0.68542 | -0.17909 |
| DAB | 0.70076 | -0.10111 |
| Autovalor | 1.92907 | 1.01882 |
| % variância | 63.778 | 33.683 |

Alt= Altura da planta matriz; DAP= Diâmetro à altura do peito; DAB= diâmetro à altura da base.

O plano bidimensional composto por PC1 (63.8%) e PC2 (33.7%) foi caracterizado pelas variáveis: altura, DAP e DAB. Isso permitiu a discriminação das maiores plantas matrizes que estavam presentes no Cerrado em Planossolos Vermelhos Distróficos e Distrofêrricos, como também no Pantanal, em Vertissolo Ebânico Órtico. As matrizes marcadas na Caatinga apresentaram menor altura (5 m). Possivelmente, isso se deve ao menor aporte de chuvas, típico do clima semiárido. Além disso, os Latossolos Vermelho-Amarelo Eutrófico, presente em todas as matrizes marcadas na Caatinga, provavelmente dificultem o crescimento das raízes, seja por adensamento ou compactação (Figura 1).

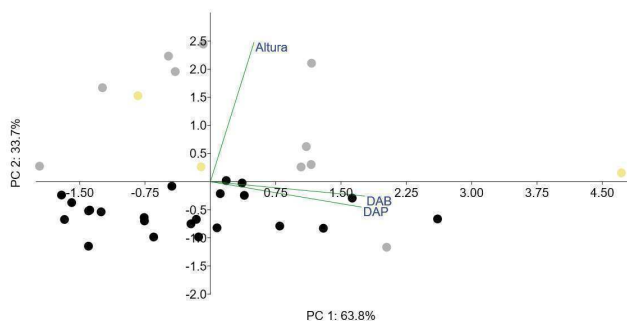


Figura 1. Gráfico biplot com dispersão das 36 plantas matrizes distribuídas em diferentes biomas (Cerrado – círculo preenchido com cinza; Pantanal – círculo preenchido com dourado; Caatinga – círculo preenchido com preto), em função dos componentes principais: PC1 x PC2 e projeção dos vetores dos caracteres: Altura da árvore matriz (Alt), diâmetro à altura do peito (DAP) e diâmetro à altura da base (DAB).

Conclusões

As plantas matrizes de *M. urundeuva* marcadas na Caatinga apresentam uma menor altura total (11 m) em relação às plantas marcadas no Pantanal (18 m) e Cerrado (23 m).

Os componentes principais demonstraram que a maior altura da planta está correlacionada com o tipo de solo e a região de estudo.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 171 15/2014; CNPq REF423143/2016-6 e Embrapa.

Referências

- SANTANA, O. A.; SANTOS, N. K. B.; SILVA, M. M. da; MORAIS, R. L. de; ENCINAS, J. I. Árvores potenciais a danos urbanos : manejo através da tecnologia, educação e mobilização social. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 11, n. 23, p. 71-88, 2015.
- ARAÚJO FILHO, J. C. de; RIBEIRO, M. R.; BURGOS, N.; MARQUES, F. A. Solos da Caatinga. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Pedologia**: solos dos biomas brasileiros. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. cap. 5. p. 227-260.
- COUTO, E. G.; OLIVEIRA, V. A.; BEIRIGO, R. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. C. de; NASCIMENTO, A. F. do; VIDAL-TORRADO, P. Solos do pantanal matogrossense. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Pedologia**: solos dos biomas brasileiros. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. cap. 7, p. 304-352.
- ESPÍRITO SANTO, F. D. S.; SIQUEIRA FILHO, J. A. de; MELO JÚNIOR, J. C. F. de; GERVÁSIO, E. S.; OLIVEIRA, A. M. B. de. Quanto vale as sementes da Caatinga? Uma proposta metodológica. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 3, p. 137-144, 2010.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- IBGE. **Novo sistema brasileiro de classificação de solos (SBCS)**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/solos/viewer.htm>>. Acesso em: 9 maio 2017.
- IMAÑA-ENCINAS, J.; REZENDE, A. V.; IMANÃ, C. R.; SANTANA, O. A. **Contribuição dendrométrica nos levantamentos fitossociológicos**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2009.
- KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; DE PAULA, J. E. Levantamento da arborização do campus da Universidade de Brasília. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 127-136, abr./jun. 2005.

OLIVEIRA, V. Á. de; JACOMINE, P. K.; COUTO, E. G. Solos do Bioma Cerrado. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Pedologia: solos dos biomas brasileiros**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 178-226.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SCHMIDT, L. **Tropical forest Seed**. Heidelberg: Springer, 2007. 409 p.

SIQUEIRA, A. A.; SANTOS FILHO, J. V. dos; SIQUEIRA FILHO, J. A. de. Carolus: a new system for handling electronic botanical collections. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p. 715-732, 2012.

Perda de massa em frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) armazenados em diferentes temperaturas

Vagner Pereira Silva¹; Maria Aparecida Rodrigues Ferreira²; Taise Oliveira Passos³; Visêldo Ribeiro Oliveira⁴; Sergio Tonetto de Freitas⁵

Resumo

Com este trabalho, objetivou-se avaliar a perda de massa de frutos de umbuzeiro (BGU37) armazenados sob diferentes temperaturas. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, utilizando-se frutos de umbu do genótipo BGU37, pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Semiárido no período de fevereiro a março de 2018. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 6 (temperaturas x dias de armazenamento), com quatro repetições. Os frutos foram colhidos no estádio de maturação “inchado” e armazenados a 8 °C, 10 °C e 12 °C com umidade relativa de 90-95%. A massa e a perda de massa foram avaliadas até os frutos atingirem firmeza de polpa de 5 N (\pm 35 dias), considerada como limite para o consumo. De acordo com os resultados obtidos, a temperatura de armazenamento não influenciou a perda de massa dos frutos, que seguiu uma tendência linear de redução. Ao longo de 35 dias de armazenamento refrigerado, a perda de massa foi de $15,23 \pm 1,95\%$.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa*, germoplasma, vida útil.

¹Engenheiro-agrônomo, mestrando em Agronomia – Univasf, bolsista Facepe, Petrolina, PE.

²Bióloga, bolsista BFT/Facepe, Embrapa, Petrolina, PE.

³Graduanda em Ciências Biológicas, UPE, Petrolina, PE.

⁴Engenheiro Florestal, D.Sc. em Ciências, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Biologia de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, sergio.freitas@embrapa.br.

Introdução

O prolongamento da qualidade pós-colheita dos frutos, correlaciona-se com a redução da taxa de deterioração dos mesmos, em decorrência natural do seu metabolismo (Paliyath et al., 2008; Moura et al., 2013).

A temperatura de armazenamento é um dos fatores que mais afeta a qualidade pós-colheita dos frutos. Temperaturas elevadas aceleram o metabolismo, diminuindo o tempo de vida útil dos frutos e, quando baixas, reduzem o metabolismo e aumentam a vida pós-colheita dos mesmos. Contudo, armazenamento sob temperatura abaixo da ideal pode ocasionar injúrias por frio e elevar perdas de frutos (Campos, 2007; Silva et al., 2009). Apesar da ausência de estudos preliminares, não existem trabalhos realizados para identificar a temperatura ideal de armazenamento de genótipos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) pertencentes ao BAG da Embrapa Semiárido.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a perda de massa de frutos do genótipo BGU37, armazenados em diferentes temperaturas.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, utilizando-se frutos de umbu do genótipo BGU37, pertencente ao Banco Ativo de Germoplama (BAG) da Embrapa. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 6 (temperaturas x dias de armazenamento) com quatro repetições compostas por cinco frutos.

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação “inchado” (frutos que atingiram a maturidade fisiológica, aspecto brilhante, coloração da epiderme verde e firmeza elevada). Após a colheita, os frutos foram levados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita onde foram armazenados a 8 °C, 10 °C e 12 °C com umidade relativa de 90-95% até atingirem firmeza em torno de 5 N (\pm 35 dias), considerada como limite para o consumo.

A massa dos frutos foi determinada no momento da colheita e a cada 7 dias de armazenamento, sendo os resultados expressos em gramas. A perda de massa dos frutos foi avaliada a cada 7 dias de armazenamento, tomando-se sempre como referência a massa obtida na avaliação anterior, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão.

Resultados e Discussão

Com base nos resultados da análise de variância, não se observou efeitos da interação entre os dois fatores estudados (temperaturas x dias de armazenamento), que agiram de forma independente. Para o armazenamento, verificou-se decréscimo linear da massa dos frutos (Figura 1) com o incremento dos dias. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a perda de massa dos frutos está relacionada à perda de água por transpiração e à perda de carbono por meio do metabolismo respiratório, sendo desta forma depende de vários fatores como: genótipo, estágio de maturação, relação superfície/volume, condições ambientais de armazenamento entre outros.

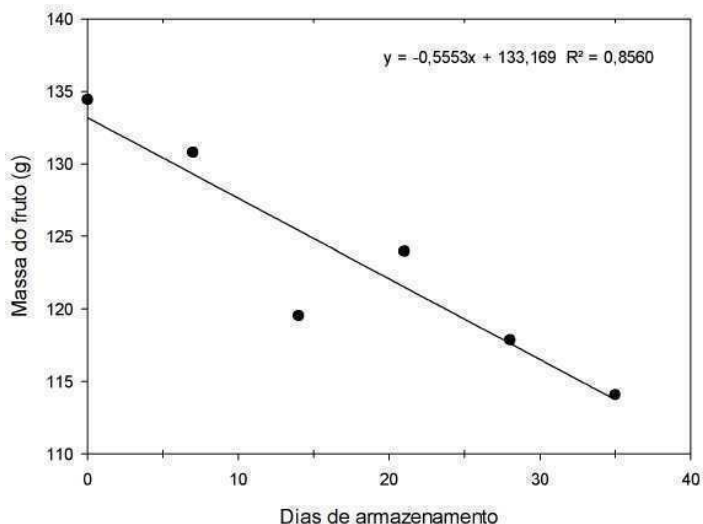


Figura 1. Perda de massa de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), genótipo BGU37, ao longo de 35 dias de armazenamento.

A perda de peso variou entre 2% e 5% a cada avaliação (Tabela 1), apresentando valores abaixo dos apresentados por Moura et al. (2013), cuja perda de massa foi de 9% ao longo de 7 dias de armazenamento. Ao longo do período de 35 dias de armazenamento, foi observada uma perda de 15% da massa dos frutos.

Tabela 1. Perda de massa de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), genótipo BGU37, ao longo de 35 dias de armazenamento.

| Dias após o armazenamento | Perda de massa (%) |
|---------------------------|--------------------|
| 7 | 2,73 ± 0,42 |
| 14 | 2,18 ± 0,16 |
| 21 | 3,08 ± 0,59 |
| 28 | 4,90 ± 0,80 |
| 35 | 3,37 ± 1,07 |
| Total | 15,23 ± 1,95 |

Conclusões

Não houve influência da temperatura sobre a perda de massa de frutos do genótipo BGU37, ao longo de 35 dias de armazenamento refrigerado.

A perda de massa seguiu uma tendência linear de redução ao longo dos 35 dias de armazenamento, observando-se que ao final do armazenamento, os frutos do genótipo BGU37 apresentaram um perda de massa total de 15,23 ± 1,95%.

Agradecimentos

À Facepe, pela bolsa de mestrado (IBPG-0085-5.01/17), assim como à Embrapa e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (SEG: 04.16.03.001.05.00), pelo apoio financeiro.

Referências

CAMPOS, C.O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): Características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita.** 2007. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrônômicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu, Botucatu.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 783 p. il.

MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; SCHUNEMANN, A. P. P.; MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. **Ciência Agrônômica**, v. 44, p. 764-772, 2013.

PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruit, vegetables, and flowers**. Ames: Wiley-Blackwell, 2008. 497 p.

SILVA, R. P.; LIMA, M. A. C.; SANTOS, A. C. N.; COSTA, A. C. S.; LIMA, C. B. S. Conservação pós-colheita de umbu sob diferentes temperaturas de armazenamento. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 4., 2009. Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. p. 211-217. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 221).

Limites de temperatura na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão

Gilmara Moreira de Oliveira¹; Fabrício Francisco Santos da Silva²; Claudineia Regina Pelacani Cruz³; Samara Elizabeth Vieira Gomes⁴; Bárbara França Dantas⁵

Resumo

As sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, quando dispersas em campo, encontram condições ambientais limitantes à germinação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura na germinação de diferentes lotes de *M. urundeuva*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições de 50 sementes cada. Utilizou-se o esquema fatorial 7x4, com sete temperaturas (10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C e 40 °C) e quatro lotes de sementes de *M. urundeuva* (2010, 2011, 2012 e 2013). A partir dos dados de taxa de germinação de cada temperatura, foram estimadas as temperaturas base, ótima e teto, assim como os tempos sub e supraótimo para a germinação. Os limites térmicos para a germinação das sementes variaram de 7,4 °C a 53,3°C. Os lotes de *M. urundeuva* apresentaram temperatura ótima variando entre 26,6 °C a 34,7°C. Conclui-se que sementes de *M. urundeuva* possuem uma ampla tolerância térmica.

Palavras-chave: Caatinga, aroeira-do-sertão, estresse térmico.

Introdução

O Bioma Caatinga, característico do Semiárido, possui um ecossistema de flora diversificado, adaptado a condições climáticas extremas. A degradação des-

¹Engenheira-agrônoma, doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais – Uefs, bolsista Capes, Feira de Santana, BA.

²Biólogo, doutorando em Recursos Genéticos Vegetais – Uefs, bolsista Capes, Feira de Santana, PE.

³Bióloga, D.Sc. em Ciências Agrárias, professora da UEFS, Feira de Santana, BA.

⁴Bióloga, mestranda em Horticultura Irrigada – Uneb, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, barbara.dantas@embrapa.br.

se bioma é decorrente da exploração não sustentável (Siqueira Filho, 2012), com forte impacto nas espécies nativas da Caatinga.

M. urundeuva, conhecida como aroeira, aroeira-do-sertão ou urundeuva, é uma das espécies nativas do Bioma Caatinga de reconhecido valor econômico pelo fornecimento de madeira para utilização na indústria civil (Andrade et al., 2000). Além disso, a presença de compostos fitoquímicos em sua casca, indica o potencial medicinal da espécie (Lorenzi; Matos, 2002).

As suas sementes são dispersas durante o período de seca, as quais permanecem nos bancos de sementes até encontrarem condições ideais para a germinação (Nunes et al., 2008). Durante esse período, entre a dispersão e a germinação, as condições de restrição hídrica, salinidade do solo e altas temperaturas limitam as chances de ocorrer a germinação das sementes (Dantas, et al., 2011).

Os efeitos de fatores ambientais sobre a germinação de sementes vêm sendo estudados com a finalidade de identificar espécies tolerantes a essas condições. As espécies que possuem a capacidade de germinar sob ampla variedade de condições adversas garantem sua sobrevivência e regeneração (Ceccon et al., 2006).

Variações extremas de temperaturas podem influenciar os processos fisiológicos e bioquímicos nas sementes. A germinação, por ser um processo que envolve uma série de reações bioquímicas, é bastante afetada pela temperatura (Nonogaki et al., 2010). Além disso, a qualidade fisiológica da semente é determinada sobre o seu vigor e as diferenças entre os lotes é identificada pelo maior potencial para sobreviverem e gerarem boa produtividade em condições de campo (Marcos Filho, 2005).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da temperatura na germinação de diferentes lotes de *M. urundeuva*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Embrapa Semiárido, localizado na cidade de Petrolina, PE. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições de 50 sementes cada. Utilizou-se o esquema fatorial 7x4, com sete temperaturas constantes (10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C e 40 °C) e quatro lotes de sementes de *M. urundeuva* colhidos em matrizes localizadas em Lagoa Grande, PE (W 40°11'02.2" S 8°34'13.1") durante os anos de 2010, 2011, 2012 e 2013.

As sementes foram semeadas em caixas acrílicas (11 x 11 x 3,5 cm) contendo como substrato duas folhas de papel mata-borrão umedecido com água

destilada em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco (Brasil, 2009). Em seguida, as sementes foram mantidas em câmara do tipo BOD com 12 horas diárias de fotoperíodo. A contagem de emissão de radícula (1 mm de raiz primária visível) foi realizada diariamente durante 14 dias.

A taxa de germinação (TG) foi calculada pelo inverso do tempo necessário para atingir 50% (Covell et al., 1986). A partir da TG de cada temperatura, análises de regressão linear foram realizadas para calcular a interceptação no eixo x nas faixas de temperaturas sub- e supraótimas, gerando estimativas da temperatura base (T_b) e da temperatura teto (T_t) para a germinação, abaixo e acima das quais, respectivamente, TG é igual a zero (Covell et al., 1986). A interceptação entre as duas linhas de regressão linear nas temperaturas sub e supraótimas foi utilizada para estimar a temperatura ótima (T_o) (Hardegree, 2006).

O tempo térmico da população que germinou em temperaturas subótimas (θT_{sub}) e da população que germinou em temperaturas supraótimas (θT_{supra}) foram calculados usando as equações abaixo:

$$\theta T_{sub} = (T - T_b) t \text{ (equação 1)}$$

$$\theta T_{supra} = (T_t - T) t \text{ (equação 2)}$$

Em que T é temperatura de germinação, T_b é temperatura base, T_t é temperatura teto e t é o tempo desde o início da embebição (Covell et al., 1986).

Resultados e Discussão

Verificou-se que a T_b variou de 7,4 °C a 10,3 °C e a T_t variou de 44,7 °C a 50,7 °C para os quatro lotes estudados (Tabela 1). A habilidade de germinar em temperaturas inferiores à mínima registrada na Caatinga deve-se ao fato de *M. urundeuva* ser adaptada também em ambientes com temperaturas mais amenas. A T_t mostra-se inferior à temperatura máxima dos solos da Caatinga e, desta forma, a germinação pode ser inibida. Estudos sobre sementes de espécies nativas da Caatinga mostram que as sementes são tolerantes a altas temperaturas e secas (Oliveira et al., 2012), mas não determinaram os limites térmicos.

Tabela 1. Limites e requerimentos térmicos de sementes de *Myracrodruon urundeuva* coletadas em 2010, 2011, 2012, 2013, submetidas a diferentes temperaturas.

| Lotes | T_b (°C) | T_o (°C) | T_t (°C) | θT_{sub} (°C d ⁻¹) | θT_{supra} (°C d ⁻¹) |
|-------|------------|------------|------------|--|--|
| 2010 | 7,4 | 26,6 | 50,7 | 847 | 1068 |
| 2011 | 10,3 | 26,6 | 53,3 | 819 | 1347 |
| 2012 | 9,5 | 31,0 | 49,4 | 884 | 1030 |
| 2013 | 8,7 | 34,7 | 44,7 | 833 | 321 |

T_b e T_t correspondem às temperaturas base e teto, respectivamente; T_o corresponde à temperatura ótima; θT_{sub} e θT_{supra} correspondem ao tempo térmico da faixa de temperaturas subótimas e supraótimas, respectivamente.

O lote de sementes de *M. urundeuva* de 2010 apresentou maior amplitude térmica (7,4-50,7 °C) que os demais. Os lotes colhidos nos anos de 2011 e 2013 apresentaram a T_t inferior a 50 °C. Nos lotes colhidos em 2010 e 2011 esses valores foram de 50,7 °C e 53,3 °C, respectivamente. Esses dados indicam que lotes de diferentes safras podem ter diferentes respostas às condições ambientais durante a germinação. Essas diferentes tolerâncias podem ser atribuídas ao vigor das sementes ocasionado pelos diferentes índices pluviométricos durante os estágios de maturação dos frutos.

A quantidade de graus-dia necessária para a germinação em uma faixa de temperatura subótima (θT_{sub}) tendeu a permanecer constante para os lotes de *M. urundeuva* estudados e para a faixa de temperatura supraótima (θT_{supra}) observou-se que o lote de 2013 necessitou de menos graus-dia para completar a germinação (Tabela 1).

Sementes de *M. urundeuva* mostraram alta plasticidade em uma faixa de temperatura. Esse fenômeno foi observado também em outras espécies características do Bioma Caatinga, como a *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (Matias et al., 2014) e *Dalbergia cearensis* Ducke (Nogueira et al., 2014). Neste contexto, o estudo de potenciais adaptações é útil para assegurar a perpetuação em diferentes locais a fim de garantir a restauração ecológica. A manutenção do potencial evolutivo das espécies frente às mudanças climáticas e aos impactos das atividades antrópicas no ambiente auxiliam na conservação da biodiversidade (Chazdon, 2008).

Conclusões

Sementes de *M. urundeuva* possuem uma ampla tolerância térmica, porém, há uma diferença entre os lotes devido à qualidade fisiológica das sementes.

Os limites térmicos subsidiarão trabalhos de conservação da espécie em cenários futuros de aumento de temperatura.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) – Código de Financiamento 171 15/2014; CNPq – REF423143/2016-6 e Embrapa.

Referências

ANDRADE, M. W.; LUZ, J. M. Q.; LACERDA, A. S.; MELO, P. R. A. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 174-180, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília, DF: MAPA: SDA, 2009. 395 p.

CECCON, E.; HUANTE, P.; RINCON, E. Abiotic factors influencing tropical dry forests regeneration. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 2, p. 305-312, 2006.

CHAZDON, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v. 320, n. 5882, p. 1458-1460, 2008.

COVELL, S.; ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H.; SUMMERFIELD, R. J. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes I. A comparison of chickpea, lentil, soyabean and cowpea at constant temperatures. **Journal of Experimental Botany**, v. 37, p. 705-715, 1986.

DANTAS, C. V. S.; SILVA, I. B.; PEREIRA, G. M.; MAIA, J. M.; LIMA, J. P. M. S.; MACEDO, C. E. C. Influência da sanidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222011000300020>. Acesso em: 21 ago. 2018.

HARDEGREE, S. P. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal-temperature models and subpopulation-specific regression. **Annals of Botany**, v. 97, p. 1115-1125, 2006.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; OLIVEIRA, G. M.; AFFONSO, I. B.; SILVA, T. B.; COSTA, D. C. C.; BISPO, J. S.; MENDES, R. B.; DANTAS, B. F. Temperatura limitante à germinação de sementes de catingueira-verdadeira. **Informativo ABRATES**, DF, v. 24, n. 3, p. 87, dez. 2014.

NOGUEIRA, F. C. B.; GALLÃO, M. I.; BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S. Efeito da temperatura e luz na germinação de sementes de *Dalbergia cearensis* Ducke. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 4, p. 997-1007, 2014.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination-still a mystery. **Plant Science**, v. 179, p. 574-581, 2010.

NUNES, Y. R. F.; FAGUNDES, M.; ALMEIDA, H. S.; VELOSO, M. D. M. Aspectos ecológicos da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO- Anacardiaceae): fenologia e germinação de sementes. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 233-243, 2008.

OLIVEIRA, G.; ARAÚJO, M. B.; RANGEL, T. F.; ALAGADOR, D.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Conserving the Brazilian semiarid (Caatinga) biome under climate change. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, p. 2913-2926, 2012.

SIQUEIRA FILHO, J. A. de (Org.). **Flora das Caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson; Petrolina: Univasf, 2012. 552 p.

Impacto da mudança do uso da terra sobre a densidade do solo em Argissolo no Semiárido

Mônica da Silva Santana¹; Eunice Maia de Andrade²; Vanderlise Giongo³; Alessandra Monteiro Salviano⁴; Tony Jarbas Ferreira Cunha⁵

Resumo

A densidade do solo exerce funções-chaves e afeta diretamente a aeração, infiltração e capacidade de retenção de água no solo, bem como o desenvolvimento das plantas. A densidade é influenciada pela granulometria do solo, concentração de matéria orgânica, uso da terra e manejo, que afetam a compactação dos solos. Com este estudo, objetivou-se avaliar a densidade do solo em dez diferentes usos da terra (Caatinga preservada, Caatinga degradada, capim-buffel, palma, gliricídia, leucena, feijão, milho, videira e mangueira) no Semiárido brasileiro. As amostras de solo foram coletadas em trincheiras com dimensão 1 m x 1 m, nas profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm e 80-100 cm. Em todas as camadas, foram coletadas três amostras indeformadas para determinar a densidade do solo pelo método do anel volumétrico. Gliricídia e feijão apresentaram os maiores valores de densidade na camada superior. Capim-buffel, palma e videira apresentaram maiores densidades na camada 10-15 cm. A partir dos 15 cm os usos Caatinga degradada e capim-buffel seguiram apresentando maiores densidades até a camada 100 cm. A mudança no uso da terra altera a densidade do solo. Os usos Caatinga degradada e capim-buffel aumentaram a densidade do solo, em relação à Caatinga preservada (CP). A mangueira diminuiu a densidade quando comparada à CP.

Palavras-chave: agricultura irrigada, Caatinga, dependente de chuva, pecuária.

¹Bióloga, doutoranda em Ecologia e Recursos Naturais – UFC, bolsista Capes, Fortaleza, CE.

²Engenheira-agrônoma, PhD. em Recursos Naturais, professora da UFC, bolsista CNPq PQ A1, Fortaleza, CE.

³Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, vanderlise.giongo@embrapa.br.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Introdução

O solo possui grande importância ecológica, econômica e social. A interação das suas características físicas, químicas e biológicas garantem seu adequado funcionamento (Bender et al., 2016). O estudo da física do solo permite compreender qual o uso e manejo mais apropriados para as áreas agrícolas, auxiliando no planejamento, preparo e conservação do solo (Reinert; Reichert, 2006).

Dentre os parâmetros físicos, a densidade do solo (DS) indica a quantidade de massa seca de solo por unidade de volume. A DS influencia a qualidade dos solos por afetar diretamente porosidade, aeração, infiltração, capacidade de retenção de água do solo, germinação de plantas e crescimento das raízes (Mora; Lázaro, 2014).

Em uma mesma classe de solo, a densidade pode aumentar em profundidade pelo adensamento das partículas ocasionado pelos processos de eluviação de argila e pressão exercida pelas camadas superiores. Quanto maior a densidade do solo, mais elevada é a compactação e menor a porosidade, ocorrendo modificação na estrutura do mesmo, com conseqüente restrição ao desenvolvimento das plantas e do sistema radicular (Pacheco et al., 2015). Além disso, influencia as características químicas e biológicas do solo, como a retenção de nutrientes e a manutenção da biodiversidade do mesmo (Portilho et al., 2011; Silva; Lima, 2013).

De forma natural, a densidade do solo é influenciada pela sua granulometria e acúmulo de matéria orgânica. Contudo, as práticas antrópicas podem afetá-la em função das técnicas de manejo adotadas, as quais podem aumentar o grau de compactação dos solos (Reinert et al., 2008; Shete et al., 2016).

Com a mudança do uso da terra, a densidade natural do solo pode ser modificada pelo pisoteio de animais, em usos destinados à alimentação animal, ou pela utilização de máquinas agrícolas em áreas de cultivo agrícola.

Com este estudo, objetivou-se avaliar se a mudança do uso da terra, pela instalação da agricultura irrigada, dependente de chuva e pecuária, alteram a densidade do solo em relação às áreas nativas no Semiárido brasileiro.

Material e Métodos

Foram realizadas coletas em dez áreas com diferentes usos da terra, distribuídas nas Estações experimentais da Caatinga e Bebedouro, pertencentes à Embrapa Semiárido em Petrolina, PE. O solo das áreas é classificado como ARGISSOLO Vermelho-Amarelo plíntico, textura média/argilosa, relevo plano. Segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima

do tipo BSw^h, semiárido quente com temperaturas médias do mês mais frio superior a 18 °C. A temperatura média do ar de 26,5 °C, umidade relativa do ar de 66%, precipitação média anual da região de 541 mm e evaporação do tanque classe A é equivalente a 2.500 mm ano⁻¹ (Azevedo et al., 2003).

Os usos com diferentes idades amostrados no campo experimental da Caatinga foram: Caatinga nativa preservada [CP], sempre preservada; Caatinga degradada [CD], área de Caatinga pastejada a partir de 1983; capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) [CB], instalado em 1977; palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* L.) P. Mill.) [PA], cujo plantio foi realizado em 1996; gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) [GL], cultivada desde 2000 e leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) [LE], instalada em 1993. No campo experimental de Bebedouro foram: feijão (*Phaseolus* spp.) [FE], cultivado em área mantida com culturas anuais sucessivas desde 2000; milho (*Zea mays* L.) [MI], cultivado em área de culturas anuais desde 1998; videira (*Vitis vinifera* L.) [VI] instalada no ano de 2000 e mangueira (*Mangifera indica* L.) [MA], cujo plantio em 2002. Em cada uso da terra, foram abertas quatro trincheiras (repetições) com distância mínima de 10 m.

As amostras indeformadas de solo foram coletadas em trincheiras com dimensão 1 m x 1 m (largura x comprimento), nas profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm e 80-100 cm.

Em cada trincheira, em todas as camadas, foram coletadas três amostras indeformadas para determinar a densidade do solo pelo método do anel volumétrico (Donagema et al., 2011). As amostras foram levadas para o Laboratório de Solos, pertencente à Embrapa Semiárido, secas em estufa a 105 °C por 48 horas e pesadas para a determinação da massa seca. A densidade foi determinada pela expressão: $D_s = m/v$; onde: D_s (g cm³) = densidade do solo, m = massa seca da amostra (g), v = volume do cilindro (cm³) usado na coleta.

Na análise estatística, a normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro Wilk a 5% de significância. A comparação da densidade do solo entre os usos foi realizada pelo teste de Tukey utilizando-se o programa R versão 3.4.0.

Resultados e Discussão

Em praticamente todas as profundidades, a mudança do uso da terra afetou a densidade do solo (Tabela 1). Na camada superior (0-5 cm), gliricídia e feijão apresentaram os maiores valores de densidade, enquanto os menores valores foram observados na área de Caatinga preservada, milho e mangueira. Maior densidade indica compactação, maior adensamento das partículas do solo e pode dificultar o desenvolvimento das plantas (Hamza; Anderson, 2005).

Tabela 1. Densidade do solo em diferentes usos da terra em Argissolo Vermelho-Amarelo, em Petrolina, PE.

| Camada cm | CP | CD | CB | PA | GL | LE | FE | MI | VI | MA |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | g cm ³ | | | | | | | | | |
| 0-5 | 1,37b | 1,47ab | 1,43ab | 1,48ab | 1,61a | 1,43ab | 1,63a | 1,40b | 1,48ab | 1,34b |
| 5-10 | 1,52 ^{ns} | 1,57 ^{ns} | 1,59 ^{ns} | 1,58 ^{ns} | 1,46 ^{ns} | 1,60 ^{ns} | 1,59 ^{ns} | 1,44 ^{ns} | 1,55 ^{ns} | 1,34 ^{ns} |
| 10-15 | 1,52b | 1,61ab | 1,68a | 1,67a | 1,54ab | 1,41b | 1,64ab | 1,50b | 1,67a | 1,39c |
| 15-20 | 1,59b | 1,79a | 1,72a | 1,70ab | 1,61ab | 1,48b | 1,76a | 1,57b | 1,70ab | 1,42c |
| 20-30 | 1,60b | 1,78a | 1,71ab | 1,71ab | 1,55b | 1,54b | 1,77a | 1,58b | 1,65b | 1,41c |
| 30-40 | 1,68b | 1,79a | 1,76a | 1,77a | 1,68b | 1,61b | 1,77a | 1,58c | 1,73ab | 1,50c |
| 40-60 | 1,72ab | 1,78a | 1,76a | 1,72ab | 1,75a | 1,63b | 1,85a | 1,55b | 1,78a | 1,46c |
| 60-80 | 1,69ab | 1,79a | 1,73a | 1,88a | 1,72a | 1,64b | 1,64b | 1,58b | 1,67b | 1,25c |
| 80-100 | 1,69b | 1,77a | 1,84a | 1,82a | 1,68b | 1,72a | 1,61b | 1,56b | 1,67b | 1,29c |

*Médias comparadas pelo teste de Tukey, p<0,05. Letras comparam os usos dentro de uma mesma profundidade, ns - não significativo. CP - Caatinga preservada, CD - Caatinga degradada; CB – Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.); PA – Palma (*Opuntia ficus-indica*) L.) P. Mill.); GL – Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.); LE – Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.); FE – Feijão (*Phaseolus* spp.); MI – Milho (*Zea mays* L.); VI – Videira (*Vitis vinifera* L.) e MA – Manga (*Mangifera indica* L.).

Os usos da terra não afetaram a densidade do solo na camada 5-10 cm. Os usos capim-buffel, palma e videira apresentaram maiores densidades na camada 10-15 cm. A partir dos 15 cm, Caatinga degradada e capim-buffel seguiram apresentando maiores densidades até a camada 100 cm. O feijão apresentou maior densidade entre 15 cm a 60 cm de profundidade, o que pode ser explicado pela intensa movimentação de máquinas agrícolas em culturas de ciclo curto que podem compactar os solos (Hamza; Anderson, 2005). Leucena e milho, por apresentarem sistemas radiculares profundos, tiveram valores de densidade semelhantes ao encontrado na Caatinga preservada.

Palma, capim-buffel e Caatinga degradada apresentaram as maiores densidade nas últimas camadas analisadas (60 cm a 100 cm). Em maiores profundidades, o manejo do solo pouco influencia a densidade do mesmo, assim, o que pode explicar o aumento de densidade nesses usos são as condições locais do solo.

A videira seguiu apresentando densidades semelhantes às da Caatinga preservada, com exceção da camada 10-15 cm. Em todas as profundidades, os menores valores de densidade foram encontrados na área com mangueira, pois, por haver uma única colheita durante o ano, o tráfego de máquinas agrícolas é reduzido, diminuindo assim a compactação do solo.

O aumento da densidade ao longo do perfil dos Argissolos é esperado devido à maior presença de argila formando o horizonte B textural típico dessa classe de solo (Cunha et al., 2010). Densidades entre $1,30 \text{ g cm}^{-3}$ a $1,50 \text{ g cm}^{-3}$ são considerados bons indicadores de permeabilidade dos solos. Densidades acima de $1,85 \text{ g cm}^{-3}$ podem limitar o desenvolvimento das raízes e o crescimento das plantas (Reinert et al., 2008).

Hamza e Anderson (2005) sugerem que para diminuir a compactação causada pelo aumento da densidade sem prejudicar a produtividade das culturas, deve-se diminuir o tráfego de máquinas agrícolas, reduzir a intensidade de pastoreio, aumentar o conteúdo de matéria orgânica com a deposição de resíduos das culturas, realizar rotação de culturas com plantas de sistema radicular profundo, dentre outras ações.

Com a mudança do uso da terra, a densidade aumentou nos usos com maior movimentação de máquinas agrícolas (i. e. feijão) e pisoteio de animais (i. e. Caatinga degradada e capim-buffel). Devem-se buscar estratégias que mantenham os valores ideais de densidade do solo para o pleno desenvolvimento das culturas.

Conclusão

A mudança no uso da terra altera a densidade do solo. Os usos Caatinga degradada e capim-buffel promoveram aumento da densidade do solo quando comparados à Caatinga preservada. A mangueira alterou os valores, apresentando valores de densidade do solo inferiores aos da caatinga preservada a partir dos 10 cm de profundidade.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes), pela bolsa de estudos - Código de Financiamento 001. À Embrapa, pela estrutura e apoio à pesquisa.

Referências

- AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B. da; SILVA, V. P. R. da. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 58, n. 3, p. 241-254, 2003.
- BENDER, S. F.; WAGG, C.; HEIJDEN, M. G. A. V. D. An underground revolution: biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 31, n. 6, p. 440-452, 2016.
- CUNHA, T. J. F.; GIONGO, V.; SILVA, D. J.; MENDES, A. M. S.; MELO, R. F. de; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, M. S. L.; ALVAREZ, I. A. Principais solos do Semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Cap. 2, p. 50-87.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. DE; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.
- HAMZA, M. A.; ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. **Soil and Tillage Research**, v. 82, n. 2, p. 121-145, 2005.
- MORA, J. L.; LÁZARO, R. Seasonal changes in bulk density under semiarid patchy vegetation: the soil beats. **Geoderma**, v. 235/236, p. 30-38, 2014.
- PACHECO, L. P.; SÃO MIGUEL, A. S. D. C.; BONFIM-SILVA, E. M.; SOUZA, E. D.; SILVA, F. D. Influência da densidade do solo em atributos da parte aérea e sistema radicular de crotalária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 464-472, 2015.

PORTILHO, I. I. R.; CREPALDI, R. A.; BORGES, C. D.; SILVA, R. F.; SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1310-1320, 2011.

REINERT D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M.; AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 1805-1816, 2008.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. 2006. Disponível em <https://www.agro.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto__.pdf> Acesso em: 21 set. 2018.

SHETE, M.; RUTTEN, M.; SCHONEVELD, G. C.; ZEWUDE, E. Land-use changes by large-scale plantations and their effects on soil organic carbon, micronutrients and bulk density: empirical evidence from Ethiopia. **Agriculture and Human Values**, v. 33, p. 689-704, 2016.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S. Relação espacial entre o estoque de nutrientes e a densidade de solo cultivado com cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 377-384, 2013.

Análise da dinâmica hídrica da Caatinga utilizando dados de sensoriamento remoto multispectral

Cloves Vilas Boas dos Santos¹; Magna Soelma Bessa de Moura²; Josiclêda Domiciano Galvêncio³; Hérica Fernanda de Souza Carvalho⁴; Marcelo José da Silva⁵

Resumo

O sensoriamento remoto vem sendo cada vez mais utilizado nos estudos ambientais, justamente por permitir a análise da superfície sem o contato com os alvos existentes. Este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica hídrica da vegetação por meio de dados multiespectrais. O estudo foi realizado em área de Caatinga no município de Petrolina, PE. Foram gerados os índices espectrais NDVI e GVMÍ em dez cenas do sensor OLI, com datas que representam os períodos chuvoso e seco nos anos de 2016 e 2017. Dados de precipitação foram utilizados a fim de compreender a relação entre os índices e a precipitação. Os dois índices espectrais apresentaram comportamento semelhante entre si, porém, com intensidades diferentes, apresentando valores mais críticos nos meses de outubro de cada ano, sendo este, um dos meses mais secos na região. A relação entre os índices e a precipitação foi linear e permitiu analisar a sazonalidade da Caatinga ao longo do período.

Palavras-chave: índices de vegetação, Landsat, status hídrico.

¹Geógrafo, doutorando em Desenvolvimento e Meio — UFRPE, bolsista Facepe, Recife, PE.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Recursos Naturais, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, magna.moura@embrapa.br.

³Matemática, D.Sc. em Recursos Naturais, docente da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, PE.

⁴Engenheira-agrônoma, M.Sc. em Engenharia Agrícola, bolsista DTI-B, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheiro-agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola — Univasf, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

Introdução

Há grande interesse no desenvolvimento de tecnologias mais eficazes para o monitoramento dos recursos naturais, com destaque para o sensoriamento remoto associado ao processamento digital de imagens. Estas ferramentas vêm sendo uma alternativa que permite a análise do ambiente utilizando índices espectrais, que segundo Duft et al. (2018), são muito importantes na caracterização dos alvos na superfície.

Análises espaciais utilizando índices espectrais são muito importantes pois possibilitam a obtenção de informações sobre a dinâmica das condições biofísicas da vegetação e, e no caso da Caatinga, tem-se dado especial atenção ao comportamento hídrico, pelo fato deste bioma apresentar longos períodos de escassez hídrica. Pesquisas voltadas para a dinâmica da vegetação por sensoriamento remoto foram realizadas por Zanzarini et al. (2013), Lima Júnior et al. (2014), Miranda et al. (2017) e Duft et al. (2018).

É importante que estudos com sensoriamento remoto se estendam a todas as regiões, principalmente no Bioma Caatinga, onde existe pouco monitoramento da vegetação. O regime pluviométrico da Caatinga é muito irregular, e isso repercute na produção de biomassa (Lima Júnior et al., 2014), que depende das condições hídricas.

Com este trabalho, objetivou-se analisar a eficiência dos dados de imagens multiespectrais no monitoramento da dinâmica hídrica na vegetação da Caatinga.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em uma área de Caatinga (09°02'47 S; 40°19'16 W), situada na Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Segundo Souza et al. (2015), a temperatura média anual da região é de 26 °C, com precipitação anual entorno de 510 mm.

Foram utilizadas dez imagens do sensor OLI (Landsat-8) representativas dos períodos chuvosos e secos para os anos de 2016 e 2017. A amostra das áreas estudadas foi delimitada por meio de um GPS em campo.

Na etapa de processamento digital das imagens foi realizada a conversão dos números digitais para radiância e a correção atmosférica. Posteriormente, foram determinados o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)

proposto por Rouse et al. (1974) e o índice global de umidade da vegetação (GVMI) proposto por Ceccato et al. (2002), que são índices relacionados ao status hídrico de áreas vegetadas.

Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica para o período de 1° de janeiro de 2016 a 31 de dezembro de 2017, obtidos na Estação Agrometeorológica da Caatinga.

Os dados de chuva acumulada dos dias anteriores e os índices espectrais foram analisados por meio de regressão linear e correlação de Pearson (r).

Resultados e Discussão

Na Figura 1 é apresentada a precipitação mensal de 2016 e 2017. Foram registrados valores abaixo de 15 mm na maioria dos meses. Para esse período, 68% da precipitação foi concentrada nos meses de janeiro a março, para ambos os anos. De forma extraordinária, o mês de janeiro de 2016 registrou-se 237 mm, que equivale a 45% do total de chuvas nos 2 anos, um quantitativo acima da média prevista de acordo com a climatologia apresentada por Oliveira et al. (2006).

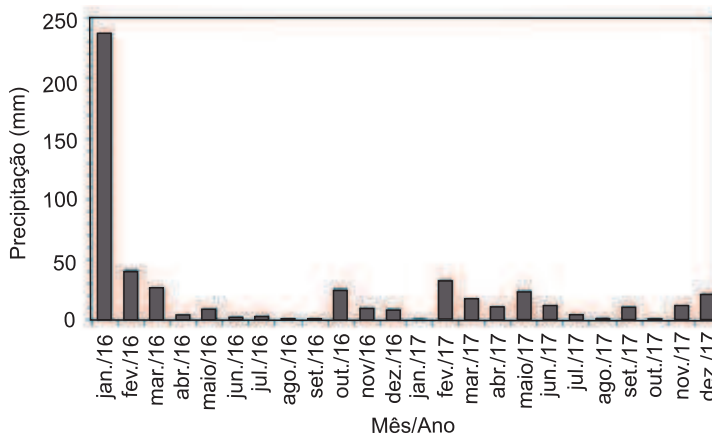


Figura 1. Precipitação mensal nos anos de 2016 e 2017 na área de estudo, obtida na Estação Agrometeorológica da Caatinga, Petrolina, PE.

Na Figura 2 é apresentado o comportamento dos índices espectrais (NDVI e GVMI) ao longo do período, indicando alta atividade fotossintética da vegetação nos períodos chuvosos, com destaque para o início de 2016. Ressalta-se que ambos os índices são indicativos de áreas verdes. Observou-se, ainda, tendência de decréscimo nos valores dos índices entre o início de 2016 e final de 2017, ou seja, desde os períodos mais chuvosos até os mais secos.

Os valores críticos (mínimos) do NDVI e GVMI ocorreram em outubro de 2016, quando o último registro de chuva (30 mm) tinha ocorrido há mais de 20 dias de antecedência da data do imageamento; e em outubro de 2017, quando foram registrados menos de 30 mm de chuva aos 9 dias que antecederam a data de imageamento.

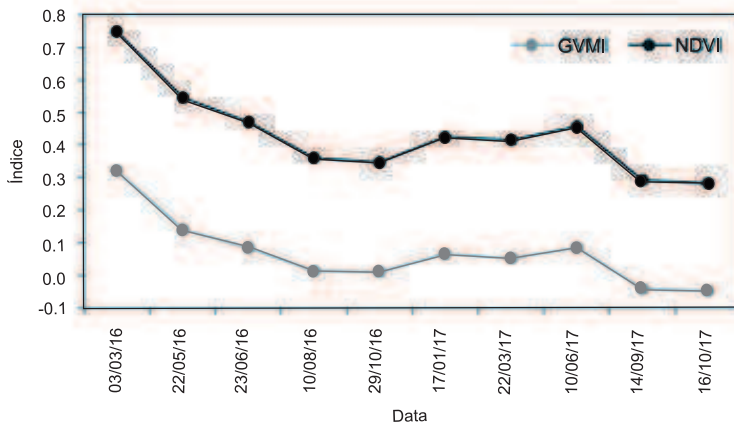


Figura 2. Índice global de umidade da vegetação (GVMI) e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para a Caatinga, Petrolina, PE.

Verificou-se correlação fraca positiva entre os índices espectrais e a precipitação acumulada nos 15 ou 30 dias antecedentes ao imageamento (Tabela 1), resultado que discordou dos relatados por Santos et al. (2017), que para a mesma área de Caatinga encontrou no período de 2013 a 2016, correlação ($r = 0,66$) moderada positiva utilizando NDVI; porém, os resultados deste estudo corroboram com os apresentados por Duft et al. (2018), que estudaram área de agricultura e verificaram correlações significativas utilizando o GVMI para o monitoramento de secas.

Tabela 1. Coeficiente de correlação de Pearson para o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e o índice global de umidade da vegetação (GVMI) em relação à precipitação acumulada. Petrolina, PE.

| Precipitação acumulada | Correlação de Pearson (r) | |
|------------------------|-----------------------------|------|
| | GVMI | NDVI |
| 15 dias | 0,40 | 0,39 |
| 30 dias | 0,38 | 0,35 |

Conclusão

Os índices espectrais permitem a análise da dinâmica hídrica da vegetação de Caatinga, representando bem os períodos e chuvosos e secos, e apresentando grande potencial como parâmetro para monitoramento do status hídrico da vegetação de Caatinga.

Agradecimentos

À Embrapa Semiárido, pela infraestrutura concedida, e à Facepe, pela concessão bolsa de doutorado do primeiro autor e pelo apoio financeiro ao Projeto Caatinga-FLUX Fase 2 (Processo APQ 0062-1.07/15).

Referências

CECCATO, P.; GOBRON, N.; FLASSE, S.; PINTY, B.; TARANTOLA, S. Designing a spectral index to estimate vegetation water content from remote sensing data: Part 1 Theoretical approach, **Remote Sensing of Environment**, v. 82, p. 188-197, 2002.

DUFT, D. G.; PICOLI, M. C. A. Uso de imagens do sensor MODIS para identificação da seca na cana-de-açúcar através de índices de vegetação, **Revista Scientia Agrária**, v. 19, p. 52-63, 2018.

LIMA JÚNIOR, C.; ACCIOLY, L. J. O.; GIONGO, V.; LIMA, R. L. F. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S.C. Estimativa de biomassa lenhosa da Caatinga com uso de equações alométricas e índice de vegetação. **Scientia Forestalis**, v. 42, p. 289-298, 2014.

MIRANDA, R. D. Q.; GALVÍNCIO, J. D.; MOURA, M. S. B. de; JONES, C. A.; SRINIVASAN, R. Reliability of MODIS evapotranspiration products for heterogeneous dry forest: a study case of Caatinga. **Advances in Meteorology**, v. 2017, p. 1-14, 2017.

OLIVEIRA, M. B. L.; SANTOS, A. J. B.; MANZI, A. O.; ALVALÁ, R. C. S.; CORREIA, M. F.; MOURA, M. S. B. Trocas de energia e fluxo de carbono entre a vegetação de Caatinga e atmosfera no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, p. 166-174, 2006.

ROUSE, J. W.; HASS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with Ert's. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington. **Proceedings**. Washington: NASA, 1974. p. 309317.

SANTOS, C. V. B.; BAPTISTA, G. M. M.; MOURA, M. S. B. Seasonality of Vegetation Indices in different land uses in the São Francisco Valley. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, Recife, v. 7, p. 158-167, 2017.

SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B. de; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. Balanço de energia e controle biofísico da evapotranspiração na Caatinga em condições de seca intensa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 8, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2015000800627&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 5 maio 2018.

ZANZARINI, F. V.; PISSARRA, T. C.; BRANDÃO, F. J.; TEIXEIRA, D. D. Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 608-614, 2013.

Sistemas Agrícolas Dependentes de Chuva

Efeito de biocarvões sobre atributos químicos de um Argissolo em Petrolina, PE

Juliana Ribeiro Costa Pereira¹; Diana Signor²; Magnus Dall Igna Deon³

Resumo

O biocarvão é uma forma estável de carbono que melhora diversos atributos do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do biocarvão produzido a partir de matérias-primas regionais, sobre atributos químicos em Argissolo Amarelo. Foram avaliados três tipos de biocarvão, em cinco doses de biocarvão e dois tempos de avaliação, em delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os biocarvões foram produzidos a partir de resíduos de poda de mangueira (*Mangifera indica* L.) e de processamento de uva para suco e o terceiro material foi oriundo de doação do Ibama. Os biocarvões foram misturados ao solo nas doses de 0 Mg.ha⁻¹; 0,5 Mg.ha⁻¹; 1 Mg.ha⁻¹; 5 Mg.ha⁻¹; 10 Mg.ha⁻¹ e a mistura foi acondicionada em tubos de PVC (30 cm de altura e 10 cm de diâmetro), que foram enterrados a 20 cm de profundidade. O biocarvão não afetou a condutividade elétrica do solo. O tipo do biocarvão (a matéria-prima e composição química) apresentou efeito sobre o pH e o fósforo disponível no solo, além da dinâmica de C e N no solo. Com o aumento das doses de biocarvão, houve aumento do pH e de fósforo disponível no solo.

Palavras-chave: Caatinga, fertilidade do solo, matéria orgânica, pirólise.

Introdução

O biocarvão é um material sólido, rico em carbono, obtido a partir da carbonização de biomassa, com pouco ou nenhum oxigênio, por um processo denominado pirólise (Tan et al., 2015, 2016). No solo, pode aumentar a retenção de água, a capacidade de troca catiônica, a aeração, a disponibilidade de

¹Engenheira Agrícola e Ambiental, mestranda em Ciências Ambientais — UPE, bolsista Capes, Upe, Petrolina, PE.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, diana.signor@embrapa.br.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

nutrientes para as plantas, a fertilidade e o pH e diminuir a acidez e a toxidez por alumínio e por outros metais pesados, além de inativar moléculas de pesticidas (biorremediação) e diminuir a emissão de gases do efeito estufa (Pnuma, 2011; Ren et al., 2016).

O Brasil é um país essencialmente agrícola e gera uma quantidade elevada de resíduos que podem ser convertidos em biocarvão, trazendo benefícios ao meio ambiente e à agricultura. Nos solos do Semiárido brasileiro, cuja capacidade de retenção de água, de maneira geral, não é elevada, além de precipitação pluviométrica limitada, o uso de biocarvão pode ser viável, inclusive para os cultivos dependente de chuva.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do biocarvão produzido a partir de matérias-primas regionais sobre atributos químicos em um Argissolo Amarelo em Petrolina, PE.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Caatinga, da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Foram avaliados os efeitos de três tipos de biocarvão — resíduos de poda de mangueira (RPM), resíduos do processamento de uva para suco (RPU) e mata nativa, doado pelo Ibama — sobre atributos químicos de um Argissolo Amarelo que apresentava as seguintes características antes do experimento: pH = 5,01; matéria orgânica (C) = 4,07 g kg⁻¹; condutividade elétrica = 1,25 mS cm⁻¹; fósforo disponível (P) = 7,26 mg dm⁻³; potássio trocável (K⁺) = 0,31 cmol_c dm⁻³; cálcio trocável (Ca⁺²) = 1,55 cmol_c dm⁻³; magnésio trocável (Mg⁺²) = 2,45 cmol_c dm⁻³; sódio trocável (Na⁺) = 0,02 cmol_c dm⁻³; alumínio trocável (Al⁺³) = 0,00 cmol_c dm⁻³; hidrogênio + alumínio (H+Al) = 1,56 cmol_c dm⁻³; soma de bases (SB) = 4,33 cmol_c dm⁻³; capacidade de troca de cátions = 5,89 cmol_c dm⁻³; saturação por bases (V) = 73,41%.

Os biocarvões foram moídos e passados em peneira com abertura de 2 mm e, em seguida, misturados ao solo, nas respectivas doses: 0 Mg ha⁻¹; 0,5 Mg ha⁻¹; 1 Mg ha⁻¹; 5 Mg ha⁻¹; 10 Mg ha⁻¹. A mistura de solo e biocarvão foi acondicionada em tubos de cloreto de polivinil (PVC) com 30 cm de altura e 10 cm de diâmetro, com a base fechada com TNT (para evitar perdas de solo e permitir a drenagem durante as possíveis chuvas) e os tubos foram enterrados a 20 cm de profundidade.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial [3x5x2] (três tipos de biocarvão, cinco doses de biocarvão e dois tempos de avaliação) em delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições.

Aos 30 e aos 90 dias de incubação, solo+biocarvão de todos os tratamentos foram coletados e encaminhados para o Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais, da Embrapa Semiárido, para a determinação de pH, condutividade elétrica, teores totais de C e N (combustão seca) e fósforo disponível no solo (Teixeira et al., 2017).

Os dados obtidos foram analisados considerando-se os efeitos de tipos de biocarvão, doses de biocarvão e tempo de incubação. Os efeitos significativos de tipos de biocarvão e tempo de incubação foram analisados por teste de comparação de médias. Para as variáveis que foram influenciadas pela dose de biocarvão, realizou-se análise de regressão, com ajuste do modelo matemático mais adequado a cada caso. As análises foram realizadas no programa estatístico SAS University.

Resultados e Discussão

A condutividade elétrica do solo não foi influenciada pelas variáveis testadas (Tabela 1). Entretanto, houve efeito isolado do tipo de biocarvão sobre o pH e o teor de P disponível no solo, sendo os menores valores observados para o biocarvão de mata nativa (Tabela 2), demonstrando que a composição da matéria-prima afeta a qualidade do biocarvão e sugerindo que, visando à melhoria da fertilidade do solo, é inadequado utilizar o biocarvão de mata nativa da Caatinga.

Tabela 1. Análise de variância para efeitos de tipo de biocarvão, doses de biocarvão, tempo de incubação e interações sobre atributos químicos do solo.

| Fonte de variação | C.E. | pH | C | N | P |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Biocarvão (B) | 0.4171 ^{ns} | 0.0011* | 0.6054 ^{ns} | 0.6000 ^{ns} | <.0001** |
| Dose (D) | 0.4676 ^{ns} | <.0001** | <.0001** | 0.5599 ^{ns} | <.0001** |
| Tempo (T) | 0.6602 ^{ns} | 0.0018* | 0.0013* | <.0001** | <.0001** |
| D x B | 0.5945 ^{ns} | 0.0914 ^{ns} | 0.0002* | 0.3183 ^{ns} | 0.9395 ^{ns} |
| T x B | 0.9680 ^{ns} | 0.1525 ^{ns} | 0.3617 ^{ns} | 0.0378* | 0.2695 ^{ns} |
| D x T | 0.9818 ^{ns} | 0.0125* | 0.7340 ^{ns} | 0.7969 ^{ns} | 0.5184 ^{ns} |
| D x T x B | 0.9850 ^{ns} | 0.9709 ^{ns} | 0.4820 ^{ns} | 0.8565 ^{ns} | 0.7446 ^{ns} |

C.E.: condutividade elétrica; ns = não significativo; * significativo a 5%; ** significativo a 1%.

Tabela 2. Efeito de fontes de biocarvão sobre pH e teor de P disponível e efeito do tempo de incubação sobre o pH em Argissolo Amarelo.

| Biocarvão | pH | P disponível (mg dm ⁻³) |
|--------------------|-------|-------------------------------------|
| RPM | 5,3 a | 10,99 a |
| RPU | 5,3 a | 10,59 ab |
| Mata nativa | 5,1 b | 9,30 b |
| Tempo de incubação | pH | |
| 30 dias | 5,3 a | |
| 90 dias | 5,1 b | |

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Foram observados efeitos isolados do tempo de incubação e da dose de biocarvão sobre o pH do solo e da dose de biocarvão sobre o teor de P disponível no solo (Tabela 1, Figura 1). Tanto o pH quanto o teor de P disponível aumentaram linearmente com a dose de biocarvão (Figuras 1a e 1b). Segundo Yuan et al. (2011), a presença de grupos funcionais orgânicos (COOH e OH), carbonatos e metais alcalinos influenciam a alcalinidade do biocarvão e alteram o pH no solo. Brewer et al. (2011) e Van Zwieten et al. (2010), também observaram que o biocarvão aumentou o pH dos solos. A alteração do pH do solo ao longo do tempo (Tabela 2) sugere alterações químicas na estrutura do biocarvão à medida que este vai sendo decomposto no solo.

O efeito das doses de biocarvão sobre a disponibilidade de P no solo pode ser explicado pela solubilização do P presente na estrutura do biocarvão (Dari et al., 2016) e também pela sua elevada quantidade de microporos, habitat para micorrizas e bactérias, que aumentam a solubilização de P no solo (Fischer; Glaser, 2012).

A dose biocarvão também afetou os teores de C (Figura 1c) e N (Tabela 3) no solo. O teor de C no solo aumentou linearmente com a dose para os três biocarvões. A taxa de aumento foi maior para o biocarvão de mata nativa, intermediária para o biocarvão de RPU e menor para o biocarvão de RPM. O teor de N no solo diminuiu entre 30 e 90 dias após a aplicação dos biocarvões de mata nativa e de uva, demonstrando que os processos de imobilização e mineralização de N no solo são afetados pelo tipo de biocarvão. Neste caso, como não havia plantas para consumir o N, é muito provável que a redução do N no solo ao longo do tempo esteja relacionada a perdas gasosas desse elemento.

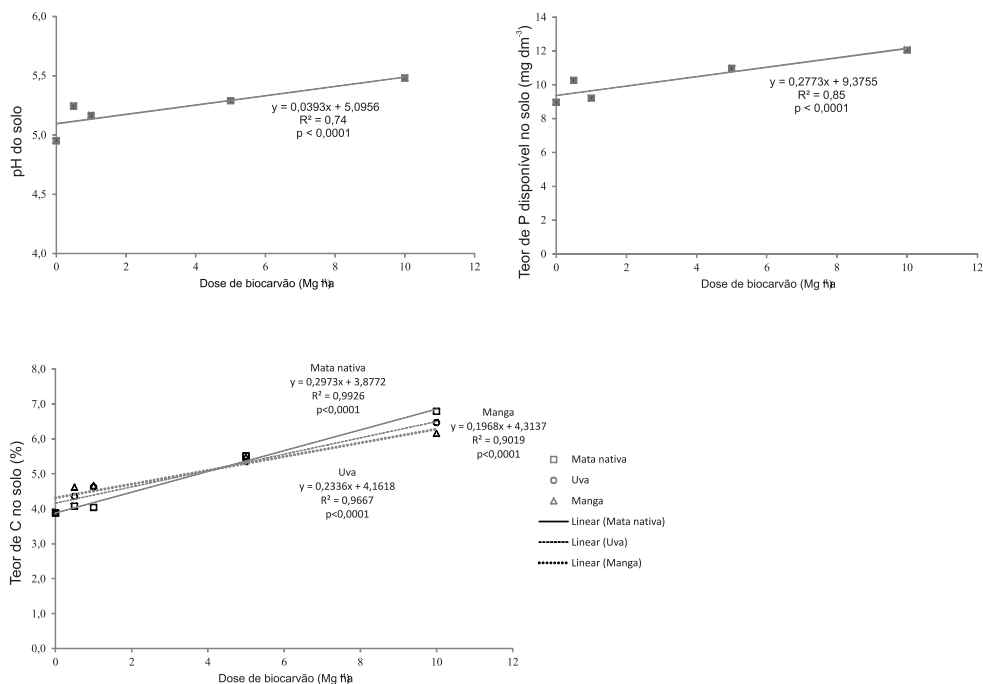


Figura 1. Efeitos de doses de biocarvão sobre pH (a) e teor de P disponível no solo (b) e efeitos de doses e tipos de biocarvão sobre o teor de C no solo (c).

Tabela 3. Efeito de tipo de biocarvão e tempo de incubação sobre teor de N no solo.

| Biocarvão | 30 dias | 90 dias |
|-------------|---------|---------|
| RPM | 0,36 Aa | 0,22 Aa |
| RPU | 0,36 Aa | 0,10 Ba |
| Mata Nativa | 0,43 Aa | 0,12 Ba |

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Letras maiúsculas comparam médias na horizontal e letras minúsculas comparam médias na vertical.

Conclusão

A curto prazo, o biocarvão não afeta a condutividade elétrica do solo no ambiente semiárido. O tipo de biomassa utilizada na produção do biocarvão influencia no pH, na disponibilidade de P e na dinâmica de C e N no solo.

Referências

- BREWER, C. E.; UNGER, R.; SCHMIDT-ROHR, K.; BROWN, R. C. Criteria to select biochars for field studies based on biochar chemical properties. **Bioenergy Research**, v. 4, n. 4, p. 312-323, 2011.
- DARI, B.; NAIR, V. D.; HARRIS, W. G.; NAIR, P. K. R.; SOLLENBERGER, L.; MYLAVARAPU, R. Geoderma Relative in fl uence of soil- vs . biochar properties on soil phosphorus retention. **Geoderma**, v. 280, p. 82-87, 2016.
- FISCHER, D.; GLASER, B. Synergisms between compost and biochar for sustainable soil amelioration. In: KUMAR, S.; BHARTI, A. (Ed.). **Management of organic waste**. [London: InTechOpen], 2012. p. 167-198.
- PNUMA. El suelo: un elemento olvidado. **Tunza**, v. 9, n. 2, p. 12-14, 2011. <http://apps.unep.org/redirect.php?file=/publications/pmtdocuments/-Tunza%20Vol%2092_%20Soil%20-%20the%20forgotten%20element-20111070-spanish.pdf>. Disponível em: 14 ago. 2018.
- REN, X.; ZHANG, P.; ZHAO, L.; SUN, H. Sorption and degradation of carbaryl in soils amended with biochars: influence of biochar type and content. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 3, p. 2724-2734, 2016.
- TAN, X.; LIU, Y.; ZENG, G.; WANG, X.; HU, X.; GU, Y.; YANG, Z. Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions. **Chemosphere**, v. 125, p. 70-85, 2015.
- TAN, X. F.; LIU, Y. G.; GU, Y. L.; XU, Y.; ZENG, G. M.; HU, X. J.; LIU, S. B.; WANG, X.; LIU, S. M.; LI, J. Biochar-based nano-composites for the decontamination of wastewater: A review. **Bioresource Technology**, v. 212, p. 318-333, 2016.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.
- VAN ZWIETN, L.; KIMBER, S.; MORRIS, S.; CHAN, K. Y.; DOWNIE, A.; RUST, J.; JOSEPH, S.; COWIE, A. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. **Plant and Soil**, v. 327, n. 1, p. 235-246, 2010.
- YUAN, J.; XU, R.; ZHANG, H. Bioresource technology the forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 3, p. 3488-3497, 2011.

Respostas ecofisiológicas de plantas de *Jatropha curcas* L. irrigadas com água salina

Pedro Paulo Bezerra Ferreira¹; Airton Ângelo Pereira do Nascimento²; Marcelo Francisco Pompelli³; José Maria Pinto⁴; Agnaldo Rodrigues de Melo Chaves⁵

Resumo

Com este trabalho objetivou-se estudar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre os parâmetros ecofisiológicos de plantas de *Jatropha curcas* L. com poda realizada em 438 dias após o transplântio. O experimento foi conduzido em área aberta com as plantas cultivadas em vasos de 200 L de capacidade de solo, utilizando-se um delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas. Na parcela principal foram considerados os três acessos de *J. curcas*: JCAL171; CNPAE183 e CNPAE218 e nas subparcelas os quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,0 dS m⁻¹; 2,5 dS m⁻¹; 5,0 dS m⁻¹ e 7,5 dS m⁻¹). Em cada unidade experimental foram avaliadas aos 45 dias após a poda as variáveis de trocas gasosas (taxa líquida de assimilação de CO₂ (*A*), condutância estomática (*g_s*), transpiração (*E*), razão entre a concentração interna e externa de CO₂ *C_i/C_a* e temperatura foliar). As plantas irrigadas com os tratamentos salinos apresentaram comportamento linear decrescente para as variáveis de *A*, *g_s*, *E* e *C_i/C_a*. No entanto, não houve diferença significativa entre os três acessos para as variáveis analisadas, indicando que os três acessos apresentam sensibilidade à salinidade.

Palavras-chave: trocas gasosas, pinhão-mansão, salinidade.

¹Biólogo, doutorando em Botânica - UFRPE, bolsista Fapce, Recife, PE.

²Estudante de Ciências Biológicas - UPE, estagiário da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Biólogo, D. Sc. em Fisiologia Vegetal, professor da UFPE, Recife, PE.

⁴Engenheiro agrícola, D. Sc. em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, agnaldo.chaves@embrapa.br

Introdução

A salinidade consiste em um dos principais fatores que limitam a produtividade das culturas no mundo, principalmente em regiões semiáridas. Nas plantas, a salinidade é um dos principais fenômenos estressantes que resultam em grande impacto no crescimento vegetal, alterando funções metabólicas, fisiológicas e anatômicas, que contribui para a redução da produtividade das culturas (Aragão et al., 2010).

Dentre as principais consequências observadas a partir do acúmulo de íons Na^+ e Cl^- nas folhas pode-se citar necrose nos tecidos foliares e a aceleração da senescência de folhas maduras, reduzindo assim a área destinada à fotossíntese (Munns et al., 2006). A salinidade é frequentemente acompanhada por déficit hídrico com fechamento estomático reduzindo a entrada de CO_2 nos sítios de carboxilação, que eleva a razão O_2/CO_2 nos cloroplastos, ocasionando uma diminuição das taxas de fotossíntese com aumento na fotorrespiração (Noctor et al., 2002).

J. curcas é uma espécie que tem demonstrado tolerância ao déficit hídrico e temperaturas elevadas (Pompelli et al., 2010; Campos et al., 2012). Sua produção máxima somente poderá ser alcançada com uso de irrigação. No entanto, a maioria das fontes hídricas encontradas nas regiões áridas e semiáridas é de baixa qualidade, principalmente as águas de poços e reservatórios superficiais. Dessa forma, o uso de água salina na irrigação do pinhão-mansão pode ser uma importante alternativa diante da escassez de água de boa qualidade (Matos et al., 2013).

Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as variáveis ecofisiológicas de plantas de pinhão-mansão com poda realizada aos 438 dias após o transplante.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, no município de Petrolina, PE. Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas. A parcela principal foi representada pelos três acessos de *J. curcas*: JCAL171; CNPAE183 e CNPAE218 e as subparcelas pelos quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação ($0,0 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ e $7,5 \text{ dS m}^{-1}$), em solução resultante

da mistura de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e sulfato de magnésio (NaCl , CaCl_2 e MgSO_4), na proporção 7:2:1 respectivamente. Cada tratamento teve cinco repetições, distribuídas no delineamento em blocos ao acaso, totalizando 60 plantas.

As plantas foram cultivadas e avaliadas no segundo ano de cultivo. Inicialmente, foi realizada uma poda drástica a 30 cm do solo, aos 438 dias após o transplante. As plantas foram cultivadas em vasos de 200 L, preenchidos com brita, solo (Neossolo Quartzarênico) e esterco na proporção de 10:1.

As irrigações foram realizadas com intervalos de 2 dias, utilizando-se uma fração de lixiviação de 5% obtidas a partir da evapotranspiração da cultura obtidas nos períodos entre as irrigações.

Aos 45 dias após a poda drástica foram mensuradas as variáveis pontuais de trocas gasosas (e.g., taxa líquida de assimilação de $\text{CO}_2 = A$, condutância estomática = g_s , transpiração = E , razão entre a concentração interna e externa de $\text{CO}_2 = C_i/C_a$ e temperatura foliar), por meio de um analisador de gases a infravermelho, modelo LI-6400 XT. As medições foram feitas sob irradiância artificial de $1.600 \text{ mmol fótons m}^2 \text{ s}^{-1}$ e concentração de CO_2 390 ppm. Esta avaliação foi realizada no período da manhã, no intervalo de 8h30 às 11h30.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste de média (Tukey com significância de 5% de probabilidade), para os fatores de variação qualitativos (os três acessos) e análises de regressão para os fatores de variação quantitativos (os quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação) com uso do software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2014).

Resultados e discussão

Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,01$) para A , g_s e E , enquanto a razão C_i/C_a apresentou diferença significativa a ($p < 0,05$) em função dos níveis de condutividade elétrica na água de irrigação.

Observou-se um comportamento linear decrescente para todas as variáveis estudadas, em que os menores valores médios na A , g_s , E e na razão C_i/C_a foram encontrados nos tratamentos irrigados com a CE de $7,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 1). Porém, não houve diferença significativa para os valores de temperatura da folha em função dos tratamentos. Quanto aos acessos estudados, observou-se que os mesmos não foram influenciados pela salinidade da água de irrigação.

A taxa de assimilação de CO_2 foliar foi fortemente reduzida nas plantas irrigadas com a maior CE ($7,5 \text{ dS m}^{-1}$) em relação ao tratamento controle, evidenciando-se, portanto, que há uma relação direta entre estas quatro variáveis. As plantas irrigadas com a CE de $7,5 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram redução de 41% na taxa de assimilação de CO_2 (Figura 1A), a condutância estomática foi reduzida em 48% (Figura 1B), a taxa transpiratória em 43% (Figura 1C) e a razão C_i/C_a em 13% (Figura 1D).

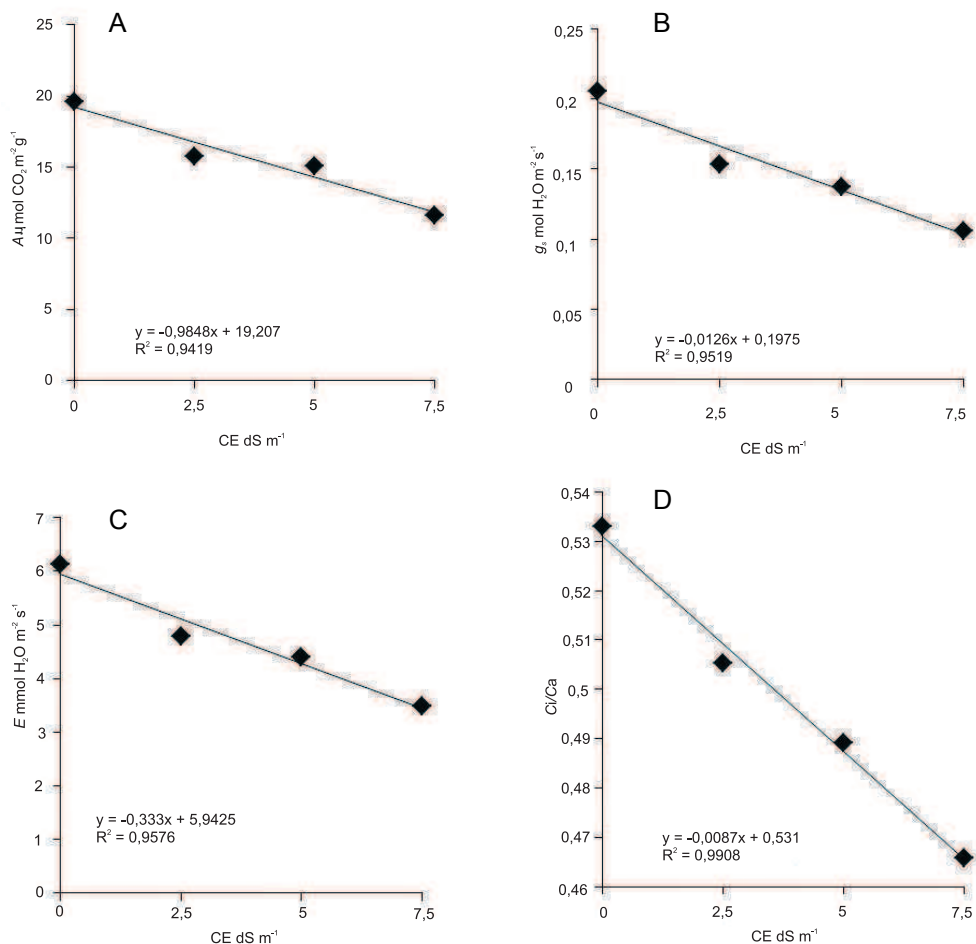


Figura 1. Valores médios de fotossíntese líquida (A) [A]; condutância estomática (g_s) [B]; transpiração (E) [C] e [D] razão entre a concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a) em plantas de *Jatropha curcas* L. irrigadas com água em quatro níveis de condutividade elétrica ($0,0 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ e $7,5 \text{ dS m}^{-1}$).

As reduções nos valores médios da fotossíntese nos tratamentos salinos podem ter sido influenciadas por uma limitação estomática, o que por sua vez resultará na redução do fluxo normal de CO_2 em direção ao sítio de carboxilação. Resultados semelhantes foram observados por Sousa et al. (2012) em cultivo de *J. Curcas* submetido ao estresse salino e adubação fosfatada, também observaram redução nos valores médios de fotossíntese líquida na ordem de 16%.

Os resultados em relação à transpiração foliar estão de acordo com os obtidos por Sousa et al. (2012), evidenciando que o pinhão-mansão fecha seus estômatos em resposta ao aumento da condutividade elétrica da água, havendo decréscimo de 70% entre as plantas que foram irrigadas com CE de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Conclusão

As plantas de pinhão-mansão demonstraram sensibilidade aos tratamentos salinos utilizados na água de irrigação, não se observando diferença entre os acessos estudados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa Semiárido, pela disponibilização da infraestrutura para condução do experimento, e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (Facepe), pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

Referências

ARAGÃO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 14, p. 100-106, 2010.

CAMPOS, M. L. O.; HSIE, B. S.; GRANJA, J. A. A.; CORREIA, R. M.; SILVA, S. R. S.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; POMPELLI, M. F. Photosynthesis and antioxidant activity in *Jatropha curcas* L. under salt stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 55-67, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 38, n 2, p.109-112, 2014.

MATOS, F. S.; ROCHA, E. C.; CRUVINEL, C. K. L.; RIBEIRO, R. A.; RIBEIRO, R. P.; TINOCO, C. F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-mansão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 947-954, 2013.

MUNNS, R.; JAMES, R.A.; LÄUCHLI, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, p. 1025-1043, 2006.

NOCTOR, G.; VELJOVIC-JOVANOVIC, S.; FOYER, C. Drought and oxidative load in the leaves of C3 plants: a predominant role for photorespiration? **Annals of Botany**, v. 89, n. 7, p. 841-850, 2002.

POMPELLI, M. F.; MARTINS, S. C. V.; ANTUNES, W. C.; CHAVES, A. R. M.; DAMATTA, F. M. Photosynthesis and photoprotection in coffee leaves is affected by nitrogen and light availabilities in winter conditions. **Journal of plant physiology**, v. 167, n. 13, p. 1052-1060, 2010.

SOUSA, A. E. C.; LACERDA, C. F. de; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; UYEDA, C. A. Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão manso submetido a estresse salino e adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, v. 25, p. 144-152, 2012.

Crescimento inicial de cultivares de feijão-caupi em cenário climático futuro

Juliane Rafaela Alves Barros¹; Rodrigo Moura e Silva²; Nataniel Franklin de Melo³; Barbara França Dantas⁴; Francislene Angelotti⁵

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento inicial de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas a diferentes temperaturas. O experimento foi conduzido em câmaras de crescimento, com cinco cultivares de feijão-caupi: Carijó, Itaim, Pujante, Rouxinol e Tapahium. As sementes foram plantadas em vasos, em um arranjo fatorial de 5x2 (cultivares x temperatura), sendo utilizadas quatro repetições de dez sementes. Foram utilizados dois regimes de temperaturas: 20,0-26,0-33,0 °C, e 24,8-30,8-37,8 °C. A avaliação de crescimento foi realizada no estágio fenológico V2, com aproximadamente 7 dias após a semeadura. As plantas foram retiradas dos vasos para a observação do comprimento com auxílio de uma régua e, em seguida, as amostras foram secas em estufa de 65 °C e pesadas para a obtenção do peso seco. Não houve diferença significativa para a interação cultivares x temperaturas. A temperatura apresentou efeito significativo, aumentando o comprimento e o peso seco das plantas. A fonte de variação cultivares também apresentou diferença significativa para o peso seco. O regime de temperatura de 24,8-30,8-37,8 °C favoreceu o desenvolvimento inicial das plantas de feijão-caupi.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* (L.) Walp, mudanças climáticas, genótipos.

¹Engenheira-agrônoma, doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais – Uefs, bolsista Fapesb, Feira de Santana, Bahia.

²Bolsista BFT, Facepe, Petrolina, PE.

³Biólogo, D.Sc. em Biologia, pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, francislene.angelotti@embrapa.br.

Introdução

O feijão-caupi representa fundamental importância socioeconômica para o Nordeste brasileiro, constituindo-se em uma das principais fontes proteicas para a população (Borges et al., 2012). Apesar da grande importância que o feijão-caupi possui, sua produtividade ainda é considerada baixa. As principais causas para esse baixo rendimento são as condições climáticas (Rebello et al., 2011) e o manejo inadequado do cultivo (Saboya et al., 2013). No Nordeste, o feijão-caupi é cultivado predominantemente no Semiárido, onde prevalecem condições ambientais adversas, como deficiência de água e temperaturas elevadas (Nascimento, 2009).

Por ser uma cultura de ciclo curto, o feijão-caupi é sensível às variações das condições ambientais. Segundo Wahid et al. (2007), altas temperaturas podem afetar diferentes processos metabólicos, incluindo fotossíntese, respiração, relações hídricas, fluidez e estabilidade dos sistemas de membranas. Em geral, as plantas exibem diferentes respostas em função da temperatura ambiental em que se encontram.

Apesar de o feijão-caupi possuir características adaptativas (Nascimento, 2009), o aumento da temperatura prejudica o crescimento provocando redução da taxa de fotossíntese e da concentração da enzima Rubisco, bem como redução da concentração de clorofila (Yamasaki et al., 2002). Segundo estes autores, o bom desenvolvimento da cultura ocorre na faixa de temperatura de 18 °C a 34 °C. Entretanto, ainda há poucas informações voltadas para a avaliação do efeito da temperatura nas diferentes fases de desenvolvimento fenológico do feijão-caupi.

Em alguns estudos, evidenciou-se que a temperatura média da atmosfera aumentou em torno de 0,85 °C, no período de 1880 a 2012 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013). Adicionalmente, os cenários de mudanças climáticas apontam ainda para um aumento na temperatura média do planeta de 2,6 °C (cenário mais otimista) a 4,8 °C (cenário mais pessimista), até 2100. Este aumento não será uniforme, ocorrendo variações interanuais e regionais, provocando a ocorrência de eventos climáticos extremos, como secas e chuvas intensas (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013).

Com o aumento da temperatura, previsto pelo Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC), será importante determinar o seu efeito nas diferentes fases de desenvolvimento das plantas, como o feijão-caupi. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de cultivares de feijão-caupi submetidas a diferentes temperaturas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em duas câmaras de crescimento, tipo Fito-tron, na Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. Foram utilizadas sementes de cinco cultivares de feijão-caupi: Carijó, Itaim, Pujante, Rouxinol e Tapahium. As sementes foram semeadas em vasos com capacidade de 7 L, contendo solo, em um arranjo fatorial de 5x2 (cultivar x temperatura), sendo utilizadas 4 repetições de dez sementes.

Foram mantidos os regimes de temperatura de 20-26-33 °C (20 °C: no horário de 20h às 6h; 26 °C: no horário de 6h às 10h; 33 °C: no horário de 10h às 15h; 26 °C: no horário de 15h às 20h), na câmara 1, e 24,8-30,8-37,8 °C (24,8 °C: no horário de 20h às 6h; 30,8 °C: no horário de 6h às 10h; 37,8 °C: no horário de 10h às 15h; 30,8 °C: no horário de 15h às 20h), na câmara 2.

Os valores de temperatura foram determinados a partir das temperaturas mínimas, média e máxima que variam de 18-22 °C, 25-27 °C e 32-34 °C, respectivamente, no Submédio do Vale do São Francisco. Neste trabalho foi empregado um aumento de 4,8 °C para a avaliação do crescimento das plantas.

A avaliação foi realizada no estádio fenológico V2 (duas primeiras folhas totalmente abertas), com aproximadamente 7 dias após a semeadura. As plantas foram retiradas dos vasos para a observação do comprimento com auxílio de uma régua e, em seguida, as amostras foram secas em estufa de 65 °C e posteriormente pesadas para obtenção do peso seco. Foi realizada a análise de variância (Anava) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância utilizando-se o programa Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Observou-se que não houve interação significativa entre cultivares x temperaturas. Analisando-se separadamente, verificou-se o efeito significativo da temperatura para o comprimento e o peso seco das plantas de feijão-caupi. No entanto, as cultivares apresentaram diferença significativa apenas para o peso seco.

O regime de temperatura de 24,8-30,8-37,8 °C favoreceu o crescimento e o peso seco das plantas de feijão-caupi, com média de 21,19 e 2,14, respectivamente. As plantas mantidas a 20-26-33 °C apresentaram valores menores (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios para o comprimento e o peso seco de plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em função das temperaturas T° 1 (20-26-33 °C) e T°2 (24,8-30,8-37,8 °C).

| Regimes de temperatura | Comprimento (cm) | Peso seco (g) |
|------------------------|------------------|---------------|
| T°1 | 14,27 b | 1,79 b |
| T°2 | 21,19 a | 2,14 a |

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quando comparadas as cultivares, não houve diferença significativa para comprimento de plântulas (Tabela 2). Porém, para a variável peso seco, foi observada diferença significativa entre as cultivares Pujante e Itaim, com valores de 2,20 g e 1,66 g, respectivamente (Tabela 2).

As alterações da temperatura do ar influenciam diretamente o crescimento das plantas. O aumento da temperatura pode modificar a estabilidade das membranas celulares, afetando diferentes processos metabólicos, em especial a fotossíntese e a respiração celular, essenciais para o desenvolvimento dos tecidos (Cruz et al., 2007; Taiz; Zeiger, 2009).

Tabela 2. Valores médios para o comprimento e o peso seco de diferentes cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

| Cultivares | Comprimento (cm) | Peso Seco (g) |
|------------|------------------|---------------|
| Carijó | 18,01 a | 1,97 ab |
| Itaim | 18,88 a | 1,66 b |
| Pujante | 17,32 a | 2,20 a |
| Rouxinol | 18,31 a | 2,08 ab |
| Tapahium | 20,34 a | 1,95ab |

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Segundo Lobell e Gourdji (2012), o aumento da temperatura está associado à aceleração do crescimento e da fenologia, o que tende a reduzir o ganho de biomassa. Além disso, temperaturas elevadas podem causar limitações às plantas, ocasionando uma rápida perda de água por evapotranspiração, provocando desidratação nos tecidos (Machado; Paulsen, 2001) e rompimento da membrana celular, reduzindo o metabolismo, a taxa de fotossíntese e crescimento das plantas (Souza; Buckeridge, 2010).

O aumento da temperatura também pode causar incremento na fotorrespiração e diminuir o ganho líquido de carbono pela planta (Sage; Kubien, 2007). Mesmo com aumentos moderados de temperatura, a fotossíntese e o crescimento das plantas podem ser prejudicados. Isso porque a enzima Rubisco-ativase, que regula a atividade da Rubisco, é altamente sensível ao aumento de temperatura e se torna inativa com o estresse térmico (Crafts-Brandner; Salvucci, 2000).

De acordo com os dados obtidos neste trabalho, pôde-se observar que o aumento de 4,8 °C não ocasionou prejuízo para o feijão-caupi na fase inicial de crescimento. Porém, em trabalhos realizados com esta cultura, observou-se um impacto negativo do aumento da temperatura no florescimento e formação das vagens (Campos et al., 2010). Desta forma, é de grande importância a realização de estudos voltados para a determinação do efeito do aumento da temperatura nas diferentes fases fenológicas do feijão-caupi.

Conclusão

O regime de temperatura de 24,8-30,8-37,8 °C favorece o desenvolvimento inicial de plantas de feijão-caupi. Assim, no cenário climático futuro, o crescimento inicial do feijão-caupi não será prejudicado.

Referências

- BORGES, P. R. S.; SABOYA, R. C. C.; SABOYA L. M. F.; SANTOS, E. R.; SOUZA, S. E. A. Distribuição de massa seca e rendimento de feijão-caupi inoculadas com rizóbio em Gurupi. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 37-44, 2011.
- CAMPOS, J. H. B.; SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R. Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 396-404, 2010.
- CRAFTS-BRANDNER, S. J.; SALVUCCI, E. M. Rubisco activase constrains the photosynthetic potential of leaves at high temperature and CO₂. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, p. 13430-13435, 2000.
- CRUZ, H. L.; FERRARI, C. S.; MENEGHELLO, G. E.; KONFLANZ, V.; ZIMMER, P. D.; VINHOLES, P. S.; CASTRO, M. A. S. Avaliação de genótipos de milho para semeadura precoce sob influência de baixa temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 52-60, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2013: the physical science basis**. Cambridge: University Press, 2013. 1535 p.

- LOBELL, D. B.; GOURDJI, S. M. The influence of climate change on global crop productivity. **Plant Physiology**, v.160, p. 1686-1697, 2012.
- MACHADO, S.; PAULSEN, G. M. Combine defects of drought and high temperature on water relations of wheat and sorghum. **Plant and Soil**, v. 233, p. 179-187, 2001.
- NASCIMENTO, S. P. do. **Efeito do déficit hídrico em feijão-caupi para identificação de genótipos com tolerância à seca**. 2009. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- REBELLO, F. K.; COSTA, A. J. G.; FIGUEIRÓ, C. L. M. Conjuntura da produção e comercialização do feijão caupi no Nordeste paraense: safra 2010. **Contexto Amazônico**, Belém, v. 4, n. 18, p. 1-4, 2011.
- SABOYA, R. C. C.; BORGES, P. R. S.; SABOYA, L. M. I.; MONTEIRO, F. P. R.; SOUZA, S. E. A.; SANTOS, A. F.; SANTOS, E. R. Response of cowpea to inoculation with nitrogen-fixing strains in Gurupi-Tocantins State. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 1, p. 40-48, 2013.
- SAGE, R. F.; KUBIEN, D. S. The temperature response of C3 and C4 photosynthesis. **Plant, Cell and Environment**, v. 30, n. 9, p. 1086-1106, 2007.
- SOUZA, A. P.; BUCKERIDGE, M. S. A. Fotossíntese em cana-de-açúcar e sua importância estratégica para enfrentar as mudanças climáticas globais. In: CORTEZ, L. A. B (Coord.). **P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010. p. 359-363.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- WAHID, A.; GELANI, S.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Heat tolerance in plants: An overview. **Environmental and Experimental Botany**, v. 61, p. 199-223, 2007.
- YAMASAKI, T.; YAMAKAWA, T.; YAMANE, Y.; KOIKE, H.; SATOH, K.; KATOH, S. Temperature acclimation of photosynthesis and related changes in photosystem II electron transport in winter wheat. **Plant Physiology**, v. 128, p. 1087-1097, 2002.

Produção de biomassa de leguminosas em cultivo consorciado com milho no Vale do São Francisco

Guilherme Alexandre Pacheco Gut¹; João Virgínio Emerenciano Neto²; Roseli Freire de Melo³; Daniel Maia Nogueira⁴; Ítalo Luis Oliveira Santana⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa de quatro leguminosas em cultivo consorciado com milho (*Pennisetum glaucum*). Este trabalho foi realizado na fazenda Milano, no município de Santa Maria da Boa Vista, PE. A área experimental tem dimensões de 70 m x 100 m, totalizando 0,7 hectares. Os tratamentos foram compostos por milho (M) e diferiam entre quatro leguminosas: feijão-guandu (*Cajanus cajan*); feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); mucuna-preta (*Mucuna aterrima*); lab-lab (*Dolichos lablab*), com 12 repetições. Foram avaliadas a produção de biomassa total, de gramínea e de leguminosa aos 110 dias após o plantio. A combinação do milho com mucuna-preta apresenta maior potencial para uso como adubação verde, com elevada produção de biomassa total e de leguminosa.

Palavras-chave: cobertura vegetal, recuperação de áreas degradadas.

Introdução

O uso de plantas, em cultivo rotacionado, sucessivo ou consorciado com outras culturas, com a finalidade de incorporá-las ou depositá-las sobre o solo, a fim de melhorar a cobertura e suas características físicas, químicas e biológicas, é chamado de adubação verde (Corrêa et al., 2014). Os benefícios

¹Engenheiro Florestal, mestrando em Ciência animal - Univasf, bolsista Facepe, Univasf, Petrolina, PE.

²Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, professor da Univasf, Petrolina, PE.

³Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos e nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, roseli.melo@embrapa.br.

⁴Médico-veterinário, D.Sc. em Medicina Veterinária, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Estudante de Ciências Biológicas - UPE, Petrolina, PE.

da adubação verde são muitos, dentre eles pode-se destacar a regulação da temperatura e aumento da infiltração da água no solo; o aumento da matéria orgânica; melhoria das características físicas do solo; combate a erosão; melhoria na fertilidade, entre outros.

A família das leguminosas se destaca para ser utilizada como adubo verde devido ao elevado potencial de produção de biomassa; a capacidade de se associar com microrganismos do solo e fixar nitrogênio atmosférico; possuir uma baixa relação C/N em comparação a outras espécies; ser de fácil decomposição e mineralização por microrganismos. Além disso, essas plantas mobilizam nutrientes até das camadas mais profundas do solo, por possuírem raízes profundas e ramificadas (Ferreira et al., 2011).

As gramíneas também são recomendadas para serem cultivadas em consórcios, principalmente as espécies com maior capacidade de proteção do solo (alta relação C/N) e com elevado potencial de produção de matéria seca (Menezes et al., 2009), além disso, algumas podem ser utilizadas como forrageiras. O milho é uma das gramíneas que se destaca, quando se considera seu uso na adubação verde (Costa et al., 2014).

É possível utilizar uma combinação de gramíneas com leguminosas em sistemas de cultivos com fins para adubação verde que, comparado ao cultivo isolado, apresenta maior acúmulo de nutrientes e de matéria seca, uma relação C/N intermediária e maior distribuição de raízes em diferentes profundidades no solo (Silva, 2007).

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de biomassa de quatro leguminosas em cultivo consorciado com uma gramínea para serem utilizadas como adubo verde.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Fazenda Milano, no município de Santa Maria da Boa Vista, PE, no Semiárido, caracterizada pelo bioma típico da Caatinga. A classificação do clima segundo Köppen é BSh, com temperatura média anual de 24,7 °C e pluviosidade média anual observada de 452 mm (Climate-Data, 2018).

A área experimental tem dimensões de 70 m x 100 m, totalizando 0,7 hectares. O solo do local foi classificado como CAMBISSOLO FLÚVICO sódico salino gleissólico, textura média, fase Caatinga de várzea, relevo plano e substrato com sedimentos aluvionares (Santos et al., 2013).

A área experimental estava sem cobertura vegetal mesmo estando há quase 10 anos em repouso. Antes disso, o local foi utilizado para cultivos irrigados intercalados de arroz e cebola. Inicialmente, foi realizada uma análise do solo para o conhecimento das características químicas do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas das amostras de solo coletadas na área experimental.

| Prof (cm) | C.E mS cm-1 | pH | Ctotal g Kg-1 | P mg dm-3 | Característica química de solo | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------|-----|------------------|-----------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|---|
| | | | | | K | Na | Ca | Mg | Al | H+Al | SB | CTC | V | |
| | | | | |cmolc dm-3..... | | | | | | | | | % |
| 0-20 | 0,71 | 4,2 | 1,20 | 2,15 | 0,07 | 0,07 | 0,80 | 1,65 | 0,75 | 3,1 | 2,5 | 5,7 | 44,9 | |

Posteriormente, foi feita calagem com $428 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de calcário, a fim de elevar a quantidade de cálcio e magnésio, neutralizar o alumínio trocável e corrigir o pH do solo. Após a calagem, foi feita uma gradagem na área para a incorporação do calcário.

Os tratamentos foram compostos por uma gramínea, o milho, em associação com quatro leguminosas: milho + feijão-guandu; milho + feijão-de-porco; milho + mucuna-preta; milho + lab-lab.

Foram feitos sulcos superficiais distantes em 1 m entre linhas e feita a adubação orgânica com esterco caprino, utilizando-se 1 L por metro linear (equivalente a 4.000 kg/ha). O plantio das espécies foi realizado por semeadura no sulco, posteriormente coberto com uma pequena porção de solo com o auxílio de uma enxada. Todos os sulcos continham o milho e uma das leguminosas, as quais estavam distribuídas mais espaçadamente (aproximadamente 10 cm) e o milho mais adensado (semeadura contínua).

Para a avaliação da produção de biomassa em massa verde e seca, foi realizada a coleta de 1 m linear da parte aérea das plantas (gramínea + leguminosas), no centro de cada parcela, aos 110 dias após o plantio. Destas plantas, foi aferido o peso fresco no campo e, posteriormente, as amostras foram encaminhadas para o laboratório para a determinação do peso da massa verde. Em seguida, foram colocadas em estufa a $55 \text{ }^\circ\text{C}$ até peso constante, para a obtenção do peso seco.

Durante todo o experimento, foi realizada irrigação suplementar por gotejamento, três vezes por semana, 3 horas por dia. A vazão média por gotejador foi de aproximadamente 1 litro/hora. A vazão necessária para irrigar a área total pôde ser calculada pela razão entre o total de $7990,5 \text{ m}$ de linhas de plantio (medidas com uma trena) e o espaçamento de $0,5 \text{ m}$ entre cada gotejador, totalizando $15.981 \text{ litros/hora}$ ou $47.943 \text{ litros/dia}$.

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, com seis repetições, e a parcela experimental útil foi de 1 m linear.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (Anova), seguida do teste de Scott-Knott para comparar o efeito dos tratamentos na produção de biomassa em MV e MS. Foi utilizado o pacote estatístico *SAS University* (SAS Institute, 2015) e as diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

Nos resultados apresentados na Tabela 2, observa-se que o maior valor de massa verde foi encontrado no consócio de milho + mucuna-preta e o menor valor produzido pelo tratamento milho + lab-lab ($P < 0,05$). De acordo com Silva (2007), essa massa de leguminosas produzida, com a massa do milho, pode contribuir com o equilíbrio da relação C/N da matéria orgânica a ser incorporada no solo para a adubação verde, o que pode favorecer a decomposição e mineralização por microrganismos.

Tabela 2. Produção de biomassa em matéria verde (MV) e matéria seca (MS).

| Tratamento | MV (kg/ha) | MS (kg/ha) | MS (%) |
|---------------------|------------|------------|--------|
| M + feijão-guandu | 36.933,33b | 13.986,14a | 38,50a |
| M + mucuna-preta | 47.616,67a | 15.748,36a | 33,48a |
| M + lab-lab | 35.375,00b | 12.773,07a | 36,44a |
| M + feijão-de-porco | 38.525,00b | 13.203,08a | 34,54a |

M: milho. *Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Silva et al. (2013), avaliando a produção de biomassa em cultivo consorciado de leguminosas com gramíneas e oleaginosas em diferentes proporções, também observaram maior produção de biomassa nos tratamentos com mucuna-preta em comparação ao feijão-de-porco, feijão-guandu e lab-lab embora, neste trabalho, os tratamentos com guandu e feijão-de-porco não tenham diferido dos demais.

Não foi observada diferença na produção de massa seca (kg/ha) e massa seca (%) entre os tratamentos (Tabela 2). A média de 35,74%, indica o potencial da biomassa para ser ensilada que, de acordo com Paziani et al. (2009), deve estar entre 30% a 35%. A utilização de parte da biomassa produzida para a produção de forragem pode ser uma alternativa para reduzir os custos de implantação da adubação verde.

A disponibilidade de água é um fator limitante para a produção de biomassa, mas no caso deste trabalho, foi suprida com irrigação e pequenas precipitações durante o experimento. Levando-se em consideração o gasto de água necessária para execução deste estudo, que foi de aproximadamente 2,3 milhões de litros d'água, uma alternativa interessante para a região semiárida, que apresenta períodos de baixas precipitações do recurso, seria fazer o plantio das espécies no início da estação das chuvas. Para a cidade de Santa Maria da Boa Vista, a soma das médias de pluviosidade observada para os meses de janeiro a março totaliza 251 mm. Essa pluviosidade na área experimental corresponderia a aproximadamente 76% da água utilizada no projeto.

Conclusão

A combinação do milho + mucuna-preta foi a que apresentou maiores valores de produção de massa verde. Não houve diferença entre as combinações milho + feijão-guandu M + mucuna-preta M + lab-lab M + feijão-de-porco para massa seca.

Referências

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima**: Recife, 2018. *Disponível em*: Disponível em: <<https://pt.climate-data.org>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

CORRÊA, A. L.; ABOUD, A. C. D. S.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR, L. A. D.; RIBEIRO, R. D. L. D. Green manure by intercropping crotalaria with baby corn before kale under organic management. **Revista Ceres**, v. 61, n. 6, p. 956-963, 2014.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S.; LOPES, K. S. M.; SANTOS, F. G.; PARIZ, C. M. Acúmulo de macronutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em razão da adubação nitrogenada durante e após o consórcio com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, p. 1223-1233, 2014.

FERREIRA, E. P. D. B.; STONE, L. F.; PARTELLI, F. L.; DIDONET, A. D. Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 695-701, jul. 2011.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; FERREIRA, A. C. B.; SANTA-ANA, J. G.; BARROS, R. G. Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p. 7-12, 2009.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRE-RAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SAS INSTITUTE. **SAS University**: user's guide. Cary, 2015.

SILVA, D. M. E. da. **Influência dos sistemas de exploração agrícola convencional e orgânico em cana-de-açúcar**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA, M. S. L.; ARAÚJO, A. H. R. C. de; PINTO, M. R. B.; FERREIRA, G. B.; SILVA, D. J.; CUNHA, T. J. F. Coquetel vegetal: produção de fitomassa e teores de macro e micronutrientes de espécies para adubação verde e/ou cobertura do solo. In: REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO, 1., 2013, Areia. **Soluções de desafios para o uso sustentável dos solos da região Nordeste**. Areia: UFPB: SBCS, 2013. 1 CD-ROM.

Bactérias resistentes à anti-bióticos em nódulos de *Vigna* spp. cultivados em solos de Caatinga

Valéria Borges da Silva¹; Aleksandro Ferreira da Silva²; Adailson Pereira de Souza³; Paulo Ivan Fernandes Júnior⁴

Resumo

O objetivo deste trabalho foi isolar e determinar a resistência intrínseca a anti-bióticos (RIA) de bactérias de nódulos de *Vigna* spp. em solos de Caatinga. Foi realizado um experimento utilizando-se amostras de solos de áreas de Caatinga dos municípios de Teresina, PI, Paulistana, PI; Uauá, BA; Juazeiro, BA e Petrolina, PE com três espécies de *Vigna* spp. A identificação filogenética de todos os isolados foi realizada pela análise das sequências parciais do gene 16S rRNA. Foi selecionado um isolado de cada gênero para os testes de resistência a nove tipos de anti-bióticos. Foram identificadas 17 bactérias, pertencentes aos gêneros *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Bacillus* e *Sphingomonas* isoladas de diferentes cultivares e locais de coleta, consideradas resistentes a pelo menos quatro tipos de anti-bióticos.

Palavras-chave: competitividade, fixação biológica de nitrogênio, inoculação, Semiárido.

Introdução

A associação entre leguminosas e bactérias do grupo rizóbio se destaca como uma relação simbiótica de grande eficiência e importância econômica (Moreira; Siqueira, 2006). No entanto, os nódulos dessas plantas podem ser

¹Bacharel em Tecnologia em Fruticultura Irrigada, doutoranda em Ciência do Solo – UFPB, professora do IFPI, Areia, PB.

²Engenheiro-agrônomo, doutorando em Ciência do Solo – UFRPE, Recife, PE.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, professor da UFPB, Areia, PB.

⁴Biólogo, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, paulo.ivan@embrapa.br.

colonizados, naturalmente, por diversos grupos de bactérias não rizobianas que, apesar de não nodularem, podem promover o crescimento vegetal por outros mecanismos (Dhole et al., 2016; Leite et al., 2017; Cardoso et al., 2018).

Bactérias autóctones possuem melhor adaptabilidade e estabilidade genética em suas condições ambientais de origem, quando comparadas às alóctones, introduzidas via inoculação, o que confere melhor eficiência na colonização, resistência a estresses abióticos e sobrevivência no solo. A capacidade de produzir ou resistir a bacteriocinas, substâncias antibacterianas produzidas por diversos rizóbios, e outros antibióticos sintetizadas pela população microbiana do solo, pode beneficiar estirpes nativas na co-colonização dos tecidos vegetais, como os nódulos radiculares (Naamala et al., 2016).

A identificação de bactérias resistentes a essas bacteriocinas e com potencial para promoção de crescimento possui implicações práticas importantes na recomendação de novas estirpes como inoculantes.

O objetivo deste trabalho foi determinar a sensibilidade a antibióticos de bactérias isoladas de nódulos de *Vigna* em solos de Caatinga do Semiárido nordestino.

Material e Métodos

Foi realizado um experimento para a obtenção de bactérias nodulares utilizando-se amostras de solos de áreas de Caatinga dos municípios de Teresina, PI (Latossolo); Paulistana, PI (Luvissolo); Uauá, BA (Planossolo); Juazeiro, BA (Neossolo flúvico) e Petrolina, PE (Argissolo). Como plantas-isca para a obtenção dos isolados foram utilizadas três espécies de *Vigna*: *V. mungo*; *V. radiata* e *V. unguiculata*, sendo esta última representada por duas variedades comerciais (BRS Pujante e BRS Novaera) e um genótipo de *V. unguiculata* subsp. *sesquipedalis* não cultivado comercialmente.

As plantas foram cultivadas em viveiro com sombrite nas dependências da Embrapa Semiárido por 35 dias, sendo irrigadas diariamente com água destilada autoclavada. Na ocasião da coleta, dois nódulos foram coletados aleatoriamente de cada vaso e sanitizados superficialmente de acordo com Vincent (1970) e, com auxílio de um estilete esterilizado, foram cortados e esfregados (parte interna) em placas de Petri com meio BDA com cloranfenicol (100 mg L⁻¹) e, em seguida, incubados a 28 °C.

Todos os isolados crescidos tiveram o DNA extraído com a utilização do kit de extração de DNA genômico Wizard Genomic DNA Purification kit (Promega), seguindo-se as instruções do fabricante. A identificação filogenética de todos

os isolados foi realizada pela análise das sequências do gene 16S rRNA, amplificado utilizando-se os iniciadores universais Y1 e Y3.

Os produtos da PCR foram purificados e enviados para a empresa MacroGen (Seul, Coreia do Sul) para sequenciamento. A similaridade das sequências obtidas foi comparada às depositadas no banco de dados GenBank, do National Center for Biotechnology Information (NCBI), utilizando-se a ferramenta BLASTn (www.blast.ncbi.nlm.nih.gov).

O fingerprinting molecular foi avaliado por meio de reação de PCR com o iniciador microssatélite (GAC)₅. Em seguida, foi selecionado um isolado de cada gênero para os testes de resistência intrínseca a antibióticos.

O antibiograma foi realizado pelo método de difusão em placa com discos de papel impregnados utilizando-se os antibióticos ampicilina (10 µg), cloranfenicol (30 µg), gentamicina (10 µg), neomicina (30 µg), estreptomicina (300 µg), eritromicina (15 µg), rifampicina (5 µg), vancomicina (10 µg) e ácido nalidíxico (30 µg). As bactérias foram crescidas em meio Dyg's líquido por 72 horas e a OD₅₄₀ ajustada para 0,3 em espectrofotômetro.

Uma alíquota de 100 µL de caldo de cultivo ajustado foi inoculado nas placas de meio BDA para posterior depósito dos discos com antibióticos. O experimento foi implantado em triplicata e as placas incubadas por 7 dias.

Resultados e Discussão

Foram obtidas 17 bactérias isoladas dos nódulos das plantas de *Vigna*, consideradas resistentes a cloranfenicol. A análise filogenética das sequências, obtidas a partir da análise parcial do gene 16S rRNA, revelou que a maioria das bactérias pertencem ao gênero *Pseudomonas* (10), isoladas de diferentes cultivares e locais de coleta, seguida dos gêneros *Rhizobium* (3), *Bacillus* (2) e *Sphingomonas* (2) (Figura 1).

A diversidade da comunidade de bactérias pode ocorrer em função da planta hospedeira, mas principalmente do solo cultivado (Leite et al., 2017). Neste trabalho, foi observada presença de isolados geneticamente próximos em amostras de solos de diferentes locais e em genótipos de *Vigna* distintos cultivados nos mesmos solos, indicando diversidade de bactérias resistentes a antibióticos, variando nos locais de coleta de solo e plantas-isca utilizados.

Os gêneros isolados nos nódulos de *Vigna*, coabitando com rizóbios neste estudo, são reconhecidos como bactérias promotoras de crescimento, capazes de produzir sideróforos, hormônios de crescimento, solubilizar fosfatos e tolerância a estresses abióticos, além de serem coabitantes dos nódulos de leguminosas com os rizóbios nodulantes (Dhole et al., 2016; Leite et al., 2017).

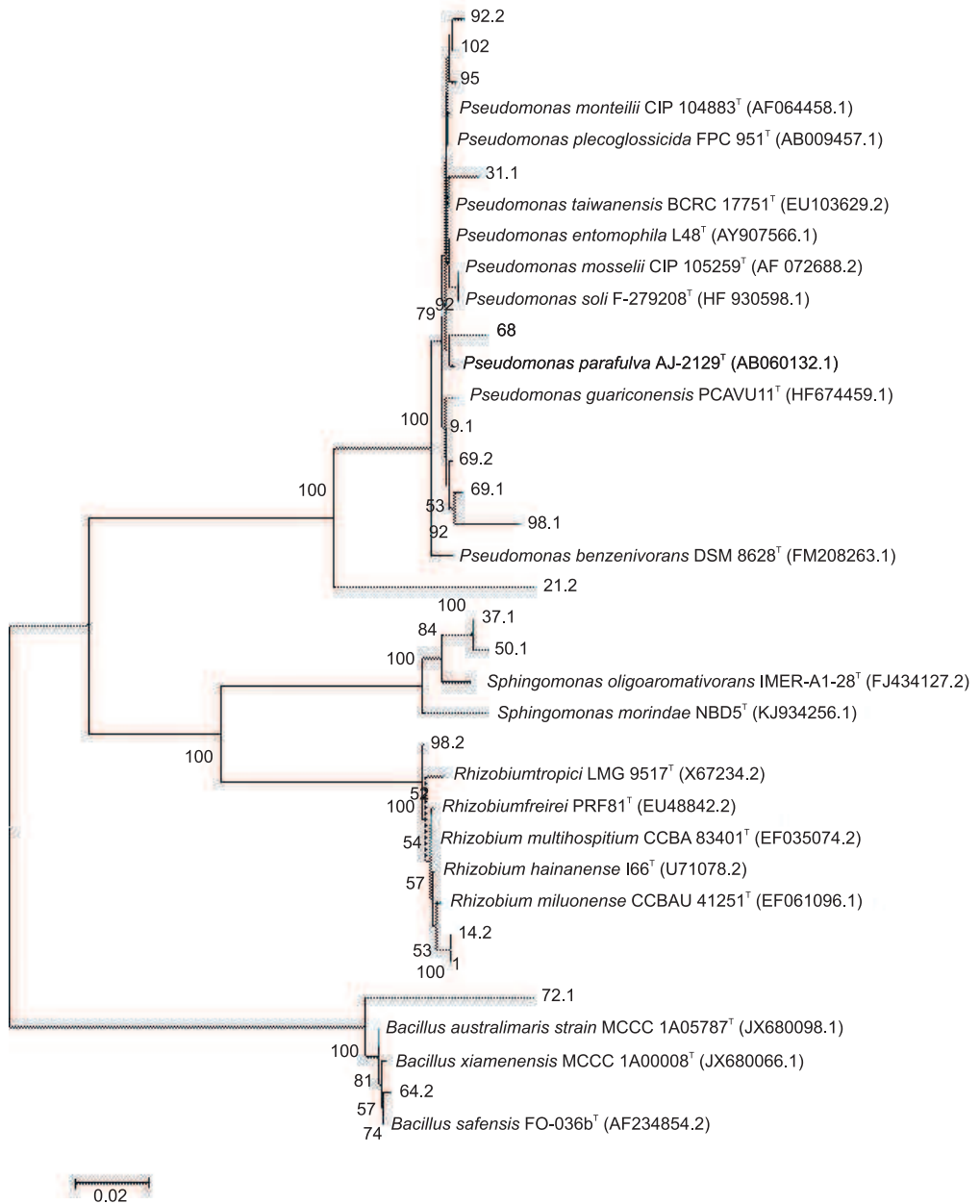


Figura 1. Árvore filogenética montada com base nas sequências parciais do gene 16S rRNA dos isolados bacterianos resistentes à cloranfenicol.

O fingerprinting molecular mostrou grande variação dos perfis de bandas dos isolados (dados não mostrados), permitindo ainda identificar isolados idênticos e excluir culturas clones dentro dos isolados classificados no mesmo gênero.

O antibiograma revelou que as bactérias foram consideradas resistentes a pelo menos quatro antibióticos testados (Tabela 1). A resistência intrínseca a antibióticos pode ser adquirida por transferência horizontal de genes (HTG) ou induzida por micro-organismos do solo do qual o isolado foi obtido por meio de seleção de isolados tolerantes (Zhang; Dick, 2014). A resistência intrínseca a bacteriocinas e sua intensidade, por estirpes nativas varia com a população microbiana antagônica presente no local.

Tabela 1. Resistência intrínseca a antibióticos em quatro bactérias isoladas de nódulos de *Vigna* spp. em diferentes solos.

| Isolado | Gênero | Antibióticos | | | | | | | | | Nº de antibióticos |
|---------|---------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| | | AMP | CLO | GEN | NEO | EST | ERI | RIF | VAN | NAL | |
| 14.2 | <i>Rhizobium</i> | + | + | + | + | - | + | + | - | + | 7 |
| 72.1 | <i>Bacillus</i> | + | + | - | - | - | + | - | + | + | 5 |
| 98.1 | <i>Pseudomonas</i> | + | + | + | + | - | + | - | + | + | 7 |
| 50.1 | <i>Sphingomonas</i> | - | - | + | + | - | + | + | - | - | 4 |

* Sinal de (+) indica crescimento da estirpe, (-) ausência de crescimento. Na última coluna, mostra-se a quantidade de antibióticos que o isolado foi resistente. AMP - ampicilina, CLO - cloranfenicol, GEN - gentamicina, NEO - neomicina, EST - estreptomicina, ERI - eritromicina, RIF - rifomicina, VAN - vancomicina, NAL - ácido nalidixico.

Apesar de inicialmente ter sido isolado em meio com cloranfenicol, o isolado de *Sphingomonas* mostrou-se suscetível a este e a mais quatro antibióticos. Provavelmente, esta característica pode ter sido alterada durante os processos de isolamento, purificação e estocagem, pela perda dos genes de resistência. A perda dessa característica, no entanto, diminui a probabilidade de HTG de genes relacionados à RIA para bactérias patogênicas a humanos e animais, o que poderia resultar na aquisição de multirresistências, um sério problema de saúde pública.

Estirpes rizobianas nativas resistentes a antibióticos possuem vantagens ecológicas, podendo competir pelos sítios de infecção de forma mais eficiente, quando comparada às introduzidas (Naamala et al., 2016). A competitividade e a capacidade de promover crescimento nas plantas possuem implicações práticas importantes, principalmente na recomendação de novas estirpes como inoculantes.

Conclusão

As bactérias isoladas neste estudo, pertencentes aos gêneros *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Bacillus* e *Sphingomonas* apresentam RIA a diferentes antibióticos. Esses gêneros são descritos como promotores de crescimento vegetal e habitantes de nódulos de leguminosas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa (03.16.05.016.00.00), à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e ao Instituto Federal do Piauí (IFPI), pelo apoio financeiro

Referências

- CARDOSO, P. A.; ALVES, A.; SILVEIRA, P.; SÁ, C.; FIDALGO, C.; FREITAS, R.; FIGUEIRA, E. Bacteria from nodules of wild legume species: Phylogenetic diversity, plant growth promotion abilities and osmotolerance. **Science of the Total Environment**, v. 645, p. 1094-1102, 2018.
- DHOLE, A.; SHELAT, H.; VYAS, R.; JHALA, Y.; BHANGE, M. Endophytic occupation of legume root nodules by nifH-positive non-rhizobial bacteria, and their efficacy in the groundnut (*Arachis hypogaea*). **Annals of Microbiology**, v. 66, n. 4, p. 1397-1407, 2016.
- LEITE, J.; FISCHER, D.; ROUWS, L. F. M.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I.; HOFMANN, A.; KUBLIK, S.; SCHLOTTER, M.; XAVIER, G. R.; RADL, V. Cowpea nodules harbor Non-rhizobial bacterial communities that are shaped by soil type rather than plant genotype. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. Jan, p. 1-11, 2017.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora Ufla, 2006. 624 p.
- NAAMALA, J.; JAISWAL, S. K.; DAKOR, F. D. Antibiotics resistance in rhizobium: type, process, mechanism and benefit for agriculture. **Current Microbiology**, v. 72, n. 6, p. 804-816, June 2016.
- VINCENT, J. M. A. **Manual for the practical study of rootnodule bacteria**. Oxford: Blackwell Science Publication, 1970. 164p.
- ZHANG, Q.; DICK, W. A. Growth of soil bacteria, on penicillin and neomycin, not previously exposed to these antibiotics. **Science of the Total Environment**, v. 493, p. 445-453, 2014.

Mecanismos de promoção do crescimento vegetal em bactérias não rizobianas provenientes de nódulos de *Arachis* spp.

Thaise Rosa da Silva¹; Ruth Terezinha Rodrigues²; Tailane Ribeiro do Nascimento³; Paulo Ivan Fernandes Júnior⁴

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de bactérias não rizobianas, endofíticas de nódulos de amendoim (*Arachis hypogaea* L.), na síntese de auxinas, solubilização de fosfato de cálcio e a presença de um fragmento do gene *nifH*. Para obter a quantificação de compostos indólicos, uma alíquota de 100 µL do sobrenadante bacteriano foi adicionado em microplaca com 96 poços e sobre este 100 µL de reagente Salkowski. As amostras foram lidas em espectrofotômetro a 540 nm. Para a solubilização de fosfato de cálcio, os isolados foram inoculados em meio GL suplementado com CaCl₂ e K₂HPO₄. Os isolados foram avaliados quanto à presença do gene *nifH* pela a técnica de Nested-PCR. Dentre os isolados avaliados, todos foram capazes de produzir auxinas, no entanto, apenas quatro isolados foram capazes de solubilizar fosfato de cálcio. Quanto ao gene *nifH*, todos foram considerados positivos.

Palavras-chave: bactérias endofíticas, leguminosas, gene *nifH*, inoculante.

Introdução

Diversas espécies de vegetais se associam com bactérias diazotróficas e a associação entre as plantas da família Fabaceae (Leguminosas) e os rizóbios

¹Bióloga, mestranda em Recursos Naturais do Semiárido - Univasf, bolsista Facepe, Petrolina, PE.

²Bióloga, mestranda em Recursos Naturais do Semiárido - Univasf, bolsista Cpes, Petrolina, PE.

³Bióloga, mestranda em Horticultura Irrigada - Uneb, bolsista Facepe, Juazeiro, BA

⁴Bióloga, D.Sc. em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. paulo.ivan@embrapa.br.

são os exemplos mais estudados (Dobereiner, 1990). Rizóbios são bactérias altamente especializadas capazes de se associar a leguminosas, formando estruturas radiculares ou caulinares denominadas “nódulos”. A associação entre rizóbio-leguminosa é muito importante para a agricultura porque promove aumento significativo do nitrogênio no sistema solo-plantas (Costa et al., 2013). Entretanto, tem se verificado uma diversidade de bactérias não rizobianas endofíticas de nódulos radiculares, e muitos dos isolados não rizobianos obtidos nos processos de isolamento de bactérias fixadoras de N estão coabitando os nódulos com os rizóbios (Martinez-Hidalgo; Hirsch, 2017).

As bactérias não rizobianas, podem apresentar atividade significativa no interior do nódulo, atuando de forma direta, na promoção do crescimento vegetal, por meio de diversos mecanismos que devem ser investigados.

A eficiência dos inoculantes disponíveis pode ser otimizada por meio da co-inoculação dos rizóbios com bactérias não rizobianas promotoras de crescimento habitantes do ambiente nodular pela sua compatibilidade com os rizóbios e adaptação ao mesmo nicho ecológico (Dhole et al., 2016). Neste contexto, o conhecimento e a caracterização de isolados não rizobianos fornece um campo alternativo para a obtenção de microrganismos com potencial biotecnológico, uma vez que esses isolados ainda não são explorados comercialmente e podem ser uma nova estratégia para a agricultura sustentável.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar isolados não rizobianos associados ao amendoim quanto ao seu potencial biotecnológico por meio da avaliação *in vitro* de três mecanismos de promoção do crescimento vegetal.

Material e Métodos

As 14 bactérias avaliadas neste trabalho foram obtidas e selecionadas por meio do sequenciamento parcial do gene 16S RNA por Santos (2017). Estes isolados estão depositados na Coleção de Culturas de Microrganismos de Interesse Agrícola da Embrapa Semiárido a -80° C. Estas bactérias foram isoladas de espécies de *Arachis*, cultivadas em diferentes solos do Semiárido.

As bactérias foram reativadas em meio de cultura YM e para a quantificação de compostos indólicos foi adotada a metodologia colorimétrica proposta por (Sarwar; Kremer, 1995). A solubilização de fosfato de cálcio foi feita em placas com meio GL, de acordo com Sylvester-Bradley et al. (1982).

As bactérias foram submetidas à avaliação da capacidade em solubilizar fosfato inorgânico. Os isolados foram cultivados em meio líquido YM e alíquotas de 10 µl foram inoculadas em meio GL sólido. As placas foram incubadas por 15 dias e a capacidade de solubilização do fosfato foi avaliada por meio da formação do halo translúcido ao redor das colônias.

Os isolados foram avaliados quanto à presença do gene *nifH*, que codifica a enzima dinitrogenase redutase do complexo enzimático nitrogenase, por meio de PCR. A extração do DNA foi realizada pelo método de lise alcalina (Reis Júnior et al., 2004).

A PCR para o *nifH* amplificou um fragmento de aproximadamente 360 pb utilizando-se a abordagem de nested-PCR, sendo a primeira reação realizada com os iniciadores PolF e PolR e a segunda reação com os iniciadores NifHfor e NifHRev (Soares et al., 2006). Os produtos da PCR foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 1,5% a 100 V por 60 minutos e observados em transiluminador UV.

Os experimentos foram conduzidos com três repetições e os dados da avaliação da produção de auxinas foram submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste de Scott-Knott ($p > 0,05$) utilizando-se o programa Sisvar 5.0.

A amplificação do gene *nifH* e a solubilização de fosfatos foi avaliada qualitativamente determinando-se a presença ou ausência da característica.

Resultados e Discussão

A produção de compostos indólicos pelas bactérias isoladas do amendoim, no ensaio, apresentou valores que variaram entre 39,78 $\mu\text{g mL}^{-1}$ a 191,21 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para os isolados S6AD 24 e S6AM 2 respectivamente (Tabela 1). Os isolados considerados mais promissores foram os pertencentes ao gênero *Bacillus*, sendo o isolado S6AD 24, superior à referência BR 3262 e estatisticamente igual à bactéria de referência Ab-V5.

Espécies de *Bacillus* sp. têm sido apontadas, cada vez mais frequentemente, como endofíticos de nódulos, relatados em várias espécies de leguminosas (Costa et al., 2013). Os gêneros não rizobianos, como o *Bacillus*, aumentam a nodulação quando coinoculadas com um simbionte rizobiano por meio da produção de auxinas, capacidade de solubilizar fosfato, uma vez que essas substâncias atuam no crescimento radicular, fornecendo para a planta uma maior amplitude quanto à exploração do solo e, assim, atraindo um número significativo de simbiontes rizobianos, estabelecendo influência significativa no desenvolvimento e rendimento de culturas de interesse agrícola (Tariq et al., 2012).

Quanto à presença do gene *nifH*, todos os isolados amplificaram na reação de Nested-PCR. Sendo a amplificação do gene *nifH*, uma forma de seleção para isolados potencialmente diazotróficos, ou seja, fixadores de N. Avaliando a atividade significativa de não rizóbios em nódulos de amendoim, Dhole et al. (2016) também verificaram o potencial biotecnológico desses isolados a partir da amplificação do gene *nifH*, corroborando com os resultados deste trabalho.

Tabela 1. Mecanismos para a promoção do crescimento vegetal por isolados não rizobianos provenientes de nódulos de *Arachis* spp.

| Isolados | Hospedeiro | Gênero | Auxinas ($\mu\text{g mL}^{-1}$) | Solubilização de CaP | nifH (direto) | nifH (nested) |
|----------|---------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------|---------------|
| S6AM30 | A. magna | <i>Bacillus</i> | 61,92c | - | + | + |
| S6AM23 | A. magna | <i>Chitinophaga</i> | 43,11c | - | + | + |
| S5AD16 | A. duranensis | <i>Dyella</i> | 54,78c | - | - | + |
| S6AD 4 | A. duranensis | <i>Dyella</i> | 58,35c | - | - | + |
| S3AB 11 | A. batizocoi | <i>Leifsonia</i> | 111,45b | - | - | + |
| S4AM 2 | A. magna | <i>Paenibacillus</i> | 125,97b | - | - | + |
| S3AB 10 | A. batizocoi | <i>Paraburkholderia</i> | 53,59c | + | + | + |
| S6AII | A. ipaensis | <i>Ralstonia</i> | 88,11b | + | + | + |
| S2AB 5 | A. batizocoi | <i>Burkholderia</i> | 52,64c | + | - | + |
| S2AIIII | A. duranensis | <i>Bacillus</i> | 50,97c | - | + | + |
| S6AD 24 | A. duranensis | <i>Bacillus</i> | 191,21a | - | - | + |
| S6AD 27 | A. duranensis | <i>Bacillus</i> | 104,30b | + | - | + |
| S6AM 2 | A. magna | <i>Bacillus</i> | 39,78c | - | + | + |
| S2AII | A. ipaensis | <i>Bacillus</i> | 44,54c | - | - | + |
| BR 3262 | | <i>Bradyrhizobium i</i> | 41,45c | - | + | + |
| Ab-V5 | | <i>Azospirillum</i> | 242,64a | - | + | + |

Letras minúsculas: comparação entre os isolados; letras iguais: não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p>0,05$).

Conclusão

Os isolados não rizobianos avaliados apresentam potencial para a promoção do crescimento, por meio da produção de auxinas, e capacidade de solubilizar fosfato de cálcio, além da presença do gene *nifH*, com destaque para o isolado S6AD 27, de *Bacillus* sp.

Referências

- COSTA, E. M. da; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. de; TROCHMANN, A.; FERREIRA, L. de V. M.; MOREIRA, F. M. de S. Promoção do crescimento vegetal e diversidade genética de bactérias isoladas de nódulos de feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1275-1284, 2013.
- DHOLE, A.; SHELAT, H.; VYAS, R.; JHALA, Y.; BHANGE, M. Endophytic occupation of legume root nodules by *nifH*-positive non-rhizobial bacteria, and their efficacy in the groundnut (*Arachis hypogaea*). **Annals of Microbiology**, v. 66, p. 1397-1407, 2016.
- DOBEREINER, J. Avanços recentes na pesquisa em fixação biológica de nitrogênio no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 4, n. 8, jan./abr. 1990. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141990000100011>. Acesso em: 14 ago. 2018.
- MARTÍNEZ-HIDALGO, P.; HIRSCH, A. M. The nodule microbiome: N₂-fixing rhizobia do not live alone. **Phytobiomes Journal**, v. 1, p. 70-82, 2017.
- REIS JÚNIOR, F. B dos; TEIXEIRA, K. R. S.; REIS, V. M. **Análises de restrição do DNA Ribossomal Amplificado (ARDRA) em estudos de diversidade intra-específica de *Azospirillum amazonenses* isolado de diferentes espécies de *Brachiaria***. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2004. (Embrapa Cerrados. Documentos, 117).
- SANTOS, J. W. M. **Diversidade genética e potencial simbiótico de bactérias de nódulos de *Arachis* spp. em solos do Semiárido**. 2017. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
- SARWAR, M.; KREMER, R. J. Determination of bacterially derived auxins using a microplate method. **Letters in Applied Microbiology**, v. 20, n. 2, p. 282-285, 1995.
- SOARES, R. S.; ROESCH, L. F. W.; ZANATTA, G.; CAMARGO, F. A. O.; ASSAGLIA, L. M. P. Occurrence and distribution of nitrogen fixing bacterial community associated with oat (*Avena sativa*) assessed by molecular and microbiological techniques. **Applied Soil Ecology**, v. 33, n. 3, p. 221-234, 2006.
- SYLVESTER-BRADLEY, R.; ASAKAWA, N.; LA TORRACA, S.; MAGALHÃES, F. M. M.; OLIVEIRA, L. A.; PEREIRA, R. M. Levantamento quantitativo de microrganismos solubilizadores de fosfatos na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 12, n. 1, p. 15-22, 1982.
- TARIQ, M.; HAMEED, S.; YASMEEN, T.; ALI, A. Non-rhizobial bacteria for improved nodulation and grain yield of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 84, p. 15012-15019, 2012.

Inoculação com *Bradyrhizobium* aumenta a fixação biológica de nitrogênio e a produtividade em variedades de feijão-caupi recomendadas para o Nordeste

Reginaldo Alves Ferreira Neto¹; Ana Dolores Santiago de Freitas²; Paulo Ivan Fernandes Júnior³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estimar o N fixado e a produtividade de variedades de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp)] recomendadas para a região Nordeste em função da associação com rizóbios nativos ou da inoculação com estirpes recomendadas nacionalmente para a cultura. Foi realizado um experimento em campo, no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, seguindo-se um arranjo fatorial em que foram testadas dez variedades cultivadas, com ou sem inoculação ou recebendo adubação nitrogenada (80 kg.ha⁻¹ N, na forma de ureia), além de um tratamento controle absoluto. As estimativas das quantidades de N fixado foram realizadas aos 45 DAP e a produção de grãos ao final do ciclo da cultura. Inoculações podem aumentar a produtividade e a quantidade de N fixado no feijão-caupi cultivado em solos do Semiárido. Entretanto, existem respostas diferenciadas das variedades às diferentes estirpes recomendadas e à adubação nitrogenada. Mesmo após a coleta dos grãos, todas as variedades são capazes de adicionar N ao sistema de cultivo, desde que sua palhada seja deixada no solo.

Palavras-chave: abundância natural do ¹⁵N, fixação biológica do N, *Vigna unguiculata* L. (Walp), inoculante.

¹Biólogo, doutorando em Tecnologias Energéticas e Nucleares (PROTEN) – UFPE, bolsista Facepe, Recife, PE.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Tecnologias Energéticas e Nucleares Professora da UFRPE, Recife, PE.

³Biólogo, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, paulo.ivan@embrapa.br.

Introdução

O feijão-caupi é uma das culturas predominantes nas pequenas propriedades do Semiárido brasileiro, por suas características de rusticidade, baixa exigência em fertilidade de solos e tolerância a altas temperaturas e seca. Como os solos da região, em geral, são pobres em matéria orgânica e raramente são utilizados fertilizantes nitrogenados, a fixação biológica do nitrogênio (FBN) tem um papel fundamental na manutenção da produtividade dos cultivos. Entretanto, geralmente o feijão-caupi é cultivado sem inoculação, ficando a fixação dependente da simbiose com rizóbios nativos.

Atualmente, existem quatro estirpes de rizóbios recomendadas em nível nacional para a inoculação do feijão-caupi (Brasil, 2011), porém, muitas vezes a inoculação com estirpes selecionadas não apresenta vantagem sobre a população nativa de rizóbios (Freitas et al., 2012).

As variedades de feijão-caupi apresentam grande variabilidade genética (Freire Filho, 1988), sendo possível que também apresentem diferentes potências para estabelecer simbiose eficiente (Marinho et al., 2014). Assim, além de buscar inoculantes eficientes, é importante a seleção de genótipos da planta com maior capacidade de FBN e mais adaptados às condições de clima e solos da região.

O objetivo deste trabalho foi estimar a FBN e a produtividade de variedades de feijão-caupi recomendadas para a região Nordeste, em associação com rizóbios nativos ou inoculadas com estirpes recomendadas nacionalmente para a cultura.

Material e Métodos

Foi realizado um experimento no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, seguindo-se um arranjo fatorial em que foram testadas dez variedades de feijão-caupi (BRS Acauã, BRS Imponente, BRS Nova Era, BRS Marataoã, BRS Pajeú, BRS Potengi, BRS Pujante, BRS Tapaihum, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique), cultivadas com ou sem a inoculação de quatro estirpes de *Bradyrhizobium* (UFLA 03-84, BR 3267, INPA 03-11B e BR 3262) ou recebendo adubação nitrogenada (80 kg.ha⁻¹ N, na forma de ureia), além de um tratamento controle sem inoculação e sem adubação nitrogenada.

O cultivo recebeu 20 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O no plantio, irrigação por gotejamento e capinas manuais. O delineamento experimental adotado foi o de

blocos ao acaso, com quatro repetições, parcelas de 7,5 m² e espaçamento de 0,50 m entre as linhas e 0,20 m entre plantas. Uma parcela extra em cada bloco foi cultivada com plantas referência – girassol (*Helianthus annuus* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.) – para estimativa da FBN por meio da técnica da abundância natural do ¹⁵N.

As estimativas da produção de biomassa aérea e da FBN foram realizadas aos 45 dias após o plantio (DAP), ocasião em que também foram coletadas amostras da parte aérea das plantas referência (algodão, mamona e girassol). No material vegetal foram determinados o peso seco das amostras e as concentrações totais (%) e razões isotópicas de N, em espectrômetro de massa com interface com um analisador elementar, no Laboratório de Ecologia Isotópica (CENA–USP).

Estimativas da FBN foram realizadas quando a diferença entre as médias dos sinais de $\delta^{15}\text{N}$ das leguminosas e das referências foram estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$). Então, foi estimado o percentual de nitrogênio derivado do ar (%N_{dda}), utilizando o método da abundância natural do ¹⁵N (Shearer; Kohl, 1986) por meio da equação: $\%N_{dda} = [(\delta^{15}\text{N}(\text{referência}) - \delta^{15}\text{N}(\text{fixadora})) / \delta^{15}\text{N}(\text{referência}) - B] \times 100$, em que $\delta^{15}\text{N}(\text{referência})$ é o valor médio dos $\delta^{15}\text{N}$ das plantas referência; $\delta^{15}\text{N}(\text{fixadora})$ é o valor médio de $\delta^{15}\text{N}$ de cada de cada tratamento e B -1,61‰ (Unkovich et al., 2008).

As quantidades de N fixadas foram estimadas e calculadas multiplicando-se a biomassa pelos respectivos teores de N e de % N_{dda}. A avaliação da produtividade foi realizada aos 80 DAP. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A diferença de sinal isotópico do N absorvido pelas plantas controle ($\delta^{15}\text{N} = 9,53$ ‰) e o N absorvido pelo feijão-caupi foi sempre significativa e maior que 2‰ (dados não apresentados), situação em que foi considerado que houve fixação em todos os tratamentos (Freitas et al., 2012). Para a maioria das variedades, o maior sinal isotópico foi observado nas plantas que receberam adubação nitrogenada, indicando inibição da FBN, que chegou a valores de apenas 26% na variedade Acauã. A variedade Potengi sempre se agrupou entre as variedades com menor absorção de N atmosférico (entre 39% e 66%), não diferindo de outras em alguns tratamentos (dados não apresentados).

As quantidades de N fixado foram fortemente influenciadas pela quantidade de biomassa aérea produzida e variaram de acordo com a interação das variedades com os tratamentos (Tabela 1). A maior quantidade de biomassa aérea foi produzida pela variedade Tumucumaque, quando inoculada com a estirpe BR 3262 (1831 kg.ha⁻¹), sem diferença da testemunha nitrogenada (dados não apresentados). Já em simbiose com as bactérias nativas, só produziram a metade desta quantidade. Para a variedade Pajeú, nenhum tratamento com inoculação ou a simbiose com as bactérias nativas conseguiu produzir quantidade de biomassa (entre 659 kg.ha⁻¹ e 934 kg.ha⁻¹) maior que a testemunha nitrogenada (1311 kg.ha⁻¹).

Houve influência dos tratamentos de inoculação no aporte de N fixado na biomassa aérea, nas variedades Pajeú, Tapaihum e Tumucumaque (Tabela 1). Quando inoculada com a estirpe BR 3262, a variedade Pajeú apresentou a quantidade de N fixado (23,43 kg.ha⁻¹) superior aos demais tratamentos inoculados e similar ao controle nitrogenado. Na variedade Tapaihum, a inoculação com UFLA 03-84 fixou 27 kg.ha⁻¹ de N se destacando dentre as demais inoculações e tendo desempenho similar à inoculação com BR 3262 e superior ao controle nitrogenado. A variedade Tumucumaque, recebendo inoculação com a estirpe BR 3262, fixou 34 kg ha⁻¹, resultado bastante contrastante com o da testemunha nitrogenada (9 kg ha⁻¹), embora similar ao das estirpes INPA 03-11B e UFLA 03-84 (Tabela 1).

Tabela 1. N fixado (kg.ha⁻¹) na biomassa aérea de diferentes variedades de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp)] inoculadas com estirpes de rizóbio recomendadas.

| Variedade (BRS) | Com inoculação/estirpes | | | | Sem inoculação | |
|-----------------|-------------------------|---------|-------------|------------|-------------------|---------------|
| | BR 3262 | BR 3267 | INPA 03-11B | UFLA 03-84 | Controle absoluto | Controle c/ N |
| Acauã | 12 aB | 20 aA | 24 aA | 23 aA | 16 aB | 13 aB |
| Imponente | 33 aA | 21 aA | 22 aA | 21 aA | 29 aA | 11 aB |
| Marataoã | 18 aA | 12 aB | 19 aA | 10 aB | 18 aB | 17 aB |
| Nova Era | 19 aA | 14 aB | 23 aA | 19 aB | 17 aB | 15 aB |
| Pajeú | 23 aA | 13 bB | 13 bA | 12 bB | 17 bB | 27 aA |
| Potengi | 22 aA | 14 aB | 18 aA | 13 aB | 32 aA | 21 aA |
| Pujante | 21 aA | 23 aA | 22 aA | 20 aA | 25 aA | 25 aA |
| Tapaihum | 18 aA | 10 bB | 14 bA | 27 aA | 12 bB | 10 bB |
| Tumucumaque | 34 aA | 14 bB | 30 aA | 29 aA | 21 bB | 9 bB |
| Xiquexique | 8 aB | 25 aA | 17 aA | 16 aB | 14 aB | 16 aB |

Letras minúsculas comparam cada variedade de feijão-caupi isoladamente com estirpes de bactérias, enquanto letras maiúsculas comparam o desempenho de cada estirpe de bactéria inoculada nas diferentes variedades de feijão-caupi. A análise de variância foi realizada por meio do teste Scott-Knott a 0,05 de probabilidade.

Também houve respostas diferentes das variedades às inoculações, à simbiose com as bactérias nativas e à adubação nitrogenada para a produtividade de grãos, mas as respostas seguiram um padrão diferente (Tabela 2). A variedade Nova Era foi a mais produtiva e, quando inoculada com a BR 3262, produziu mais que todos os outros tratamentos, mas sem diferença estatística das inoculações com a UFLA-03-84, com a INPA 03-11B e com a testemunha nitrogenada.

Tabela 2. Produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na biomassa aérea de diferentes variedades de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp)] inoculadas com estirpes de rizóbio recomendadas.

| Variedade (BRS) | Com inoculação/estirpes | | | | Sem inoculação | |
|-----------------|-------------------------|---------|-------------|------------|-------------------|---------------|
| | BR 3262 | BR 3267 | INPA 03-11B | UFLA 03-84 | Controle absoluto | Controle c/ N |
| Acauã | 2405 aA | 2056 aB | 2175 aB | 1849 aC | 2245 aA | 1971 aB |
| Imponente | 1218 bB | 1303 bC | 1367 bC | 1462 bD | 2214 aA | 2079 aB |
| Marataoã | 1698 cB | 3088 aA | 2385 bB | 1358 cD | 2199 bA | 2361 bB |
| Nova Era | 3111 aA | 1493 bC | 2728 aB | 2556 aB | 1791 bB | 2363 aB |
| Pajeú | 2487 bA | 2912 aA | 3139 aA | 2222 bB | 1414 cB | 2708 aA |
| Potengi | 2322 aA | 2267 aB | 2408 aB | 2663 aB | 2523 aA | 2363 aB |
| Pujante | 2519 bA | 3139 aA | 3530 aA | 2394 bB | 2135 bA | 3179 aA |
| Tapaihum | 2515 aA | 3125 aA | 2627 aB | 2373 aB | 2493 aA | 2462 aB |
| Tumucumaque | 2112 bA | 2368 bB | 2699 aB | 3151 aA | 2164 bA | 2605 aA |
| Xiquexique | 1521 bB | 2403 aB | 2490 aB | 2565 aB | 2757 aA | 2317 aB |

Letras minúsculas comparam cada variedade de feijão-caupi isoladamente com estirpes de bactérias, enquanto letras maiúsculas comparam a performance de cada estirpe de bactéria inoculada nas diferentes variedades de feijão-caupi. A análise de variância foi realizada por meio do teste Scott-Knott a 0,05 de probabilidade.

Conclusão

A utilização de estirpes inoculantes pode aumentar a produtividade de grãos e a quantidade de N fixado no feijão-caupi cultivado em solos do Semiárido, com respostas aos tratamentos de inoculação ou adubação, a depender da variedade empregada.

Agradecimentos

À Facepe (APQ 0199-5.01/15) e à Embrapa (03.16.05.016.00.00), pelo apoio financeiro. À Facepe, pela bolsa de doutorado do primeiro autor (IBPG 1189-5.01/13).

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 13, de 24 de março de 2011. Aprova as normas sobre especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem dos inoculantes destinados à agricultura, bem como as relações dos micro-organismos autorizados e recomendados para produção de inoculantes no Brasil, na forma dos Anexos I, II e III, desta Instrução. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 25 mar. 2011. Seção 1, p.3-7.
- FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.
- FREITAS, A. D. S.; SILVA, A. F.; SAMPAIO, E. V. S. B. Yield and biological nitrogen fixation of cowpea varieties in the semi-arid region of Brazil. **Biomass and Bioenergy**, v. 45, p. 109-114, 2012.
- MARINHO, R. de C. N.; NÓBREGA, R. S. A.; ZILLI, J.E.; XAVIER, G. R.; SANTOS, C. A. F.; AIDAR, S. de T.; MARTINS, L. M. V.; FERNANDES JÚNIOR, P. I. Field performance of new cowpea cultivars inoculated with efficient nitrogen fixing rhizobial strains in the Brazilian Semiarid. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 395-402, 2014.
- SHEARER, G.; KOHL, D. H. N_2 fixation in field settings: estimations based on natural ^{15}N abundance. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, p. 699-756, 1986.
- UNKOVICH, M.; HERRIDGE, D.; PEOPLES, M.; CADISCH, G.; BODDEY, R.; GILLER, K.; ALVES, B.; CHALK, P. **Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems**. Canberra: ACIAR, 2008. 258 p.

Diversidade genética de rizóbios de feijão-caupi em Luvissoles do Sertão pernambucano

Aleksandro Ferreira da Silva¹; Valéria Borges da Silva²; Pablo Acácio dos Santos Souza³; Andressa Silva de Oliveira³, Ana Dolores Santiago de Freitas⁴; Paulo Ivan Fernandes Júnior⁵

Resumo

Com este trabalho, objetivou-se avaliar a diversidade genética de rizóbios de nódulos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] nativos de Luvissoles em municípios do Sertão pernambucano. As comunidades rizobianas foram acessadas utilizando-se a cultivar BRS Pujante como planta-isca em casa de vegetação. Após o isolamento e purificação, realizou-se a extração do DNA e amplificação dos fragmentos do gene simbiótico *nodC* de α e β -rizóbios. Para os isolados *nodC* positivo, amplificou-se o gene 16S rRNA para se proceder com as análises de restrição utilizando-se as enzimas: *HaeIII*, *MspI*, *Hin6I* e *Tru1I*. Os perfis de restrição do 16S rRNA dos 70 isolados *nodC* positivo, juntamente com as estirpes-referência, permitiram a formação de dois grandes grupos que separaram α e β -rizóbios. Nenhum dos 70 isolados apresentou 100% de similaridade com nenhuma das dez estirpes-referência utilizadas. Custódia e Serra Talhada foram os municípios com os maiores índices de diversidade e riqueza. As populações de rizóbios de feijão-caupi estabelecidas em Luvissoles do Sertão pernambucano apresentam perfis genéticos muito diverso.

Palavras-chave: fixação biológica de nitrogênio, Semiárido, simbiose.

¹Engenheiro-agrônomo, doutorando em Ciência do Solo – UFRPE, bolsista Capes, Recife, PE.

²Graduada em Ciências Agrárias, doutoranda em Ciência do Solo – UFPB, Professora do Instituto Federal do Piauí-IFPI, Areia, PB.

³Graduando (a) em Ciências Biológicas – UFRPE, Recife, PE.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. e Tecnologias Energéticas Nucleares, professora do Departamento de Agronomia da UFRPE, Recife, PE.

⁵Biólogo, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, paulo.ivan@cpatsa.embrapa.br.

Introdução

No Brasil, ao longo dos últimos anos, o feijão-caupi tem adquirido maior expressão econômica. Embora seja cultivado em todas as regiões, o Nordeste ainda detém a maior área plantada (Freire Filho, 2011). Seu cultivo tem sido praticado tanto em pequenos quanto em médios e grandes estabelecimentos agropecuários que, por consequência, utilizam diferentes aportes tecnológicos.

No Semiárido brasileiro, a maior produção tem sido por unidades de produção familiar. Nesta região, o feijão-caupi, de alto valor nutritivo (principalmente como fonte de proteína) e de ampla adaptabilidade às condições tropicais, tem grande importância socioeconômica, sendo responsável por fixar mão de obra e gerar emprego e renda.

Por estabelecer simbiose com rizóbios e apresentar ampla faixa hospedeira, o uso desta leguminosa no Semiárido brasileiro tem sido estratégico para a gestão da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em sistemas agrícolas como recurso sustentável.

Contribuições vêm sendo feitas no avanço do conhecimento da ecologia e diversidade de rizóbios em diferentes ecossistemas brasileiros. Com isso, novas espécies de rizóbios têm sido descritas a partir de solos do Brasil (Radl et al., 2014), indicando a importância da exploração deste recurso biológico, tanto para o melhor entendimento da biodiversidade como para a aplicação biotecnológica. Diante disso, a exploração de rizóbios de feijão-caupi em solos de ampla distribuição no Semiárido, como os Luvisolos, por exemplo, pode indicar novos *taxa* bacterianos com características peculiares de adaptação às condições edafoclimáticas da região.

Com este estudo, objetivou-se avaliar a diversidade genética de rizóbios de nódulos de feijão-caupi nativos de Luvisolos do Sertão pernambucano.

Material e Métodos

As comunidades rizobianas foram acessadas a partir de ensaio de planta-isca utilizando feijão-caupi (BRS Pujante) em casa de vegetação. Os substratos para o desenvolvimento das plantas foram amostras superficiais (0-20 cm) de Luvisolos de áreas de Caatinga densa de cinco municípios (Petrolina, Santa Maria da Boa Vista, São José do Egito, Custódia e Serra Talhada) do Sertão pernambucano. As plantas foram cultivadas por 50 dias, quando as raízes foram separadas da parte aérea e lavadas e os nódulos dessecados. Cinco nódulos foram amostrados aleatoriamente de cada vaso para o isolamento.

A assepsia dos nódulos ocorreu por imersão em álcool etílico (96° GL) por 30 segundos e hipoclorito de sódio (2,5%) por 5 minutos, com dez lavagens sucessivas em água destilada estéril para posterior esmagamento em meio de cultura YMA. As placas foram incubadas a 28 °C até o aparecimento das colônias bacterianas, que foram purificadas no mesmo.

O DNA molde utilizado para as amplificações foi extraído pelo método de lise alcalina das células, adaptado de Wang et al. (1993). Todos os isolados foram submetidos à amplificação de fragmentos do gene simbiótico *nodC*. Os pares de iniciadores utilizados foram: NodCforBurk e NodCrevBurk, para beta rizóbios (Elliott et al., 2007) e NodCfor540 e NodCrev1160 (Sarita et al., 2005), para alfa rizóbios. Os produtos da PCR foram submetidos à eletroforese horizontal em gel de agarose (1,0%) a 100 V por 90 minutos.

Para todos os isolados *nodC* positivo, avaliou-se a diversidade genética utilizando-se a técnica de análise de restrição do DNA ribossomal amplificado (ARDRA). Para tal, amplificou-se o gene 16S com os iniciadores universais Y1 e Y3. As digestões ocorreram “overnight” a 37 °C utilizando-se as endonucleases *HaeIII*, *MspI*, *Hin6I* e *Tru1I*. Tanto para a amplificação dos genes, quanto para as análises de restrição, os géis foram visualizados em fotodocumentador com luz UV.

As imagens dos géis foram analisadas com auxílio do programa BioNumerics 7.6 (Applied Maths, Bélgica), empregando-se o coeficiente de Dice e o método de agrupamento UPGMA para a construção do dendrograma de similaridade. Os índices de diversidade foram obtidos utilizando-se o programa Past (Hammer et al., 2001).

Resultados e Discussão

Ao final do isolamento foram obtidas 84 bactérias. Após serem submetidas à amplificação dos fragmentos do gene simbiótico *nodC*, 70 foram positivas para a amplificação de um dos fragmentos. Os perfis de restrição do 16S rRNA dos 70 isolados rizobianos, com as estirpes-referência, permitiram a formação de dois grandes grupos com 38,37% de similaridade que, de acordo com a distribuição das estirpes de referência, consistiu na separação das subclasses α e β -Proteobacteria (Figura 1).

O grupo 1, formado pelos α -rizóbios, foi o menor, agrupando 19 isolados novos de feijão-caupi. Junto a esses, ficaram agrupadas as estirpes-referência. Neste grupo, 95,8 % dos isolados são nativos dos Luvissolos de Custódia e Serra Talhada. No grupo 2, os 51 novos isolados agruparam-se aos cinco β -rizóbios de referência. Esse grupo é formado por isolados de todos os locais de coleta.

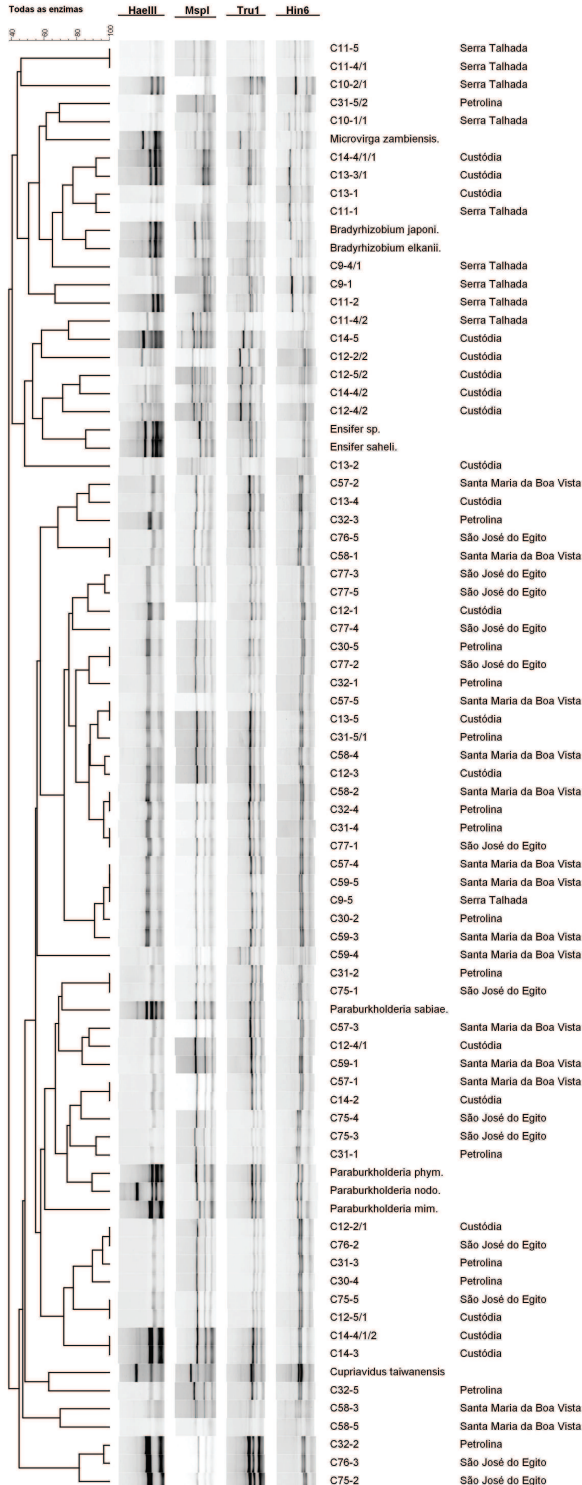


Figura 1. Dendrograma de similaridade baseado nos perfis de restrição do gene 16S rRNA de novos isolados de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] e de estirpes-referência, utilizando-se as endonucleases *MspI*, *HaellI*, *Hin6I* e *Tru1I*.

Grande variabilidade genética foi verificada para todos os isolados rizobianos avaliados. Além disso, nenhum dos 70 isolados apresentou 100% de similaridade com nenhuma das dez estirpes-referência utilizadas. Tais resultados podem sugerir a presença de rizóbios ainda não descritos. Estudando a diversidade de rizóbios nativos de solos do Vale do São Francisco e oriundos de nódulos de feijão-caupi, Leite et al. (2009), utilizando a técnica de ARDRA, também verificaram grande variabilidade genética dos isolados, porém, com prevalência de α -rizóbios, divergindo dos resultados deste estudo.

Índices de diversidade foram calculados para cada local de coleta considerando-se a formação de grupos a 70% de similaridade. O índice de diversidade de Shannon-Weaver e riqueza de Margalef foram maiores para os Luvisolos de Custódia e Serra Talhada.

Os valores de equitabilidade encontrados neste estudo sugerem uniformidade na distribuição dos grupos rizobianos, não havendo, portanto, dominância de quaisquer grupo (Tabela 1). Embora todos os municípios estejam localizados no Sertão pernambucano, as maiores médias de precipitação pluviométrica foram constatadas em Custódia e Serra Talhada. Além disso, os Luvisolos desses dois municípios apresentaram os maiores teores de fósforo (P). Isso, em parte, pode justificar a maior diversidade e riqueza de rizóbios nestes locais.

Tabela 1. Diversidade de Shannon-Weaver, riqueza de Margalef e equitabilidade de Pielou de rizóbios de nódulos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] nativos de Luvisolos do Sertão de Pernambuco.

| | Custódia | Petrolina | Santa Maria da Boa Vista | São José do Egito | Serra Talhada |
|--------------|----------|-----------|--------------------------|-------------------|---------------|
| Shannon (H') | 2,13 | 1,77 | 1,77 | 1,62 | 2,16 |
| Margalef | 3,05 | 2,65 | 2,65 | 1,95 | 3,47 |
| Pielou | 0,92 | 0,85 | 0,85 | 0,90 | 0,98 |

Conclusão

Populações de rizóbios de feijão-caupi estabelecidas em Luvisolos do Sertão pernambucano apresentam perfis genéticos muito diverso.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de doutorado, à Embrapa (03.16.05.016.00.00) e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Referências

- ELLIOTT, G. N.; CHEN, W. M.; BONTEMPS, C.; CHOU, J. H.; YOUNG, J. P. W.; SPRENT, J. I.; JAMES, E. K. Nodulation of *Cyclopia* spp. (Leguminosae, Papilionoideae) by *Burkholderia tuberum*. **Annals of Botany**, v. 100, p. 1403-1411, 2007.
- FREIRE FILHO, F. R. (Ed.). **Feijão caupi**: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **PAST**: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- LEITE, J.; SEIDO, S. L.; PASSOS, S. R.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V. Biodiversity of rhizobia associated with cowpea cultivars in soils of the lower half of the São Francisco River Valley. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1215-1226, 2009.
- RADL, V.; SIMOES-ARAÚJO, J. L.; LEITE, J.; PASSOS, S. R.; MARTINS, L. M.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; BALDANI, J. I.; ZILLI, J. E. *Microvirga vignae* sp. nov., a root nodule symbiotic bacterium isolated from cowpea grown in semi-arid Brazil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 64, p. 725-730, 2014.
- SARITA, S.; SHARMA, P. K.; PRIEFER, U. B.; PRELL, J. Direct amplification of rhizobial nodC sequences from soil total DNA and comparison to nodC diversity of root nodule isolates. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 54, p. 1-11, 2005.
- WANG, H.; QI, M.; CUTLER, A. J. A simple method of preparing plant samples for PCR. **Nucleic Acids Research**, v. 21, p. 4153-4154, 1993.

Produção de auxinas in vitro por rizóbios de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] nativos do Semi-árido

Tailane Ribeiro do Nascimento¹; Pâmella Thalita Souza Sena²; Thaíse Rosa da Silva³; Lindete Míria Vieira Martins⁴; Paulo Ivan Fernandes Junior⁵

Resumo

Objetivou-se avaliar a capacidade de bactérias isoladas feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] na síntese de compostos indólicos e solubilização de fosfato inorgânico. Foram avaliadas 27 bactérias. Para a quantificação de ácido indolacético, as bactérias foram crescidas no meio Dygs durante 7 dias. Alíquota de 100 µL do reagente Salkowski foram adicionados a 150 µL do sobrenadante bacteriano em microplaca com 96 poços, incubados no escuro durante 30 minutos e lidos em espectrofotômetro a 530 nm. Para a solubilização de fosfato inorgânico in vitro, os isolados foram inoculados em meio GL (glicose e extrato de levedura) suplementado com CaCl₂ e K₂HPO₄. Ambos os experimentos foram conduzidos em triplicata com o delineamento inteiramente casualizado. Das 27 bactérias avaliadas, 13 apresentaram produções de AIA superiores às demais, equiparando-se à estirpe de referência. Todos os isolados avaliados cresceram em meio GL, porém, nenhum foi capaz de solubilizar o fosfato. Bactérias fixadoras de N isoladas do feijão-caupi apresentam potencial para a promoção do crescimento vegetal.

Palavras-chave: ácido indolacético, FBN, fosfato.

¹Bióloga, mestranda em Horticultura Irrigada – Uneb, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

²Engenheira-agrônoma, M.Sc. em Horticultura Irrigada – Uneb, Juazeiro, BA.

³Bióloga, mestranda em Recursos Naturais do Semiárido – Univasf, bolsista Facepe, Petrolina, PE.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência do Solo, professora titular do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Uneb, Juazeiro, BA.

⁵Biólogo, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, paulo.ivan@embrapa.br.

Introdução

Os microrganismos realizam um papel importante nos ciclos biogeoquímicos, na reposição de nutrientes do solo o que é muito importante para os sistemas agrícolas (Schulz et al., 2013). Além disso, alguns podem desempenhar funções específicas, como a promoção do crescimento vegetal, por meio de diversos mecanismos como a fixação biológica de nitrogênio (FBN), síntese de fitormônios, solubilização de fosfato de cálcio entre outros (Verma et al., 2010).

No processo de FBN, a família das leguminosas ganha destaque por possuir grande variabilidade de espécies capazes de se associar, simbioticamente, com bactérias fixadoras de N_2 , denominadas, coletivamente, de rizóbio. Para as leguminosas tropicais, o feijão-caupi é um exemplo de eficiência em associação com rizóbios nativos (Martins et al., 2003).

O feijão-caupi tem fundamental importância socioeconômica e auxilia na geração de emprego e renda de pequenos e médios agricultores no Nordeste (Moreira et al., 2017), porém, a produtividade varia de acordo com os sistemas de cultivo e níveis tecnológicos utilizados.

Como uma maneira de aumentar a produtividade dessa cultura, diminuir os custos da produção e, conseqüentemente, elevar a renda do produtor, a utilização de bactérias fixadoras de N e promotoras de crescimento vegetal tem se mostrado como alternativa. Para tal, é importante o isolamento e avaliação dos mecanismos de promoção do crescimento vegetal in vitro, com o intuito de selecionar bactérias eficazes para os ensaios em plantas.

Com este trabalho, objetivou-se avaliar a capacidade de bactérias isoladas feijão-caupi na síntese de compostos indólicos e solubilização de fosfato inorgânico in vitro.

Material e Métodos

Foram avaliadas 27 bactérias da Coleção de Culturas de Microrganismos da Embrapa Semiárido. Essas bactérias foram isoladas de nódulos de feijão-caupi em um experimento de planta-isca no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) da Universidade do Estado da Bahia (Uneb), Campus III, Juazeiro, BA (SENA, 2018).

As culturas foram avaliadas quanto à capacidade de produzir AIA, de solubilizar fosfato inorgânico in vitro. Cada bactéria foi inoculada, em 5 mL de meio

líquido Dygs com a adição de 5 g de manitol e incubadas sob agitação durante 48 horas, para a produção de um pré-inóculo. Alíquotas de 1 mL foram inoculadas em meio líquido Dygs suplementado com 5 mg.L⁻¹ de L-triptofano, em triplicata, e incubadas sob agitação constante (100 rpm) durante 7 dias. Após esse período, avaliou-se a densidade ótica (DO) das culturas a 540 nm, ajustando-se a concentração para 0,5. Após o ajuste da DO, alíquotas de 1 mL foram centrifugadas durante 3 minutos a 10.000 rpm. Alíquota de 100 µL de reagente Salkowski (2% de FeCl₃ 0,5 M em 35% de ácido perclórico) foram adicionados a 150 µL do sobrenadante e incubados no escuro durante 30 minutos e lidos em espectrofotômetro a 530 nm (Sarwar; Kremer, 1995).

A avaliação da capacidade das bactérias em solubilizar fosfato inorgânico, in vitro, foi realizada segundo a metodologia descrita por Sylvester-Bradley et al. (1982). Alíquotas de 10 µL foram inoculadas em triplicata em meio GL (glicose e extrato de levedura) sólido contendo: glicose 10 g.L⁻¹, extrato de levedura 0,5 g.L⁻¹ e ágar 15 g.L⁻¹. Antes da distribuição em placas, foram adicionados ao meio 100 mL.L⁻¹ de CaCl₂ (10%) e 50 mL.L⁻¹ de K₂HPO₄ (10%).

O crescimento das colônias e/ou formação de halo foram avaliados 5 dias após a inoculação. Ambos os experimentos foram conduzidos em triplicata com o delineamento inteiramente casualizado. A produção de auxinas pelos isolados foi avaliada por meio de análise de variância, aplicando-se o teste de comparação de médias de Skott-Knott ($p < 0,05$) utilizando o pacote estatístico Sirvar.

Resultados e Discussão

Todos os isolados estudados foram capazes de sintetizar auxinas na presença do seu principal precursor, o L-triptofano. Os valores variaram entre 69,53 mgL⁻¹ a 614,42mgL⁻¹ (Figura 1). Dentre os 27 isolados, 13 juntamente com a estirpe de referência BR 3267 de *Bradyrhizobium yuammingense* apresentaram valores superiores aos demais.

Em alguns estudos vem sendo evidenciado que a produção de auxinas e a fixação biológica do nitrogênio por bactérias diazotróficas contribuem com o crescimento de plantas leguminosas e não leguminosas, através do aumento de raízes, conferindo maior absorção de água e nutrientes essenciais. Estes resultados positivos in vitro ainda precisam ser verificados em testes posteriores a fim de comprovar a eficiência desses microrganismos na promoção do crescimento vegetal (Costa et al., 2013).

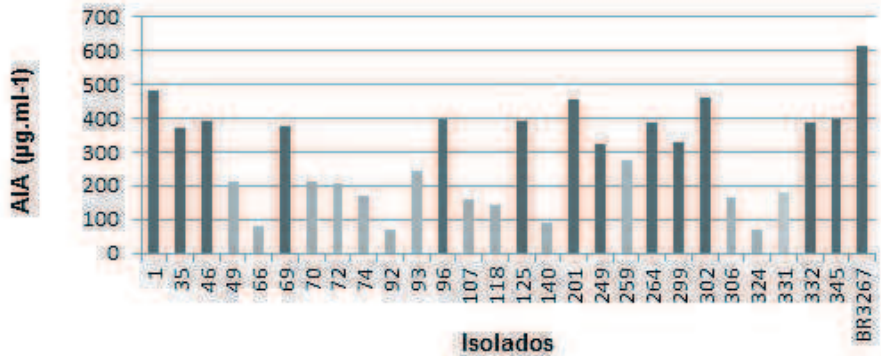


Figura 1. Produção de auxinas in vitro por rizóbios de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] nativos do Semiárido. Colunas da mesma cor não diferem estatisticamente pelo teste Skott-Knott ($p < 0,05$).

A pesar de os isolados apresentarem potencial para síntese de AIA como mecanismo de promoção do crescimento vegetal, nenhum dos isolados estudados apresentaram a capacidade de solubilizar fosfato inorgânico in vitro, apesar de crescidos no meio GL.

Conclusão

Bactérias diazotróficas isoladas do feijão-caupi apresentam potencial de produção de auxinas como mecanismo de promoção do crescimento vegetal.

Agradecimentos

À Embrapa (03.16. 05.016.00.00) e à Universidade do Estado da Bahia (Uneb), pelo suporte financeiro. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelas bolsas de estudo para as duas primeiras autoras.

Referências

COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F.; TROCHMANN, A.; FERREIRA, L. V. M.; MOREIRA, F. M. S. Promoção de crescimento vegetal e diversidade genética de bactérias isoladas de nódulos de feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1275-1284, 2013.

MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; NEVES, M. C. P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semiarid region of Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 38, p. 333-339, 2003.

MOREIRA, W. K. O.; OLIVEIRA, S. S.; ALVES, J. D. N.; RIBEIRO, R. A. R.; OLIVEIRA, I. A.; SOUSA, L. A. S. Evolução da produtividade do feijão-caupi para os principais produtores do nordeste paraense no período de 2000 a 2014. **Nucleus**, v. 14, n.1, 2017.

SARWAR, M.; KREMER, R. J. Determination of bacterially derived auxins using a microplate method. **Letters in Applied Microbiology**, v. 20, n. 2, p. 282-285, 1995.

SENA, P. T. S. **Caracterização polifásica de bactérias isoladas de nódulos de feijão-caupi em solos sob diferentes usos agrícolas do Semiárido baiano**. 2018, 73 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro.

SYLVESTER-BRADLEY, R.; ASAKAWA, N.; LATORRACA, S.; MAGALHÃES, F. M. M.; OLIVEIRA, L.A.; PEREIRA, R. M. Levantamento quantitativo de microrganismos solubilizadores de fosfato na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na amazônia. **Acta Amazonica**, v. 12, p. 15-22, out. 1982.

SCHULZ, S.; BRANKATSCHK, R.; DÜMIG, A.; KÖGEL-KNABNER, I.; SCHLOTTER, M.; ZEYER, J. The role of microorganisms at different stages of ecosystem development for soil formation. **Biogeosciences**, v. 10, n. 6, p. 3983-3996, jun. 2013.

VERMA, J. P.; YADAV, J.; TIWARI, K. N. Impact of plant growth promoting rhizobacteria on crop production. **International Journal of Agricultural Research**, v. 5, n. 11, p. 954-983, 2010.

Vitivinicultura

Ação acaricida do piridabem e abamectina contra *Colomerus* sp. (Acari: Eriophyiidae) em videira

Fátima Zeni do Sacramento¹; Adriana Maria de Souza²; Iandra Soares Leal¹; José Eudes de Moraes Oliveira³

Resumo

A região Nordeste tem se destacado na produção e exportação de frutas. Juntamente ao contínuo crescimento da atividade frutícola, ocorre a disseminação de insetos e ácaros-praga. Dentre os ácaros-praga, o gênero *Colomerus* é um dos principais, com grande importância econômica relacionados à videira. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação acaricida de um produto de contato à base de piridabem e de um produto translaminar à base de abamectina sobre *Colomerus* sp. Os indivíduos utilizados foram obtidos a partir de gemas coletadas em área de produção comercial de uvas, localizada no município de Lagoa Grande, PE. Os tratamentos foram: piridabem na dosagem de 75 mL/100L e abamectina na dosagem de 100 mL/100L, além da testemunha (água destilada). As avaliações ocorreram nos períodos de 24, 48 e 72 horas após a aplicação dos tratamentos. O piridabem resultou em uma mortalidade de 56,81% em 24 horas; 24,52% em 48 horas. A abamectina resultou em uma mortalidade de 72,30% em 24 horas; 83,91% em 48 horas e 10,10% em 72 horas. Ambos os produtos causaram a mortalidade de *Colomerus* sp., com a abamectina apresentando maior mortalidade em 24 e 48 horas após a aplicação e o piridabem em 24 horas.

Palavras-chave: ácaro da gema, eriofídeo, *Vitis*.

Introdução

A região Nordeste, especificamente o polo agrícola Petrolina, PE/Juazeiro, BA, na região do Vale do São Francisco, tem se destacado como expressiva

¹Engenheira-agrônoma, mestranda em Agronomia – Univasf, bolsista Facepe, Univasf, Petrolina, PE.

²Bióloga, mestranda em Agronomia – UFPI, bolsista Capes, Bom Jesus, PI.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Entomologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, eudes.oliveira@embrapa.br.

região produtora e exportadora de frutas. No que tange à produção de uvas, o Vale do São Francisco contribuiu com 441.390 mil toneladas de uva no ano de 2017 (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2018).

Com contínuo crescimento da atividade frutícola, ocorre a disseminação de insetos e ácaros-praga. Isso acontece por meio da dispersão natural de cada espécie e também pela dispersão ocasionada pela atividade humana, como o transporte de materiais infectados (Morgante, 1991; Oliveira; Moreira, 2009).

Dentre as pragas de videira (*Vitis* sp.) encontradas nos cultivos no Vale do São Francisco, os ácaros se enquadram como uma das mais preocupantes. A família Eriophyidae se enquadra como a segunda família de ácaros mais importante e que causa danos às culturas em todo o mundo, depois da família Tetranychidae (Lindquist et al., 1996; Navia et al., 2010). Nesta família, são relatados dois principais gêneros de importância econômica relacionados à videira e dentre estes, está o gênero *Colomerus* (Bernard et al., 2005). Este ocorre na maioria das regiões produtoras de uvas do mundo (Duso; De Lillo, 1996; Bernard et al., 2005). No Brasil, é relatada a ocorrência de *Colomerus vitis* (Pagenstecher) apenas no estado do Rio Grande do Sul (Moraes; Flechtmann, 2008).

Contudo, a presença do gênero *Colomerus* em agroecossistema de videira no Vale do São Francisco tem sido relatada. Estudos estão sendo conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido para elucidação do papel deste ácaro para a região.

O controle químico desses indivíduos se torna difícil por causa do hábito de se alojarem no interior das gemas da videira (Leeuwen et al., 2010). Desta forma, faz-se necessário o uso de produtos eficazes no controle desse ácaro, para a otimização das aplicações e, conseqüentemente, se alcance o objetivo do controle.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação acaricida de um produto de contato à base de piridabem e de um produto translaminar à base de abamectina sobre *Colomerus* sp.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido, em março de 2018. As gemas utilizadas, contendo os indivíduos, foram obtidas a partir de ramos coletados em área de produção comercial de uvas finas de mesa, variedade Timco. A área está localizada no município de Lagoa Grande, PE, com coordenadas S 09°03'15,6" e WO 40°10'04,7" e eleva-

ção de 413 m e, no momento da coleta, estava com frutos. A área foi monitorada por 6 meses antes do início do experimento, portanto, a ocorrência e a densidade populacional do ácaro são conhecidas.

Em laboratório, as gemas foram sorteadas aleatoriamente para constituir os tratamentos, sendo cada um composto por 42 gemas. Foram realizados dois tratamentos: piridabem, na dosagem de 75 mL/100L, e abamectina, na dosagem de 100 mL/100L, além da testemunha (água destilada).

As gemas foram submersas nas soluções por 5 segundos e colocadas em placas de Petri em grupos de duas gemas. Depois de secas, foram fechadas com plástico tipo filme PVC e armazenadas em BOD com temperatura de 22 °C e umidade relativa de 70%, com fotoperíodo controlado de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

As avaliações ocorreram nos períodos de 24, 48 e 72 horas após a aplicação dos tratamentos. Em cada período foram avaliadas 14 gemas, distribuídas em sete placas de Petri. A mortalidade foi determinada contabilizando-se os indivíduos vivos e subtraindo-os da população total. A contagem foi realizada com auxílio de pinça de ponta fina e os indivíduos observados sob lupa de aumento 10x. Após a avaliação, as gemas foram descartadas e, para o próximo período, novas gemas foram avaliadas.

A partir dos dados encontrados, as porcentagens de mortalidade foram obtidas e corrigidas pela mortalidade controle (testemunha) (Abbott, 1925).

Resultados e Discussão

Após o período de 72 horas de avaliação, pôde-se observar que o produto de contato à base de piridabem e o produto de ação translaminar à base de abamectina causaram a mortalidade de *Colomerus* sp (Figura 1). O piridabem resultou em uma mortalidade de 56,81% em 24 horas e 24,52% em 48 horas. A ação dessa molécula não se estendeu até 72 horas de avaliação, sendo observada mortalidade igual a zero. A abamectina resultou em uma mortalidade de 72,30% em 24 horas; 83,91% em 48 horas se estendendo até 72 horas, com 10,10% de mortalidade.

A abamectina, de ação translaminar, apresenta penetração nas folhas da gema, resultando em uma maior mortalidade, garantindo o controle por até 72 horas após a aplicação. Apesar de o piridabem também ter apresentado mortalidade para o ácaro, seu tempo de ação ficou concentrado principalmente em 24 horas após aplicação do produto. Tal resultado pode ser explicado pelo fato deste ser um produto de contato, com período residual menor e de ação imediata sobre os ácaros que entraram em contato com o mesmo no momento da aplicação.

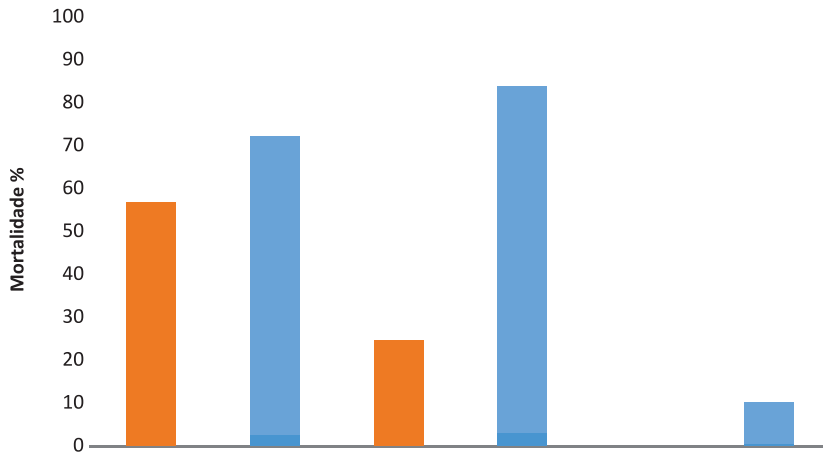


Figura 1. Porcentagem de mortalidade de *Colomerus* sp. sob ação do produto de contato à base de piridabem e do produto translaminar à base de abamectina em 72 horas de avaliação.

Childers et al. (1996) demonstraram que os eriofídeos são ácaros suscetíveis à maioria dos acaricidas utilizados comercialmente, incluindo a abamectina e o piridabem. Os resultados obtidos comprovam o observado por Childers et al. (1996), já que ambas as moléculas causaram mortalidade de *Colomerus* sp. Segundo Leeuwen et al. (2010), moléculas com maior período residual são mais eficazes no controle dos eriofídeos, o que foi comprovado neste trabalho, com resultados mais promissores para a abamectina.

Sabendo-se que *Colomerus* sp. é um ácaro que se aloja e se alimenta no interior da gema da videira, a abamectina pode ser uma escolha mais promissora para o seu controle por ter ação translaminar e atingir a praga no interior da gema.

Conclusões

A abamectina apresentou alta mortalidade para *Colomerus* sp. em 24 e 48 horas após a aplicação do produto.

O piridabem apresentou mortalidade mediana para *Colomerus* sp. em 24 horas após aplicação do produto.

Agradecimentos

À Embrapa Semiárido, pelo apoio a pesquisa; à Facepe, pela bolsa de mestrado (IBPG-1159-5.01/16); à Univasf, pela oportunidade de realização do mestrado e a todos do Laboratório de Entomologia, pela ajuda na realização deste trabalho.

Referências

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-267, abr. 1925.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2018. 98 p.
- BERNARD, M. B.; PAUL, A.; HORNE, P. A.; HOFFMANN, A. A. Eriophyoid mite damage in *Vitis vinifera* (grapevine) in Australia: *Calepitrimerus vitis* and *Colomerus vitis* (Acari: Eriophyidae) as the common cause of the widespread 'Restricted Spring Growth' syndrome. **Experimental and Applied Acarology**, v. 35, n. 1/2, p. 83-109, fev. 2005.
- CHILDERS, C. C.; EASTBROOK, M. A.; SOLOMON, M. G. Chemical control of eryophyoid mites. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. (Ed.). **Eriophyoid mites-their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 695-726.
- DUSO, C.; DE LILLO, E. Damage and control of eriophyoid mites in crops: 3.2.5 Grape. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. (Ed.). **Eriophyoid mites-their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 571-582.
- LEEUEWEN, T. van; WITTERS, J.; NAUEN, R.; DUSO, C.; TIRRY, L. The control of eriophyoid mites: state of the art and future challenges. *Experimental and Applied Acarology*, Amsterdam, v. 51, n.1-3, p. 205-224, jul. 2010.
- LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. **eriophyoid mites-their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 571-582.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2008. 308 p.
- MORGANTE, J. S. **Mosca das frutas (Tephritidae)**: características biológicas: detecção e controle. Brasília, DF: SENIR, 1991. 11 p. (Boletim Técnico de Recomendações para os Perímetros Irrigados do Vale do São Francisco, 2).
- NAVIA, D.; OCHOA, R.; WELBOURN, C.; FERRAGUT, F. Adventive eriophyoid mites: a global review of their impact, pathways, prevention and challenges. **Experimental and Applied Acarology**, v. 51, n. 1/3, p. 225-255, jul. 2010.
- OLIVEIRA, J. E. M.; MOREIRA, A. N. Manejo integrado de pragas da videira. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 11.; SEMINÁRIO SOBRE SISTEMA AGROPECUÁRIO DE PRODUÇÃO INTEGRADA, 3., 2009, Petrolina. **Produção integrada**: base de sustentabilidade para a agropecuária brasileira. Petrolina: Embrapa Semi-Árido: Valexport, 2009. 1 CD-ROM.

Composição fenólica e atividade antioxidante da uva 'Isabel Precoce' sob influência de épocas de produção do ano e sistemas de condução

Rayssa Ribeiro da Costa¹; Talita de Oliveira Ferreira²; Antônio Augusto Marques Rodrigues³; José Henrique Bernardino Nascimento⁴; Maria Auxiliadora Coêlho de Lima⁵

Resumo

O estudo caracterizou a composição fenólica e a atividade antioxidante da uva 'Isabel Precoce' colhida de plantas sob diferentes sistemas de condução, em dois ciclos de produção do mesmo ano, no Submédio do Vale do São Francisco. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições. Foram estudados os sistemas de condução latada, lira e espaldeira, nas parcelas, e os ciclos de produção do primeiro e segundo semestres de 2017, nas subparcelas. Uvas colhidas no ciclo do segundo semestre e de plantas conduzidas em espaldeira tiveram maior acúmulo de polifenóis e maior atividade antioxidante. Este ciclo, caracterizado por alta radiação solar e elevadas temperaturas na fase de maturação, promoveu aumento nos teores de antocianinas e flavonoides amarelos. Os dados sustentam o pressuposto de que a decisão sobre a escolha do sistema de condução deve estar associada às condições climáticas de cada ciclo produtivo da região de cultivo.

Palavras-chave: *Vitis labrusca* L., qualidade, uva para suco, vitivinicultura tropical.

¹Bióloga, doutoranda em Agronomia - UFPB, bolsista Capes, Areia, PB.

²Tecnóloga em Alimentos, mestranda em Produção Vegetal - Univasf, bolsista Facepe, Petrolina, PE.

³Engenheiro-agrônomo, doutorando em Agronomia - UFPB, bolsista Capes, Areia, PB.

⁴Biólogo, mestrando em recursos genéticos vegetais - UFPB, bolsista Capes, Cruz das Almas, BA.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fisiologia Pós-Colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, auxiliadora.lima@embrapa.br.

Introdução

A área comercialmente plantada com uva para elaboração de suco no Submédio do Vale do São Francisco é composta principalmente pelas cultivares Isabel Precoce, BRS Cora, BRS Violeta e BRS Magna. A cultivar Isabel Precoce apresenta características agronômicas semelhantes às da cultivar Isabel, porém, com maturação antecipada, destacando-se nessa região pela alta produtividade e bons atributos de qualidade (Ribeiro et al., 2012).

No Submédio do Vale do São Francisco, as altas temperaturas médias anuais e a intensa radiação solar, associadas à disponibilidade de água para irrigação, possibilitam a obtenção de duas safras no ano, resultando em mudanças na composição da uva (Protas; Camargo, 2011). A escolha do sistema de condução também pode influenciar a qualidade da uva por provocar alterações na fisiologia da videira, resultando em exposição diferenciada à radiação solar que pode repercutir na sua composição fenólica e atividade antioxidante (Hickey et al., 2018).

O objetivo deste estudo foi caracterizar a composição fenólica e a atividade antioxidante da uva 'Isabel Precoce' sob influência de diferentes sistemas de condução, em dois ciclos de produção do mesmo ano, no Submédio do Vale do São Francisco.

Material e Métodos

A área foi instalada no Campo Experimental de Bebedouro (09°09' S, 40°22' O), pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo BSwH, correspondendo a uma região semiárida muito quente.

A videira (*Vitis labrusca* L.) 'Isabel Precoce', cultivada sobre o porta-enxerto 'IAC 572' nos sistemas de condução, latada, lira e espaldeira do tipo cortina descendente, foi avaliada em dois ciclos produtivos, sendo o primeiro com poda em 23 de janeiro de 2017 e colheita em 2 de maio de 2017 (ciclo 1); e o segundo com poda em 11 de julho de 2017 e colheita em 30 de outubro de 2017 (ciclo 2).

O monitoramento do teor de sólidos solúveis e da acidez titulável das uvas permitiu identificar o momento ideal de colheita, a partir da estabilização de ambas as variáveis. Os dados climáticos dos ciclos avaliados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados meteorológicos mensais do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, durante os ciclos de produção de janeiro a maio de 2017 e de julho a outubro de 2017.

| Período | T (°C) | | | UR (%) | Rad. (MJ m ⁻² dia ⁻¹) | Vv (m s ⁻¹) | Precip. (mm) | ET0 (mm dia ⁻¹) |
|---|--------|-------|------|--------|--|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| | Méd. | Máx. | Mín. | | | | | |
| Ciclo de 23 de janeiro a 02 de maio de 2017 (Ciclo 1) | | | | | | | | |
| jan/17 | 29,3 | 36,0 | 23,2 | 45,1 | 18,2 | 2,4 | 0,3 | 6,3 |
| fev/17 | 29,1 | 35,8 | 23,5 | 54,0 | 19,8 | 2,0 | 1,3 | 5,8 |
| mar/17 | 28,8 | 35,3 | 23,3 | 57,6 | 19,8 | 1,8 | 0,2 | 5,5 |
| abr/17 | 28,0 | 34,2 | 22,6 | 62,0 | 17,4 | 2,4 | 0,1 | 5,4 |
| mai/17 | 27,0 | 32,7 | 21,9 | 65,1 | 16,8 | 2,2 | 0,8 | 4,7 |
| Média | 28,4 | 34,8 | 22,9 | 56,8 | 18,4 | 2,2 | 0,5 | 5,5 |
| Ciclo de 11 julho a 30 outubro de 2017 (Ciclo 2) | | | | | | | | |
| jul/18 | 22,9 | 28,4 | 17,6 | 69,0 | 15,1 | 3,2 | 0,2 | 4,4 |
| ago/18 | 25,1 | 31,8 | 19,1 | 64,7 | 21,5 | 2,7 | 0,0 | 5,7 |
| set/18 | 24,1 | 30,7 | 18,5 | 68,7 | 20,2 | 3,5 | 0,5 | 6,0 |
| out/18 | 27,9 | 34,9 | 21,7 | 65,6 | 25,3 | 3,5 | 0,0 | 7,6 |
| Média | 25,0 | 31,45 | 19,2 | 67,0 | 20,5 | 3,2 | 0,2 | 5,9 |

T.Méd.= temperatura média; T.Máx.= temperatura máxima; T.Mín.= temperatura mínima; UR= umidade relativa; Rad.= radiação solar global; Vv= velocidade do vento à altura de 2,0 m; Precip.= precipitação pluviométrica acumulada; ET0= evapotranspiração de referência. Fonte: Estação Agrometeorológica de Bebedouro, 2017, Petrolina, PE, 2017.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas no tempo, em que as parcelas corresponderam aos sistemas de condução e os ciclos produtivos, às subparcelas. Foram utilizadas cinco plantas por parcela experimental em quatro repetições.

No momento da colheita, foram avaliados: teor de antocianinas totais (ANT) na casca; teor de polifenóis extraíveis totais (PET) na casca e polpa, conjuntamente; teor de flavonoides amarelos (FLAV) na casca; e atividade antioxidante total (AAT) na casca e polpa, pelos métodos ABTS^{••} e DPPH[•].

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos fatores individualmente ou da interação entre eles, comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Houve interação significativa entre sistemas de condução e ciclos produtivos para os teores de ANT, PET e para a AAT pelo método ABTS^{••}. O teor de FLAV e a AAT por DPPH[•] foram influenciados de forma significativa pelos ciclos de produção, sendo este último também influenciado pelo efeito isolado dos sistemas de condução.

As bagas de videiras conduzidas em latada, no ciclo 2, apresentaram maiores teores de ANT, 492,17 mg 100 g⁻¹, e as bagas colhidas de plantas conduzidas em espaldeira apresentaram os menores teores, 196,73 mg 100 g⁻¹, no ciclo 1, e 256,08 mg 100 g⁻¹, no ciclo 2 (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de antocianinas totais, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante pelo método ABTS** de uvas 'Isabel Precoce', em três sistemas de condução, em dois ciclos de produção, no Submédio do Vale do São Francisco*.

| Sistema de condução | 23 de janeiro a 02 de maio de 2017 (Ciclo 1) | 11 de julho a 30 de outubro de 2017 (Ciclo 2) | CV (%) |
|--|--|---|--------|
| Teor de antocianinas totais (mg 100 g ⁻¹) | | | |
| Espaldeira | 196,73 bB | 256,08 aC | 8,98 |
| Lira | 219,02 bAB | 327,05 aB | |
| Latada | 261,57 bA | 492,17 aA | |
| Teor de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico.100 g ⁻¹) | | | |
| Espaldeira | 133,07 bB | 166,92 aA | 7,62 |
| Lira | 173,58 aA | 145,31 bB | |
| Latada | 161,75 aA | 142,78 aB | |
| Atividade antioxidante por ABTS●+ (µM trolox g ⁻¹) | | | |
| Espaldeira | 6,95 bB | 9,65 aA | 6,61 |
| Lira | 7,06 bAB | 8,24 aB | |
| Latada | 8,12 aA | 7,60 aB | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, em relação aos ciclos de produção e aos sistemas de condução, respectivamente.

Quanto aos teores de PET, os maiores foram observados no ciclo 1, nas bagas de videiras conduzidas em lira e latada, 163,58 mg.100 g⁻¹ e 161,75 mg.100 g⁻¹, respectivamente (Tabela 2). Enquanto no ciclo 2, os maiores teores foram registrados em bagas de videiras conduzidas em espaldeira, 166,92 mg.100 g⁻¹. Kyra-leou et al. (2015), em experimento realizado numa região de clima mediterrâneo, verificaram maior acúmulo de fenólicos em uvas da cultivar Xinomavro de plantas conduzidas em lira. Entretanto, neste trabalho, evidenciou-se que o acúmulo desses compostos é influenciado por fatores climáticos, como radiação solar e temperatura, podendo o sistema de condução auxiliar na exposição adequada dos cachos a esses fatores.

As bagas de videiras em espaldeira, no ciclo 2, tiveram maior AAT pelo método ABTS^{•+}, 9,65 μM trolox g^{-1} , enquanto no ciclo 1, a maior AAT foi observada naquelas de cultivo em latada, 8,12 μM trolox g^{-1} (Tabela 2). A resposta diferenciada entre os sistemas de condução e ciclos produtivos pode estar relacionada ao microclima na região dos cachos em função dos sistemas de condução. Xu et al. (2011), em estudo realizado em região de clima subtropical, verificaram que o microclima em torno dos cachos na videira interfere no acúmulo de fenólicos, ocasionando diferenças na AAT das uvas.

Maiores teores de FLAV foram observados no ciclo 2, 48,96 mg 100 g^{-1} (Tabela 3). O impacto da luz solar e da temperatura na composição da uva têm sido de particular interesse em relação à síntese desses compostos, pois a temperatura da baga pode influenciar a atividade da flavonoide-3',5'-hidroxilase e flavonoide-3'-hidroxilase, induzindo alterações no acúmulo (Downey et al., 2004).

Tabela 3. Teor de flavonoides amarelos e atividade antioxidante pelo método DPPH[•] de uvas 'Isabel Precoce', em dois ciclos de produção, no Submédio do Vale do São Francisco*

| | 23 de janeiro a 02 de maio de 2017 (Ciclo 1) | 11 de julho a 30 de outubro de 2017 (Ciclo 2) | CV (%) |
|---|--|---|--------|
| Teor de flavonoides amarelos (mg 100 g^{-1}) | 32,50 b | 48,96 a | 10,18 |
| Atividade antioxidante por DPPH [•] (g g^{-1} DPPH) | 10219 a | 8740 b | 5,98 |

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Quanto à AAT determinada pelo método DPPH[•], as condições climáticas do ciclo 2 proporcionaram às bagas uma maior atividade, 8740 g g^{-1} DPPH (Tabela 3). O sistema de condução espaldeira proporcionou maior AAT às bagas, 8976 g g^{-1} DPPH (Tabela 4). Os resultados obtidos pelo método DPPH[•] vão ao encontro do que foi verificado pelo método ABTS^{•+}, ratificando a correlação existente entre ambos os métodos.

Tabela 4. Atividade antioxidante pelo método DPPH• de uvas 'Isabel Precoce', em três sistemas de condução, no Submédio do Vale do São Francisco*.

| Sistema de Condução | Atividade antioxidante por DPPH• (g g ⁻¹ DPPH) | CV (%) |
|---------------------|---|--------|
| Espaladeira | 8976 b | |
| Lira | 10124 a | 5,98 |
| Latada | 9339 ab | |

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Conclusões

O ciclo 2, caracterizado por alta radiação solar e elevadas temperaturas durante a fase de maturação das uvas, promoveu maior acúmulo de antocianinas totais e flavonoides amarelos, bem como maior atividade antioxidante na uva 'Isabel Precoce'.

O sistema de condução espaladeira proporcionou maior acúmulo de polifenóis extraíveis totais e maior atividade antioxidante às uvas 'Isabel Precoce', no ciclo 2.

A decisão sobre a escolha do sistema de condução deve estar associada às condições climáticas de cada ciclo produtivo da região do Submédio do Vale do São Francisco.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001, pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

Referências

DOWNNEY, M. O.; HARVEY, J. S.; ROBINSON, S. P. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 10, p. 55-73, 2004.

HICKEY, C. C.; KWASNIEWSKI, M. T.; WOLF, T. K. Leaf removal effects on Cabernet Franc and Petit Verdot. II. Grape carotenoids, phenolics, and wine sensory analysis. **American Journal Enology and Viticulture**, v. 69, p. 231-246, 2018.

KYRALEOU, M.; KALLITHRAKA, S.; KOUNDOURAS, S.; CHIRA, K.; HAROUTOUNIAN, S.; SPINTHIROPOULOU, H.; KOTSERIDIS, Y. Effect of vine training system on the phenolic composition of red grapes (*Vitis vinifera* L. cv. Xinomavro). **OENO One**, v. 49, p. 71-84, 2015.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura brasileira**: panorama setorial de 2010. Brasília, DF: Sebrae; Bento Gonçalves: Ibravin: Embrapa Uva e Vinho. 2011. 110 p.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. de; ALVES, R. E. Maturação e qualidade de uvas para suco em condições tropicais, nos primeiros ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1057-1065, 2012.

XU, C.; ZHANG, Y.; ZHU, L.; HUANG, Y.; LU, J. Influence of growing season on phenolic compounds and antioxidant properties of grape berries from vines grown in subtropical climate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 1078-1086, 2011.

Qualidade das uvas ‘BRS Magna’ associada a sistemas de condução e porta-enxertos no Submédio do Vale do São Francisco: primeiro ciclo de produção

Talita de Oliveira Ferreira¹; Rayssa Ribeiro da Costa²; Eugenio Ribeiro de Andrade Neto³; Maria Auxiliadora Coêlho de Lima⁴

Resumo

O objetivo desse estudo foi determinar a influência do sistema de condução e do porta-enxertos sobre componentes físicos e químicos de qualidade das uvas da videira ‘BRS Magna’ em cultivo irrigado, no Submédio do Vale do São Francisco. Foram estudados os sistemas de condução latada, espaldeira e lira bem como os porta-enxertos ‘IAC 572’ e ‘IAC 766’, em delineamento experimental em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os cachos foram avaliados por ocasião da colheita em ciclo produtivo de 12 de janeiro de 2017 (data da primeira poda de produção) a 19 de abril de 2017. Os sistemas de condução e os porta-enxertos não influenciaram os atributos físicos da uva. O sistema de condução latada promoveu maior acúmulo de sólidos solúveis e menor acidez titulável, enquanto plantas conduzidas em espaldeira resultaram em uvas com maior teor de antocianinas nas cascas.

Palavras-chave: composição química, uva para suco, vitivinicultura tropical.

Introdução

A viticultura é um importante segmento da agricultura brasileira, sendo as áreas de produção encontradas em várias regiões do Brasil. O Submédio do

¹Tecnóloga em Alimentos, mestranda em Produção Vegetal – Univasf, bolsista, Facepe, Petrolina, PE.

²Bióloga, doutoranda em Agronomia – UFPB, bolsista Capes, Areia, PB.

⁴Estudante de Ciências Biológicas – UPE, estagiário da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fisiologia Pós-colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, auxiliadora.lima@embrapa.br.

Vale do São Francisco, localizado no Nordeste brasileiro, apresenta características edafoclimáticas que diferem significativamente de outras regiões brasileiras de produção de uvas para processamento. Um dos fatores mais importantes que diferencia o Submédio do Vale do São Francisco de outras regiões produtoras no mundo é a capacidade das videiras de produzir mais de uma safra por ano (Protas; Camargo, 2011).

A região é uma grande produtora de frutas do país, tendo destaque para a produção de uvas para mesa, vinho e, mais recente, na implantação de uvas para a fabricação de suco, a partir de variedades nacionais. As mais importantes são a 'Isabel Precoce', 'BRS Violeta', 'BRS Cora' e 'BRS Magna', tendo a última sido lançada em 2012 pela Embrapa Uva e Vinho. Esta cultivar possui ciclo intermediário e ampla adaptação climática, cachos médios, alto teor de açúcares, acidez moderada e alto teor de pigmentos antocianínicos (Ritschel, 2012). No entanto, para a 'BRS Magna', ainda não existem informações que definam a influência dos componentes do sistema produtivo sobre a qualidade das uvas.

Dentre os componentes de produção, estão o sistema de condução e o porta-enxerto que proporcionem melhores resultados, em conjunto, para a cultivar copa, como plantas mais produtivas, melhores características químicas das bagas e vigor vegetativo.

O objetivo deste estudo foi determinar a influência do sistema de condução e porta-enxertos sobre alguns componentes de qualidade da videira 'BRS Magna' em cultivo irrigado, no Submédio do Vale do São Francisco.

Material e Métodos

O estudo foi realizado com a cultivar BRS Magna, em área instalada no ano de 2015, no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido, localizado no município de Petrolina, PE. As plantas foram instaladas sob os sistemas de condução latada, lira e espaldeira e os porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC 766'. As práticas culturais adotadas seguiram as utilizadas para a vitivinicultura na região.

Foi avaliado o primeiro ciclo de produção, correspondente ao período de poda de produção e colheita de 12 de janeiro de 2017 a 19 de abril de 2017. Na colheita, dez cachos representativos de cada parcela foram retirados e amostrados para análises de: massa do cacho, massa da baga, resistência da baga à compressão, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e teor de antocianinas na casca.

A massa do cacho foi determinada por pesagem em balança semianalítica. Para massa da baga, foram pesadas 50 bagas por parcela, em balança semianalítica. A resistência à compressão foi determinada em texturômetro. O teor de sólidos solúveis foi obtido por meio da leitura direta do suco em refratômetro digital (Association of Official Agricultural Chemists, 2010). A acidez titulável foi determinada em titulador automático digital com solução de NaOH 0,1 N (Association of Official Agricultural Chemists, 2010). O teor de antocianinas foi por determinado por leitura espectrofotométrica, a 535 nm, após a extração com solução alcoólica acidificada (Francis, 1982).

O estudo seguiu o delineamento experimental em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, em que os sistemas de condução foram dispostos nas parcelas e os porta-enxerto nas subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando apresentavam diferenças significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis massa do cacho, massa da baga e resistência da baga à força de compressão, em função dos sistemas de condução e porta-enxertos (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas das uvas ‘BRS Magna’ cultivadas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, durante o primeiro semestre de 2017. Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2017.

| Porta-enxerto | Sistema de condução | | | CV % |
|---------------|---|-----------|-----------|------|
| | Espaladeira | Latada | Lira | |
| | Massa do cacho (g) | | | |
| IAC 572 | 163,17 ns | 176,84 ns | 175,19 ns | 7,51 |
| IAC 766 | 167,68 | 172,95 | 159,36 | |
| | Massa da baga (g) | | | |
| IAC 572 | 2,56 ns | 2,44 ns | 2,52 ns | 6,47 |
| IAC 766 | 2,69 | 2,45 | 2,45 | |
| | Resistência da baga à força de compressão (N) | | | |
| IAC 572 | 7,36 ns | 7,39 ns | 7,83 ns | 7,94 |
| IAC 766 | 8,34 | 8,08 | 7,63 | |

ns = não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$).

O teor de sólidos solúveis (SS), a acidez titulável (AT) e o teor de antocianinas das uvas diferiram significativamente entre os sistemas de condução (Tabela 2). Plantas conduzidas em latada apresentaram uvas com maior síntese do SS e menor AT, enquanto sob espaldeira houve maior síntese das antocianinas. O porta-enxerto influenciou apenas a acidez titulável; o 'IAC 572' determinou os menores valores nas uvas da cultivar copa (Tabela 3), o que pode estar associado à capacidade deste porta-enxerto de acelerar o amadurecimento da cultivar 'BRS Magna'.

Tabela 2. Características químicas de qualidade das uvas 'BRS Magna' cultivadas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, durante o primeiro semestre de 2017. Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2017.

| Sistema de condução | Teor de sólidos solúveis (°Brix) | Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL ⁻¹) | Teor de antocianinas (mg·100 g ⁻¹) |
|---------------------|----------------------------------|---|--|
| Latada | 23,8a | 0,50c | 1163,90b |
| Espaldeira | 22,7b | 0,58b | 1535,64a |
| Lira | 22,9b | 0,66a | 1157,18b |
| CV (%) | 2,7 | 6,55 | 9,2 |

*Medias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Acidez titulável das bagas da videira 'BRS Magna' sob diferentes porta-enxertos, em ciclo produtivo do primeiro semestre de 2017. Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2017.

| Porta-enxerto | Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL ⁻¹) |
|---------------|---|
| IAC 572 | 0,55b |
| IAC 766 | 0,62a |

*Medias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Os maiores teores de SS e menor AT nas uvas das plantas conduzidas em latada pode ser explicado pelo fato de esse sistema de condução ser mais eficiente na captação de luz, permitindo uma fotossíntese mais eficiente para a produção de carboidratos (Sadras et al., 2007). Os menores teores de ácidos orgânicos em plantas conduzidas por latada foram, provavelmente, em decorrência da exposição parcial das bagas a altas temperaturas durante o dia, tendo ocorrido uma maior degradação dos ácidos orgânicos. Os teores de SS estão superiores aos relatados por Ritschel et al. (2012) para a mesma cultivar, que variou de 17 °Brix a 19 °Brix. Os autores também

relataram que a acidez titulável, em média, para a cultivar foi de 0,90 g de ácido tartárico 100 mL⁻¹. Os maiores resultados para SS e menores de AT podem ser explicados pelas condições climáticas da região, caracterizada por altas temperaturas e intensidade luminosa, o que promoveu maior síntese dos SS e maior consumo dos ácidos orgânicos.

Plantas conduzidas por espaldeira acumularam maiores teores de antocianinas nas bagas da cultivar BRS Magna. Este resultado pode ser decorrente do sombreamento dos cachos em parte do dia, característico desse sistema de condução, o que pode ter proporcionado o sombreamento adequado para que ocorresse a síntese das antocianinas e, em contrapartida, também pode ter evitado que o excesso de radiação solar, em conjunto com as altas temperaturas, degradasse as antocianinas sintetizadas.

Conclusões

No primeiro ciclo estudado, os teores de SS, AT e antocianinas foram influenciadas pelo sistema de condução.

A escolha do sistema de condução associada ao porta-enxerto pode favorecer o acúmulo de compostos de qualidade na uva 'BRS Magna'.

Agradecimentos

À Facepe, pela bolsa de mestrado (IBPG 1153-5/01/16), e à Embrapa, pelo apoio financeiro e de infraestrutura à pesquisa.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 18 ed. rev. Gaithersburg, 2010. 957 p.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 181-207.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura brasileira: panorama setorial de 2010**. Brasília, DF: SEBRAE; Bento Gonçalves: IBRAVIN: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 110 p

RITSCHER, P.; MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A.; ZANUS, M. C.; SOUZA, R. T.; FAJARDO, T. V. M. **'BRS Magna': nova cultivar de uva para suco com ampla adaptação climática**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 125).

SADRAS, V. O.; LAND, C.; OSMOND, G. Canopy management. In: POLING, E. B. (Ed.). **The North Carolina winegrape grower's guide**. Raleigh: NC State University, 2007. p. 112-114.

Qualidade da uva ‘BRS Magna’ sob influência de sistemas de condução e porta-enxertos no Submédio do Vale do São Francisco: segundo ciclo de produção

Talita de Oliveira Ferreira¹; Rayssa Ribeiro da Costa²; Eugenio Ribeiro de Andrade Neto³; Maria Auxiliadora Coêlho de Lima⁴

Resumo

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade de uvas ‘BRS Magna’ produzidas sob diferentes sistemas de condução (latada, lira e espaladeira) e porta-enxertos (‘IAC 572’ e ‘IAC 766’), no segundo ciclo de produção, nas condições do Submédio do Vale do São Francisco. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Foram avaliados componentes de massa do cacho, massa da baga, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e os parâmetros de cor L, a* e b*. Não se observou combinação específica do sistema de condução e porta-enxerto que favorecesse o conjunto de componentes de qualidade avaliados. Porém, os sistemas de condução latada e espaladeira favoreceram a massa das bagas da videira, independente do porta-enxerto utilizado, ao tempo em que o porta-enxerto ‘IAC 766’ favoreceu maior resistência à força de compressão nas bagas da cultivar copa.

Palavras-chave: época de produção, uvas para suco, vitivinicultura tropical.

¹Tecnóloga em Alimentos, mestranda em Produção Vegetal — Univasf, bolsista Facepe, Petrolina, PE.

²Bióloga, doutoranda em Agronomia — UFPB, bolsista Capes, Areia, PB.

³Estudante de Ciências Biológicas — UPE, Petrolina-PE.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fisiologia Pós-colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, auxiliadora.lima@embrapa.br.

Introdução

A videira é uma das culturas frutícolas perenes mais antigas e de maior importância econômica em todo o mundo (JIN et al., 2016). Vários produtos podem ser elaborados a partir das uvas, dentre os quais o suco tem se destacado. Novas variedades de uva do para a elaboração de suco, foram lançadas no mercado brasileiro, visando aumentar a qualidade dos sucos. A Embrapa Uva e Vinho, por meio do programa de melhoramento genético, lançou em 2012 a uva 'BRS Magna' que foi criada com o objetivo de melhorar alguns aspectos de qualidade, como doçura, acidez e coloração (Ritschel et al., 2012).

Algumas regiões brasileiras têm se destacado na produção de sucos elaborados a partir de variedades nacionais. Na região Nordeste do Brasil, mais especificamente no Submédio do Vale do São Francisco, que possui sistemas de produção e clima únicos, resultando em uvas diferenciadas, com características distintas daquelas de outras regiões produtoras. Possui alta incidência de raios solares que, associada às altas temperaturas, favorecem teores elevados de açúcares e de compostos fenólicos antioxidantes, que estão sendo alvo de estudos (Camargo et al., 2011).

Na literatura, existe pouco embasamento técnico que relacione os componentes de produção, como o sistema de condução e porta-enxerto que melhor se adapte com a videira 'BRS Magna', às condições climáticas da região produtora.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a qualidade de uvas 'BRS Magna' produzidas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, no segundo ciclo de produção, nas condições do Submédio do Vale do São Francisco.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido com a cultivar BRS Magna, em área experimental instalada no ano de 2015, no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Os tratamentos corresponderam aos sistemas de condução latada, espaldeira e lira e aos porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC 766'.

O cultivo foi conduzido sob irrigação por gotejamento, adotando-se o manejo utilizado para a vitivinicultura na região. O ciclo de produção avaliado correspondeu ao período desde a poda de produção até a colheita de 28 de junho de 2017 a 20 de outubro de 2017.

Na colheita, dez cachos representativos de cada parcela foram retirados e amostrados para análises de: massa do cacho, massa da baga, resistência da baga à compressão, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e parâmetros de cor da casca L, a* e b*.

A massa do cacho foi determinada por pesagem em balança semianalítica. Para massa da baga, foram pesadas 50 bagas por parcela, em balança semianalítica. A resistência à compressão foi determinada em texturômetro e o teor de sólidos solúveis foi obtido por meio da leitura direta do suco em refratômetro digital (AOAC, 2010). A acidez titulável foi determinada em titulador automático digital com solução de NaOH 0,1 N (AOAC, 2010). A cor foi determinada em leitura direta em colorímetro digital a partir de 20 bagas.

O estudo seguiu o delineamento experimental em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, sendo os sistemas de condução distribuídos nas parcelas e os porta-enxertos, nas subparcelas, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, quando apresentavam diferenças significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A análise de variância mostrou que não houve diferença significativa para as variáveis massa da baga, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e nos parâmetros de cor L, a* e b* entre os sistemas de condução e porta-enxertos (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios das características físicas e químicas das uvas 'BRS Magna', cultivadas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, durante o ciclo de produção do segundo semestre de 2017. Campo Experimental de Bebedouro – Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2017.

| Porta-enxerto | Sistema de condução | | | CV (%) |
|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------|
| | Espaldeira | Latada | Lira | |
| Massa da baga (g) | | | | |
| IAC 572 | 2,68 ^{ns} | 2,43 ^{ns} | 2,69 ^{ns} | 9,55 |
| IAC 766 | 2,69 | 2,42 | 2,68 | |
| Sólidos solúveis | | | | |
| IAC 572 | 23,4 ^{ns} | 22,7 ^{ns} | 22,9 ^{ns} | 6,17 |
| IAC 766 | 22,5 | 22,6 | 22,4 | |

| Porta-enxerto | Sistema de condução | | | CV (%) |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|--------|
| | Espaladeira | Latada | Lira | |
| AT (g de ácido tartárico 100 mL ⁻¹) | | | | |
| IAC 572 | 0,68 ^{ns} | 0,64 ^{ns} | 0,56 ^{ns} | 4,05 |
| IAC 766 | 0,65 | 0,62 | 0,64 | |
| Luminosidade da casca | | | | |
| IAC 572 | 27,14 ^{ns} | 26,97 ^{ns} | 27,43 ^{ns} | 2,93 |
| IAC 766 | 27,58 | 27,91 | 27,58 | |
| atributo de cor a* | | | | |
| IAC 572 | -0,14 ^{ns} | -0,11 ^{ns} | -0,08 ^{ns} | 2,93 |
| IAC 766 | -0,13 | -0,10 | -0,15 | |
| atributo de cor b* | | | | |
| IAC 572 | -1,06 ^{ns} | -1,07 ^{ns} | -0,90 ^{ns} | 2,93 |
| IAC 766 | -0,79 | -1,27 | -0,99 | |

ns = não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$).

O desdobramento a partir da interação entre sistema de condução e porta-enxerto mostrou diferença significativa apenas para a variável massa do cacho (Tabela 2). Os sistemas de condução latada e espaladeira resultaram em maior massa dos cachos, com valor de 190,11 g a 179,18 g, respectivamente. Segundo Miele e Mandelli (2003), o sistema de condução latada permite uma área do dossel extensa, com grande carga de gemas, o que proporciona elevado número de cachos e alta produtividade.

Tabela 2. Massa do cacho das uvas 'BRS Magna', cultivadas sobre diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, durante o segundo semestre de 2017. Campo Experimental de Bebedouro – Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2017.

| Porta-enxerto | Sistema de condução | | | CV (%) |
|---------------|---------------------|-----------|-----------|--------|
| | Espaladeira | Latada | Lira | |
| IAC 572 | 190,44 aA | 179,18 aA | 143,22 bA | 15,2 |
| IAC 766 | 179,37 aA | 179,37 aA | 135,37 bA | |

*Medias seguidas, pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si, em relação ao sistema de condução e porta-enxerto, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Por sua vez, a resistência da baga à força de compressão foi influenciada pelo porta-enxerto (Tabela 3). Observou-se que o porta-enxerto 'IAC 572' mostrou uma menor resistência, o que é um indicativo do amaciamento da polpa. Durante a elaboração do suco, bagas que apresentam menor resistência à força de compressão podem facilitar o esmagamento, permitindo maior rendimento.

Tabela 3. Resistência das bagas da videira 'BRS Magna' à força de compressão sob diferentes porta-enxertos, em ciclo produtivo do segundo semestre de 2017. Campo Experimental de Bebedouro – Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2017.

| Porta-enxerto | Resistencia da baga à força de compressão (N) |
|---------------|---|
| IAC 572 | 7,21 b |
| IAC 766 | 8,10 a |
| CV (%) | 11,64 |

*medias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Conclusões

Não se observou uma combinação específica do sistema de condução e porta-enxerto que favorecesse o conjunto de componentes de qualidade avaliados.

A massa da baga e a resistência da baga à força de compressão sofreram influência do sistema de condução e porta-enxerto, indicando que a escolha desses componentes de produção para a cultivar BRS Magna deve ser mais investigado.

Agradecimentos

À Fapece, pela bolsa de mestrado (IBPG 1153-5/01/16), e à Embrapa, pelo apoio financeiro à pesquisa.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 18 ed. rev. Gaithersburg, 2010. 957 p.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 144-149, out. 2011. Volume especial.

JIN, Z.; SUN, H.; SUN, T.; WANG, Q.; YAO, Y. Modifications of 'Gold Finger' grape berry quality as affected by the different rootstocks. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 21, p. 4189-4197, 2016.

MIELE, A.; MANDELLI, F. Sistema de condução. In: KUHN, G. B. (Ed.). **Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.(Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 4. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/conducao.htm>>. Acesso em: 14 maio 2018.

RITSCHER, P.; MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A.; ZANUS, M. C.; SOUZA, R. T.; FAJARDO, T. V. M. '**BRS Magna**': nova cultivar de uva para suco com ampla adaptação climática. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 125).

Dose de quitosana para aplicação pré-colheita em uva cv. Sweet Globe[®]: resultados preliminares

Débora Tamara Félix¹; Antonio Augusto Marques Rodrigues²; José Henrique Bernardino Nascimento³; Talita de Oliveira Ferreira⁴; Maria Auxiliadora Coêlho de Lima⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi definir doses de quitosana em aplicação pré-colheita para melhoria da conservação da qualidade de uva cv. Sweet Globe[®] mantida em temperatura ambiente. O estudo foi constituído de duas etapas, uma em campo, em área de plantio comercial, e outra, no laboratório de Fisiologia Pós-colheita, da Embrapa Semiárido. Os frutos foram submetidos a revestimentos de quitosana nas doses 0 (controle: sem aplicação do revestimento); 0,5%, 1,0% e 1,2%. As variáveis analisadas foram: perda de massa dos frutos, turgidez do engaço, firmeza das bagas, teor de sólidos solúveis e acidez titulável. A menor perda de massa foi observada no controle. Entre os revestimentos contendo quitosana, as doses 1,0% e 1,5% resultaram em perda de massa menor que a de 0,5%. A vida útil dos cachos foi determinada pelo avanço da desidratação do engaço, que limitou a aparência a partir do quarto dia de armazenamento.

Palavras-chave: armazenamento, conservação, qualidade, revestimento.

¹Tecnóloga em Alimentos, mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFS, Sergipe, São Cristóvão, SE.

²Engenheiro-agrônomo, doutorando em Agronomia - UFBP, Areia, PB.

³Biólogo, mestrando em Recursos Genéticos Vegetais - UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁴Tecnóloga em Alimentos, mestranda em Agronomia/Produção Vegetal, Universidade Federal do Vale do São Francisco.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Pós-colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, auxiliadora.lima@embrapa.br.

Introdução

A cultura da videira (*Vitis vinifera* L.) tem grande importância econômica e social no Submédio do Vale do São Francisco, pois envolve grande volume anual de negócios voltados para os mercados interno e externo, destacando-se entre as culturas irrigadas da região, como a de maior coeficiente de geração de empregos diretos e indiretos (Silva; Coelho, 2010).

Atualmente, novas cultivares uva de mesa estão sendo introduzidas nessa região, principalmente de cultivares sem sementes, dentre elas a cv. Sweet Globe[®]. Trata-se de uma cultivar de bagas de coloração verde, considerada de textura crocante, sabor agradável, baixa acidez, casca fina e alta produtividade (International Fruit Genetics, 2018). Porém, como as uvas sem sementes, em geral, requerem técnicas de conservação pós-colheita que reduzam a perda de água, as podridões e as desordens fisiológicas que limitam a qualidade bem como os eventos que levam à senescência.

A necessidade de novas alternativas para a conservação de alimentos é cada vez maior, especialmente para os produtos de consumo in natura, uma vez que muitos apresentam vida útil reduzida (Vicentino et al., 2011). A aplicação de revestimentos comestíveis está se mostrando como alternativa viável, eficaz e promissora na preservação da qualidade de frutos.

A quitosana é uma das matrizes que vêm sendo avaliada como revestimento em frutas e hortaliças. É obtida da quitina de carapaças de crustáceos (Azevedo et al., 2007), sendo um biopolímero de alto potencial para ser utilizado também como embalagem ativa. Não apresenta toxicidade ao homem e tem a capacidade de formar filmes biodegradáveis, apresentando atividade antimicrobiana (Soares et al., 2011). Tem conferido efeito conservador, contribuindo, dentre outros efeitos, para a redução da perda de peso e manutenção da firmeza dos frutos (Alli et al., 2011).

A fim de obter uma resposta mais rápida em relação à eficácia da aplicação de revestimentos em uva, este trabalho teve como objetivo definir doses de quitosana em aplicação pré-colheita para a melhoria da conservação da qualidade da uva cv. Sweet Globe[®] mantida em temperatura ambiente.

Material e Métodos

O trabalho se constituiu de uma etapa em campo, realizada em área de produção comercial com a cultivar Sweet Globe[®], localizada no município de Petrolina, PE, e outra etapa no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Como base para a elaboração do revestimento, foi utilizada quitosana comercial, nas doses: 0,0 (controle sem revestimento), 0,5% (m/v), 1,0% e 1,2%, com dissolução em água acidificada com ácido acético e adição de glicerol 0,5% e etanol 0,05%.

Aplicou-se as soluções por meio de pulverização dirigida aos cachos, 2 dois dias antes da colheita. Após a colheita, as uvas foram conduzidas ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita e submetidas à limpeza de bagas com de-feitos graves, separadas, pesadas, embaladas em sacos plásticos, envoltos por bolsões e acondicionados em caixas de papelão ondulado. Foram armazenadas em câmara fria, a $24,2 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ com umidade relativa (UR) de $89,7 \pm 3,1\%$, sendo avaliadas aos 0, 2, 4, 5 e 6 dias de armazenamento.

As variáveis analisadas foram: perda de massa fresca dos cachos, turgidez do engaço, firmeza da baba, teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, fatorial 4 x 5 (dose de quitosana x tempo de armazenamento), com três repetições, em parcelas compostas por três cachos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade (programa estatístico Sisvar).

Resultados e Discussão

Houve interação significativa entre os revestimentos e o tempo de armazenamento, para a perda de massa (Figura 1). Os valores desta variável aumentaram em todos os tratamentos, mas foi menor no controle. Em estudo de Ricardo-Rodrigues et al. (2017), uvas revestidas com quitosana a 0,8% e o controle apresentaram maiores perda de massa.

Em condições de temperatura ambiente, os frutos apresentam transformações metabólicas e alterações físicas maiores. Contudo, houve destaque em relação à maior perda de massa para o revestimento de quitosana a 0,5%, principalmente no quarto e sexto dia de armazenamento, com valores médios de 2,5% e 4,2%, respectivamente.

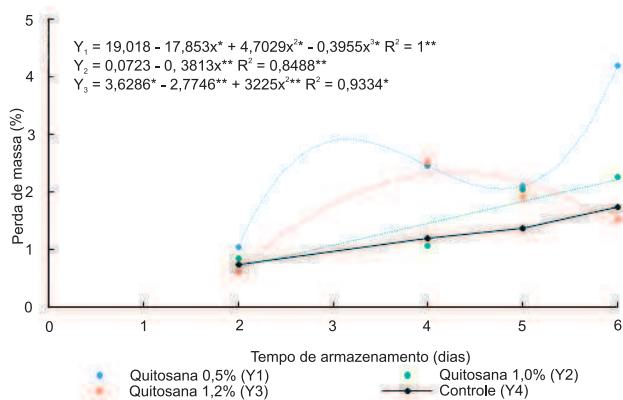


Figura 1. Perda de massa da uva cv. Sweet Globe® tratada com aplicação pré-colheita de revestimento com diferentes concentrações de quitosana e armazenada sob temperatura ambiente (24,2 ± 0,3°C e 89,7 ± 3,1% UR).

A turgidez do engaço variou apenas sob influência do tempo de armazenamento (Figura 2). O engaço se manteve em condições apreciáveis de comercialização até o quarto dia de armazenamento. Quando verde, tem alto valor na definição da qualidade dos cachos após o armazenamento (Li et al., 2015).

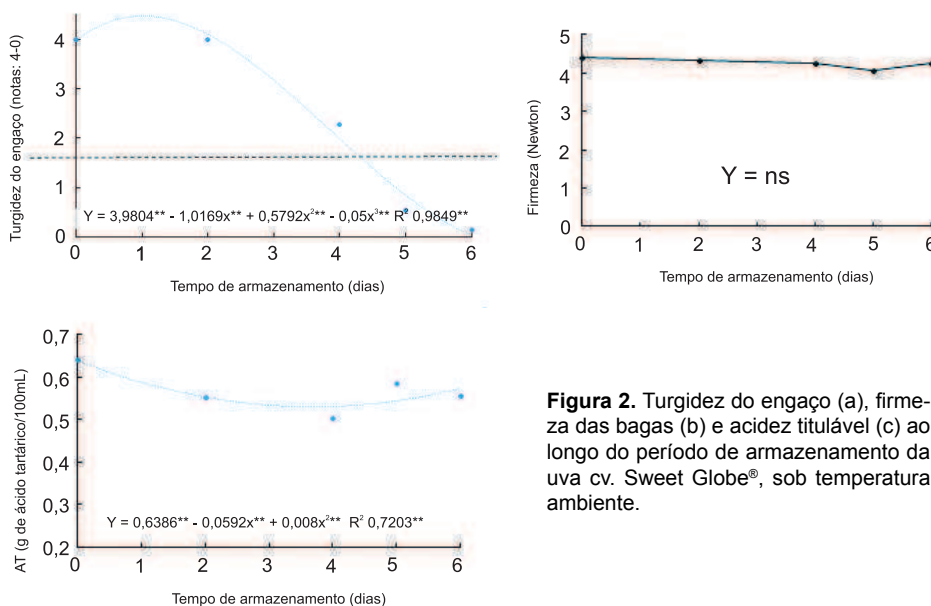


Figura 2. Turgidez do engaço (a), firmeza das bagas (b) e acidez titulável (c) ao longo do período de armazenamento da uva cv. Sweet Globe®, sob temperatura ambiente.

A firmeza das bagas não diferiu entre doses de quitosana, variando durante o armazenamento de 4,4 N a 4,2 N (Figura 2). Rodrigues (2016) observou que a uva 'Crimson' revestida com quitosana manteve firmeza na ordem de 4 N até 14 dias de armazenamento, mesmo sob temperatura de 1 ± 1 °C e 95% UR.

A acidez titulável variou durante o armazenamento, observando-se pequenas reduções ao longo do tempo (Figura 2), mas foi influenciada pelas doses de quitosana testadas (Tabela 1). Esta resposta também foi observada para o teor de sólidos solúveis, que foram maiores nas uvas com revestimento de quitosana a 0,5% e no controle, os quais não diferiram do tratamento a 1,0%. As doses 1,0% e 1,2% mantiveram maior acidez titulável, não diferindo do controle. Entretanto, essas diferenças numéricas são de restrita ou mesmo nenhuma repercussão para a qualidade da uva, particularmente para o sabor.

Tabela 1. Teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) da uva cv. Sweet Globe® submetida à aplicação pré-colheita de revestimentos com diferentes doses de quitosana.

| Dose de quitosana | SS (°Brix) | AT (g de ácido tartárico.100 mL ⁻¹) |
|-------------------|------------|---|
| Controle | 14,1 a | 0,54 ab |
| 0,5% | 14,3 a | 0,53 b |
| 1,0% | 13,3 ab | 0,59 a |
| 1,2% | 12,8 b | 0,60 a |

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Conclusões

Os revestimentos contendo quitosana a 0,5%; 1,0% e 1,2%, associada aos aditivos glicerol e etanol, não reduziram a perda de massa dos cachos em relação ao controle. As doses a 1,0% e 1,2% resultaram em menor perda de massa que a de 0,5%.

Sob temperatura ambiente, a vida útil dos cachos foi de 4 dias, sendo limitada pelo avanço da desidratação do engaço.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio à Pesquisa e a Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE), pela concessão da bolsa de mestrado.

Referências

- ALLI, A.; MUHAMMAD, M. T.; SIJAM, K.; SIDDIQUI, Y. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, v. 124, p. 620-626, 2011.
- AZEVEDO, V. V. C.; CHAVES, S. A.; BEZERRA, D. C.; LIA FOOK, M. V.; COSTA, A. C.F. M. Quitina e quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 2.3, p. 27-34, 2007.
- INTERNATIONAL FRUIT GENETICS. **Grapes**. Bakersfield, 2018. Disponível em: <<http://internationalfruitgenetics.com/sweet-globe.php>>. Acesso em: 10 set. 2018.
- LI, L.; KAPLUNOV, T.; ZUTAHY, Y.; DAUS, A.; PORAT, R.; LICHTER, A. The effects of 1-methylcyclopropane and ethylene on postharvest rachis browning in table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 107, p. 16-22, 2015.
- RICARDO-RODRIGUES, S.; LARANJO, M.; MARTINS, P.; RATO, A. E.; SHAHIDIAN, S.; VAZ, M.; COELHO, R.; VALVERDE, P.; VIEIRA, F.; AGULHEIRO-SANTOS, A. C. Efeito do quitosano e ácido acético na conservação de uva de mesa. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 246-253, 2017.
- RODRIGUES, S. I. R. **Conservação de uva de mesa 'Crimson' com recurso a revestimentos edíveis**. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica) – Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora.
- SILVA, P. C. G.; COELHO, R. C. Caracterização social e econômica da videira. In: LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **Cultivo da videira**. 2. ed. Brasília, DF; Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Sistema de Produção, 1). Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ce-portlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=4102&p_r_p_-996514994_topicold=4235>. Acesso em 7 ago. 2018.
- SOARES, N. F. F.; SILVA, D. F. P.; CAMILLOTO, G. P.; OLIVEIRA, C. P.; PINHEIRO, N. M.; MEDEIROS, E. A. A. Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 281-289, out. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000500035>. Acesso em: 5 out. 2018.
- VICENTINO, S. L.; FLORIANO, P. A.; DRAGUNSKI, D. C. Filmes de amidos de mandioca modificados para recobrimento e conservação de uvas. **Química Nova**, v. 34, n. 8, p. 1309-1314, 2011.

Alterações na qualidade da uva 'BRS Magna' cultivada sobre o porta-enxerto SO4 durante cinco ciclos de produção

Luana Ferreira dos Santos¹; José Henrique Bernardino Nascimento²; Antônio Augusto Marques Rodrigues¹; Wilyanne Monique Danôa Bonfim⁴; Maria Auxiliadora Coêlho de Lima⁵

Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar a qualidade de uvas 'BRS Magna' cultivada sobre o porta-enxerto SO4, durante cinco ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, em que os ciclos de produção representaram os tratamentos, com quatro repetições. Na colheita, as uvas foram avaliadas quanto à: massa fresca do cacho; massa fresca da baga; resistência da baga à compressão; atributos da cor de casca (L, a* e b*); acidez titulável e teor de sólidos solúveis. As uvas 'BRS Magna' apresentaram variações em massa fresca do cacho e da baga, L, a*, b* e acidez titulável entre os ciclos de produção, em função das condições climáticas distintas, mas com teores de sólidos solúveis estáveis.

Palavras-chave: época de produção, uvas para suco, vitivinicultura tropical.

Introdução

O Brasil, embora seja uma das áreas mais recentes no mapa da viticultura mundial, tem atendido aos requerimentos de qualidade do mercado nacio-

¹Engenheiro(a)-agrônomo(a), doutorando(a) em Agronomia - UFPB, bolsista Capes, UFPB, Areia, PB.

²Biólogo, mestre em Recursos Genéticos Vegetais, Cruz das Almas, BA.

⁴Bióloga - UPE, bolsista PIBIC-CNPq/Embrapa, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, auxiliadora.lima@embrapa.br.

nal e de outros países. No setor vitivinícola brasileiro, o suco de uva tem se destacado com incremento de 7,62% na quantidade exportada e de 18,04% no valor, em 2016, comparado ao ano anterior. Cerca de 90% da produção do suco de uva é proveniente da região Sul do País, caracterizada pelo clima temperado, à semelhança do que se observa na maioria das áreas de produção de uva no mundo (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2017). Entretanto, outras regiões brasileiras, como o Vale do São Francisco, têm apresentado crescimento nesse cenário produtivo. Essa região, de clima semiárido tropical, produz principalmente uvas para mesa. A produção voltada para a elaboração de sucos de uva concentrado e integral é a segunda atividade vitivinícola mais importante.

No Submédio do Vale do São Francisco, os investimentos para a produção de uvas para suco se concentram na cultivar Isabel Precoce (*Vitis labrusca*) e nos híbridos 'BRS Cora', 'BRS Violeta' e 'BRS Magna', sendo estes os mais cultivados. Estas três últimas cultivares híbridas foram desenvolvidas pela Embrapa Uva e Vinho, visando a melhoria da qualidade do suco de uva nacional (Lima et al., 2014).

Mesmo os produtos elaborados da uva 'Isabel Precoce' apresentando sabor e aroma agradáveis, são pobres em coloração. Assim, a uva 'BRS Magna', uma cultivar tintureira, com tom violáceo intenso e aroma típico da espécie *Vitis labrusca* é uma alternativa para a melhoria da qualidade do suco produzido no Brasil, aprimorando parâmetros de cor, doçura e sabor (Ritschel et al., 2015). Seu suco pode ser consumido puro ou em corte com os de outras cultivares.

O porta-enxerto 'SO4' é oriundo do cruzamento entre *Vitis berlandieri* e *Vitis rupestris*. Desenvolve-se lentamente e mostra baixo vigor nos primeiros anos, mas melhora esse desempenho com a maturidade das plantas. É especialmente adequado para as cultivares que são sensíveis durante a floração; não promove *coulure* ou *millerandage* (falhas na frutificação). Favorece a frutificação, incentivando o desenvolvimento precoce e a maturidade (Goldammer, 2015). Outra característica a ser considerada é que na vitivinicultura praticada na região do Submédio do Vale do São Francisco as videiras produzem até duas safras por ano. Dessa forma, as condições ambientais distintas de cada época interferem nos fatores de qualidade da uva.

Objetivou-se com este estudo caracterizar a qualidade das uvas 'BRS Magna', cultivadas sobre o porta-enxerto SO4, durante cinco ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, situada no município de Petrolina, PE, utilizando-se videiras 'BRS Magna' enxertadas sobre 'SO4'. O parreiral da cultivar BRS Magna foi implantado em 20 de agosto de 2014. Foram avaliadas variáveis de qualidade em cinco ciclos de produção, correspondendo aos seguintes períodos entre a poda de produção e a colheita: 22 de fevereiro a 30 de maio de 2016; 13 de julho a 5 de novembro de 2016; 21 de junho a 2 de outubro de 2017; 27 de dezembro de 2017 a 2 de abril de 2018 e 4 de junho a 11 de setembro de 2018.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em que os ciclos de produção representaram os tratamentos. Foram adotadas quatro repetições, contendo seis plantas por parcela, de onde foram colhidos cinco cachos, para as seguintes avaliações, no momento da colheita: massa fresca do cacho (g), massa fresca da baga (g), coloração da casca medida em luminosidade (L), a^* e b^* , avaliada em reflectômetro; resistência da baga à compressão, utilizando-se texturômetro; teor de sólidos solúveis (SS - %) e acidez titulável (g. de ácido tartárico 100 mL⁻¹ de polpa – AT).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos fatores individualmente comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) a 5% de probabilidade. Para os atributos a^* e b^* , os dados foram apresentados como médias e desvios-padrão em função da variação entre valores negativos e positivos.

Resultados e Discussão

A massa dos cachos de uvas 'BRS Magna' foi maior na colheita do segundo semestre de 2017 comparado ao mesmo período de 2016 (Tabela 1). A massa da baga apresentou maior valor nos ciclos de segundo semestre de 2017 e 2018, não diferindo das uvas colhidas no primeiro semestre de 2018. O primeiro ciclo produtivo da uva 'BRS Magna' ocorreu no primeiro semestre de 2016, caracterizado, desta forma, pela apresentação de cachos com menor massa em função da idade da planta. Normalmente, ao longo dos ciclos, espera-se aumento da massa da baga, o que repercute no cacho. Porém, estes aspectos dependem do manejo adotado, que pode estimular essas alterações no fruto.

Tabela 1. Massa dos cachos, massa da baga, resistência da baga à compressão e atributo de cor luminosidade (L) da casca de uvas 'BRS Magna' em diferentes ciclos de produção no Submédio do Vale do São Francisco.

| Ciclo de produção (ano/semestre) | Massa do cacho (g) | Massa da baga (g) | Resistência à compressão (N) | L |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|----------|
| 2016/1 | 95,95 bc | 1,93 b | 4,14 b | 28,48 ab |
| 2016/2 | 88,27 c | 1,86 b | 8,80 a | 28,35 ab |
| 2017/2 | 162,90 a | 2,60 a | 9,71 a | 27,17 bc |
| 2018/1 | 128,63 abc | 2,29 ab | 8,91 a | 26,70 c |
| 2018/2 | 150,29 ab | 2,44 a | 9,14 a | 28,96 a |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As bagas das uvas colhidas no primeiro semestre de 2016 apresentaram menor resistência à força de compressão, diferindo do que foi observado nos demais ciclos (Tabela 1). A menor resistência da baga, sendo indicativo de amaciamento, sugere facilidade de desprendimento do pedicelo. Desta forma, tem-se maior rendimento na fase do desengace, que antecede a maceração das uvas para a elaboração do suco. Fatores externos alteram a dinâmica da água e o acúmulo de açúcares na baga, contribuindo para mudanças de textura em frutos carnosos, como a uva (Doumouya et al., 2014).

Para a luminosidade da casca, quanto mais próximos de 100 forem os valores, maior será a reflexão difusa, o brilho. No geral, os valores para essa variável foram considerados baixos. Possivelmente, este fato está relacionado à quantidade de cera pruína depositada na superfície da casca, que aumenta ao longo do crescimento da baga e que reduz a luminosidade, limitando dessa forma a quantificação numérica da variável.

Em função de condições ambientais distintas, principalmente algum grau de estresse hídrico, a deposição da cera é mais pronunciada, deixando a baga com coloração acinzentada e menos propensa à perda de água. Nesse contexto, as bagas colhidas no segundo semestre de 2018 apresentaram maiores valores para esta variável, diferindo dos dados do primeiro semestre desse mesmo ano.

Semelhante à variável L e relacionando à deposição de cera na superfície, também foram observados valores baixos para os atributos a^* que, sendo positivos, representam os pigmentos vermelhos, e b^* , cujos valores negativos indicam tons azulados (Tabela 2). Os valores próximos de zero para essas variáveis estão associados à deposição de cera, que limita sua quantificação.

Tabela 2. Atributos de cor a* e b* de casca de uvas ‘BRS Magna’ em diferentes ciclos de produção no Submédio do Vale do São Francisco.

| Ciclo de produção (ano/semestre) | a* | b* |
|----------------------------------|--------------|--------------|
| 2016/1 | 0,01 ± 0,06 | -0,87 ± 1,75 |
| 2016/2 | 0,29 ± 0,21 | -1,50 ± 0,41 |
| 2017/2 | -0,16 ± 0,11 | -0,88 ± 0,35 |
| 2018/1 | 0,32 ± 0,05 | 0,03 ± 0,28 |
| 2018/2 | -0,18 ± 0,13 | -2,38 ± 0,46 |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não foi verificada diferença significativa para teor de sólidos solúveis (SS) entre os ciclos de produção (Tabela 3). Os valores verificados em todos os ciclos analisados superam os teores de sólidos solúveis de 17 g 100 g⁻¹ e 19 g 100 g⁻¹, descritos por Ritschel et al. (2015) para esta cultivar, em zonas de clima subtropical e temperado. Além disso, os teores de SS observados neste trabalho atendem aos requisitos da legislação brasileira, que define 14 °Brix como teor mínimo para a elaboração de suco (Brasil, 2000).

Quanto à acidez titulável, os valores encontrados apresentaram-se dentro dos padrões exigidos para produção de suco. Ritschel et al. (2015) afirmam que a AT média da cultivar BRS Magna é de 0,90 g de ácido tartárico 100 mL⁻¹, em condições de clima temperado. Nas condições de cultivo do Submédio do Vale do São Francisco, a menor AT foi observada no ciclo produtivo do primeiro semestre de 2018, diferindo dos valores encontrados no segundo semestre desse ano. A temperatura tem forte influência na concentração dos ácidos, uma vez que, elevadas temperaturas aceleram sua degradação, diminuindo a concentração (Kuhn et al., 2014).

Tabela 3. Teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) de uvas ‘BRS Magna’ em diferentes ciclos de produção no Submédio do Vale do São Francisco.

| Ciclo de produção (ano/semestre) | Teor de SS (°Brix) | AT (g ácido tartárico 100 mL ⁻¹) |
|----------------------------------|--------------------|--|
| 2016/1 | 21,6ns | 0,66 ab |
| 2016/2 | 24,2 | 0,60 ab |
| 2017/2 | 23,6 | 0,69 ab |
| 2018/1 | 20,8 | 0,53 b |
| 2018/2 | 23,7 | 0,78 a |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Conclusão

A uva 'BRS Magna' sobre o porta-enxerto SO4 apresentou variação em massa fresca do cacho e da baga, L, a*, b* e acidez titulável entre os ciclos produtivos. Entretanto, o teor de sólidos solúveis mostrou-se estável durante os ciclos, tratando-se de um indicativo eficaz de ponto de colheita para a cultivar.

Agradecimentos

À Embrapa Semiárido, pela disponibilização da infraestrutura para a realização dos experimentos, e à Capes, pela concessão de bolsa.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 54.

DOUMOUYA, S.; LAHAYE, M.; MAURY, C.; SIRET, R. Physical and physiological heterogeneity within the grape bunch: impact on mechanical properties during maturation. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 65, n. 2, p. 170-178, 2014.

GOLDAMMER, T. **Grape grower's handbook**. 2nd. ed. Centreville: Apex Publishers, 2015. 728 p.

KUHN, N.; GUAN, L.; DAI, Z.; WU, B.; LAUVERGEAT, V.; GOMÈS, E.; LI, S.; GODOY, F.; ARCE-JOHNSON, P.; DELROT, S. Berry ripening: recently heard through the grapevine. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, p. 4543-4559, 2014.

LIMA, M. dos S.; SILANI, I. D. S. V.; TOALDO, I. M.; CORRÊA, L. C.; BIASOTO, A. C. T.; PEREIRA, G. E.; NINOW, J. L. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **J. Agric. Food Chemistry**, v. 161, 94-103, 2014.

RITSCHER, P. S.; GIRARDI, C. L.; ZANUS, M. C.; FAJARDO, T. V. M.; MAIA, J. D. G.; SOUZA, R. T.; CAMARGO, U. A. Novel Brazilian grape cultivars. **Acta Horticulturae**, v. 1082, p. 157-163, 2015.

Maturação da uva da cultivar Touriga Nacional em ciclo produtivo do primeiro semestre no Submédio do Vale do São Francisco

Erika Samantha Santos de Carvalho¹; Grace Nunes da Silva²; Aline Telles Biasoto Marques³; Maria Auxiliadora Coêlho de Lima⁴; Janice Izabel Druzian⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a evolução da maturação da uva 'Touriga Nacional' durante o ciclo produtivo do primeiro semestre de 2017, no Submédio do Vale do São Francisco. O experimento foi conduzido na vinícola Santa Maria (9° 2'S, 40° 11' O, em Lagoa Grande, PE) com uvas da cultivar Touriga Nacional. A partir do início da maturação, foram realizadas coletas nos cachos de plantas marcadas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam à data em que as coletas foram realizadas: 83, 91, 96, 103, 110, 113, 117, 122 e 124 dias após a poda. As mudanças na cor da baga foram registradas no início da maturação, com pequenas variações ao longo do tempo. A maturação se caracterizou pela apresentação de aumento na massa da baga e incrementos constantes no teor de sólidos solúveis, sugerindo alto potencial alcóolico para a elaboração de vinhos. Porém, a estabilização da acidez titulável foi a variável que melhor sinalizou o momento em que as bagas se tornaram maduras.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*, ponto de colheita, uvas finas para vinho, vitivinicultura tropical.

¹Enóloga, doutoranda em Biotecnologia em Recursos Naturais – Ufba, bolsista Fapesb, UFBA, Salvador, BA.

²Estudante de Viticultura e Enologia – IF Sertão Pernambucano, estagiária da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Bacharel em Ciência dos Alimentos, D.Sc. em Alimentos e Nutrição, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fisiologia Pós-colheita, pesquisadora Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, auxiliadora.lima@embrapa.br.

⁵Química, D.Sc. em Ciência de Alimentos, professora da Ufba, Salvador, BA.

Introdução

A vitivinicultura no Submédio do Vale do São Francisco se diferencia pelo escalonamento produtivo, podendo-se obter até duas safras e meia numa mesma área. Essa resposta se deve ao clima dessa região, que apresenta temperatura média anual de 26,5 °C e insolação de 3.000 horas/ano. Esta condição é diferente de qualquer outra região vitivinícola no mundo (Soares; Leão, 2009; Sá et al., 2015).

Tendo em vista que a fisiologia da planta é afetada por essas condições de cultivo, a maturação das uvas pode apresentar características diferenciais. A maturação é identificada pelo começo da mudança de coloração das bagas e é concluída na colheita. Neste intervalo, fatores como genética, manejo e clima influenciam sua composição química. Tratando-se de fruta não climatérica, requer que a colheita seja feita quando a mesma apresentar aspectos ideais de coloração, aroma, textura e sabor (Kader, 1992; Lizana, 1995; Domingues Neto et al., 2016).

Apesar da excelente adaptação da cultivar Touriga Nacional no Submédio do Vale do São Francisco, as características e mudanças que determinam a qualidade das uvas ainda não são adequadamente conhecidas.

Este estudo teve como objetivo caracterizar a evolução da maturação da uva cultivar Touriga Nacional durante o ciclo produtivo do primeiro semestre de 2017.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na vinícola Santa Maria (9° 2'S, 40° 11' O, Lagoa Grande, PE) com uvas da cultivar Touriga Nacional, conduzidas em sistema do tipo latada e irrigadas por gotejamento. O estudo foi realizado durante o ciclo produtivo iniciado em 23 de março de 2017, ocasião em que foi feita a poda de produção.

No início da maturação, identificada pela mudança de cor das bagas e início de amaciamento, começou-se a coletar, periodicamente, cinco cachos por parcela. As uvas começaram a ser coletadas em intervalos regulares para acompanhamento da maturação, que durou até a sobrematuração (14 de junho de 2017).

Os tratamentos corresponderam à data em que as coletas foram realizadas, como segue: 83, 91, 96, 103, 110, 113, 117, 122 e 124 dias após a poda. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela constituída por 13 plantas. Em cada avaliação, foram coletados dois cachos de cinco planta de cada parcela.

As análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido. As variáveis analisadas foram: massa do cacho, obtida em balança semianalítica, a partir da média da massa dos cinco cachos que compunham a parcela; massa da baga, medida em balança semianalítica, a partir da média da massa de 50 bagas retiradas, em igual número, de cada um dos cinco cachos; cor da casca, avaliada por meio da luminosidade (L) e das coordenadas cromáticas a^* (que representa as variações do verde e do vermelho) e b^* (variações do azul e do amarelo); teor de sólidos solúveis (SS), obtido em refratômetro tipo Abbe; pH, por leitura em potenciômetro digital; e acidez titulável (AT), determinada por titulação em solução de NaOH 0,1M.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as variáveis que sofreram influência do tempo de avanço da maturação, à análise de regressão polinomial. Para esta, foram representadas equações polinomiais de até 3º grau, identificando-se a significância dos termos e considerando-se coeficientes de determinação superiores a 0,70. As análises foram realizadas utilizando-se o programa Sisvar 5.6

Resultados e Discussão

A massa do cacho diminuiu linearmente durante a maturação (Figura 1), provavelmente devido a alguma restrição hídrica predominante no período, já que, em condições esperadas, ocorre aumento do volume decorrente da maior absorção de água induzida pelo acúmulo de açúcares (Soares; Leão, 2009).

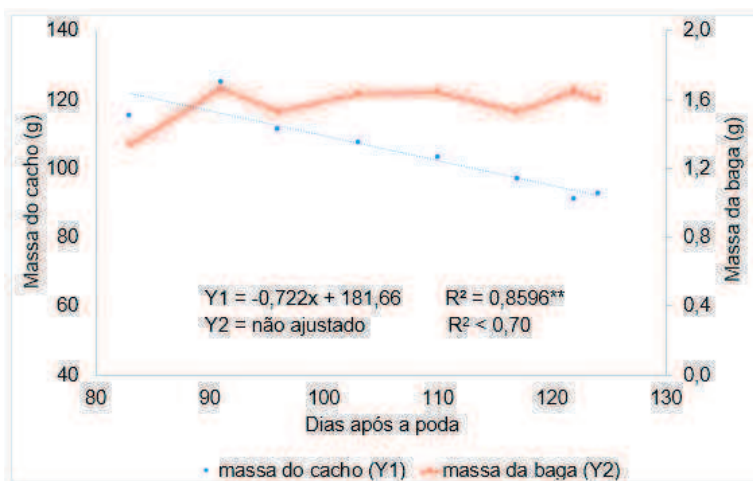


Figura 1. Massa do cacho e da baga de uvas da cultivar Touriga Nacional durante a maturação no ciclo produtivo do primeiro semestre de 2017, em área de produção no Submédio do Vale do São Francisco.

A massa fresca da baga aumentou durante a maturação, sendo os maiores valores foram observados os 96 dias após a poda (Figura 1). Porém, não foi possível obter equação polinomial que representasse os dados, explicando, no mínimo, 70% deles.

Para as variáveis componentes da cor, observou-se redução de L da casca durante a maior parte do período de maturação (Figura 2). Entretanto, com a proximidade da colheita (uvas maduras) e a posterior sobrematuração, L aumentou, apresentando valores próximos daqueles observados no início deste período fenológico. As a^* e b^* , diminuíram ao longo da maturação, com valores negativos, desde a fase intermediária desse período. Essa resposta representa predomínio de tons cinza na casca (Tabela 1).

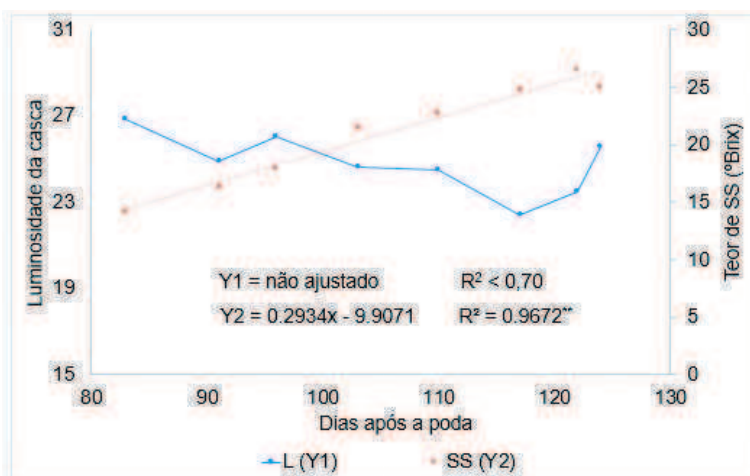


Figura 2. Teor de sólidos solúveis (SS) de uvas da cultivar Touriga Nacional durante a maturação, no ciclo produtivo do primeiro semestre de 2017, em área de produção no Submédio do Vale do São Francisco.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrões das coordenadas cromáticas a^* e b^* da casca da uva 'Touriga Nacional' cultivada no Submédio do Vale do São Francisco, durante a maturação do primeiro ciclo de 2017.

| Dias após a poda | a^* | b^* |
|------------------|--------------|-------------|
| 83 | 5,42 ± 3,57 | 3,57 ± 0,35 |
| 91 | 0,49 ± 0,19 | 0,19 ± 0,21 |
| 96 | 0,51 ± 0,81 | 0,81 ± 0,32 |
| 103 | -0,14 ± 0,17 | 0,16 ± 0,06 |
| 110 | -0,11 ± 0,81 | 0,17 ± 0,13 |
| 117 | -0,21 ± 0,04 | 0,24 ± 0,12 |
| 122 | -0,12 ± 0,61 | 0,10 ± 0,05 |
| 124 | -0,21 ± 0,04 | 0,04 ± 0,23 |

Os teores de sólidos solúveis (SS) aumentaram progressivamente no decorrer da maturação, atingindo 25,0 °Brix (Figura 2).

As uvas da cultivar Touriga Nacional apresentaram decréscimo na AT, sendo observadas porcentagens de até 0,88% de ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH de 3,68, aos 103 dias após a poda (Figura 3). Em consequência, registrou-se aumento no pH do suco da uva. Em estudos realizados por Lins et al. (2015), no início da maturação ocorrem modificações metabólicas relacionadas à translocação de açúcares, acarretando grande acúmulo de SS e degradação dos ácidos orgânicos. Destaca-se que, neste estudo, apesar de as taxas de degradação de ácidos orgânicos diminuírem no período, o teor de SS foi crescente, possivelmente favorecido pelas condições climáticas.

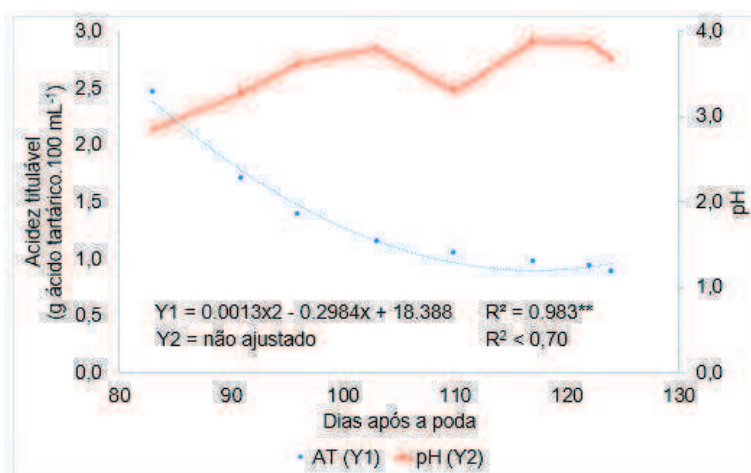


Figura 3. Acidez titulável (AT) e pH da cultivar Touriga Nacional durante a maturação, no ciclo produtivo do primeiro semestre de 2017, em área de produção no Submédio do Vale do São Francisco.

Conclusões

Na safra avaliada, a maturação se caracterizou por apresentar aumento na massa da baga, mudanças na cor da baga concentradas na primeira semana e incrementos constantes no teor de sólidos solúveis, este último indicando alto potencial alcóolico para a elaboração de vinhos, com pequenas variações ao longo do tempo.

A estabilização da acidez titulável foi a variável que melhor representou o completo amadurecimento da uva 'Touriga Nacional'.

Referências

DOMINGUES NETO, F. J.; PIMENTEL JÚNIOR, A.; PAIVA, A. P. M.; MODESTO, L. R.; CUNHA, S. R.; TECCHIO, M. A. Maturação da uva 'Brasil' na região sudeste de São Paulo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, n. 3, p. 294-301, 2016.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2nd. ed. Oackland: University of California, 1992. 296 p.

LINS, A. D. L.; ROQUE, I. M. B.; LISBÔA, C. G. C.; FEITOSA, R. M.; COSTA, J. D. S. Qualidade durante o desenvolvimento de uvas viníferas 'Syrah' do Submédio do Vale São Francisco. **Revista AGROTEC**, v. 36, n. 1, p. 259-263, 2015.

LIZANA, L. A. Algunos aspectos de cosecha y manejo de postcosecha en uva de mesa para exportación. In: CEPOC. Manejo de uva de mesa para exportación. **Publicaciones Miscelaneas Agrícolas**, v. 43, p. 35-43, 1995.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. 756 p.

SÁ, N. C. de; SILVA, E. M. S; BANDEIRA, A. da S. A cultura da uva e do vinho no Vale do São Francisco. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, p. 461-91, dez. 2015. Edição especial.

Produção Animal

Comportamento de ovelhas em lactação suplementadas com concentrado avaliadas em diferentes turnos do dia

George Henrique Melo de Sá Marquim Ferraz Nogueira¹; Tadeu Vinhas Voltolini²; Daniel Maia Nogueira³; Regiane Nascimento Santos⁴; Glayciane Costa Gois⁵

Resumo

Objetivou-se avaliar o comportamento de ovelhas em lactação mantidas em pasto irrigado de Tifton 85 e suplementadas com concentrado. Foram utilizadas 12 ovelhas lactantes mestiças (Lacaune x Santa Inês). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 (turnos de observação) x 3 (tratamentos: pasto sem suplementação); pastagem com suplementação à base de milho e pastagem com suplementação a base de caroço de algodão), com quatro repetições. A avaliação comportamental (pastejo - PAS, ruminando em pé - RP, ruminando deitado - RD, ócio em pé - OP, ócio deitado - OD, concentrado – C*, ruminando em pé na baía – RP*, ruminando deitado na baía – RD*, ócio em pé na baía – OP* e ócio deitado na baía – OD*) foi realizada durante 24 horas, dividindo-se em seis turnos de 4 horas (8-12h; 12-16h; 16-20h; 20-0h; 0-4h; 4-8h). Maiores frequências de OP* (8-12h), OD (0-4h) e OP (4-8h) foram observadas nos animais que receberam suplemento à base de caroço de algodão. Os tratamentos proporcionaram comportamento semelhante para o pastejo no turno de 12-16h. O período do dia influencia o comportamento de ovelhas em pastejo, com maiores frequências de pastejo no primeiro e segundo turno e de ruminação durante os turnos da noite.

Palavras-chave: alimentação, etologia, suplementação em pastejo.

¹Zootecnista, mestrando em Ciências Veterinárias no Semiárido - Univasf, bolsista Facepe, Petrolina, PE.

²Zootecnista, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, tadeu.voltolini@embrapa.br.

³Médico-veterinário, D.Sc. em Medicina Veterinária, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Médica-veterinária, mestranda em Ciência Animal - Univasf, bolsista Capes, Petrolina, PE.

⁵Zootecnista, pós-doutorando em Ciências Veterinárias no Semiárido - Univasf, Petrolina, PE.

Introdução

A criação de ovinos para a produção de leite é uma atividade pecuária que requer aperfeiçoamento e adaptação às condições ambientais do país (Dantas et al., 2016), sendo necessária a realização de pesquisas, principalmente com ênfase na alimentação. A utilização apenas de forragem na alimentação animal pode não permitir que este expresse todo o seu potencial e, dessa forma, uma maneira de potencializar o ganho de peso dos animais em pastejo é o uso da suplementação alimentar (Pompeu et al., 2009).

O uso de suplementação concentrada para ruminantes em pastejo interfere no ritmo de atividade natural dos animais (pastejo, ruminação e ócio) por estimular ou inibir o consumo da forragem, influenciando o seu desempenho, tornando fundamental o estudo do padrão diário de variação do ritmo de atividade dos ovinos para redução dessas interferências no comportamento natural de pastejo (Bremm et al., 2008).

Com este trabalho, objetivou-se avaliar o comportamento de ovelhas em lactação mantidas em pastagem e suplementadas com concentrado em diferentes turnos do dia.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Campo Experimental do Bebedouro pertencente à Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, localizada entre as coordenadas geográficas 09°04'16,4"S, 0 40°19'5,37"W e altitude de 379 m e temperatura média de 26,7 °C.

Foram utilizadas 12 ovelhas mestiças das raças (Lacaune x Santa Inês), saudáveis, com escore corporal variando entre 2,5 a 3,5 (escala de 1 a 5), mantidas em pasto irrigado de Tifton 85, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 × 6 (três dietas e seis turnos do dia) com quatro repetições por tratamento (ovelhas).

Os tratamentos consistiram em: 1 – pasto: pastagem, sem suplementação; 2 – milho: pastagem, com suplementação de milho como ingrediente principal do concentrado e 3 – caroço de algodão: pastagem, com suplementação de caroço de algodão como ingrediente principal no concentrado.

Durante o período compreendido de 8h às 10h as ovelhas foram mantidas em curral de espera para posterior manejo de ordenha. Depois de ordenhadas, as ovelhas foram suplementadas com concentrado à base de milho e caro-

ço de algodão e permaneceram em baias individuais até aproximadamente 13h10 para a ingestão do concentrado. Os animais do grupo pasto, após a ordenha, foram liberados para o piquete.

A avaliação do comportamento foi realizada ao longo das 24 horas. As mensurações foram realizadas a cada 10 minutos, quando os avaliadores observaram as seguintes atividades: pastejo - PAS, ruminando em pé - RP, ruminando deitado - RD, ócio em pé - OP, ócio deitado - OD, concentrado - C*, ruminando em pé na baía - RP*, ruminando deitado na baía - RD*, ócio em pé na baía - OP* e ócio deitado na baía - OD*.

As 24 horas de avaliação foram divididas em seis turnos com intervalos de 4 horas, iniciando às 8h, que compreende o período em que os animais foram conduzidos ao curral de espera para a ordenha. Os seis turnos de avaliação foram (8-12 h; 12-16h; 16-20h; 20-0h; 0-4h e 4-8h).

Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova). Para comparar os tratamentos e os períodos do dia, realizou-se o teste de Tukey ($P < 0,05$), utilizando-se o programa Assistat 7.7 (Silva; Azevedo, 2016) e considerando-se $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

Não houve interação entre os tratamentos e os turnos de observação ($P > 0,05$). Os tratamentos (pasto; milho e caroço de algodão) proporcionaram comportamento semelhante (15,75; 15,75 e 16,50 registros de pastejo) no período de 12-16h (Figura 1). Esse resultado já era esperado, pois foi o momento em que os animais suplementados foram para o pasto e buscavam a ingestão da forragem. Os ruminantes mantidos em pastos exercem seus hábitos normais de pastejo em sua grande maioria no período diurno mesmo que em condições climáticas mais desfavoráveis (Lima et al., 2014).

Para a variável ruminando em pé no pasto (RP), os tratamentos propiciaram maior frequência de ruminação no quarto turno de avaliação (20-0h), destacando-se o tratamento caroço de algodão (3,17 registros) e as menores frequências no quinto turno de avaliação (0-4h). Para a variável ruminando deitado no pasto (RD*), os tratamentos promoveram maiores frequências durante o quarto e o quinto turno (20-0h; 0-4h), com médias de 7,42 e 9,92 registros de ruminação, respectivamente. A maior frequência de ruminação nesses períodos está relacionada ao fato de este compreender o período em que os animais utilizam para o descanso ou processando o alimento ingerido durante todo o dia (Pompeu et al., 2009).

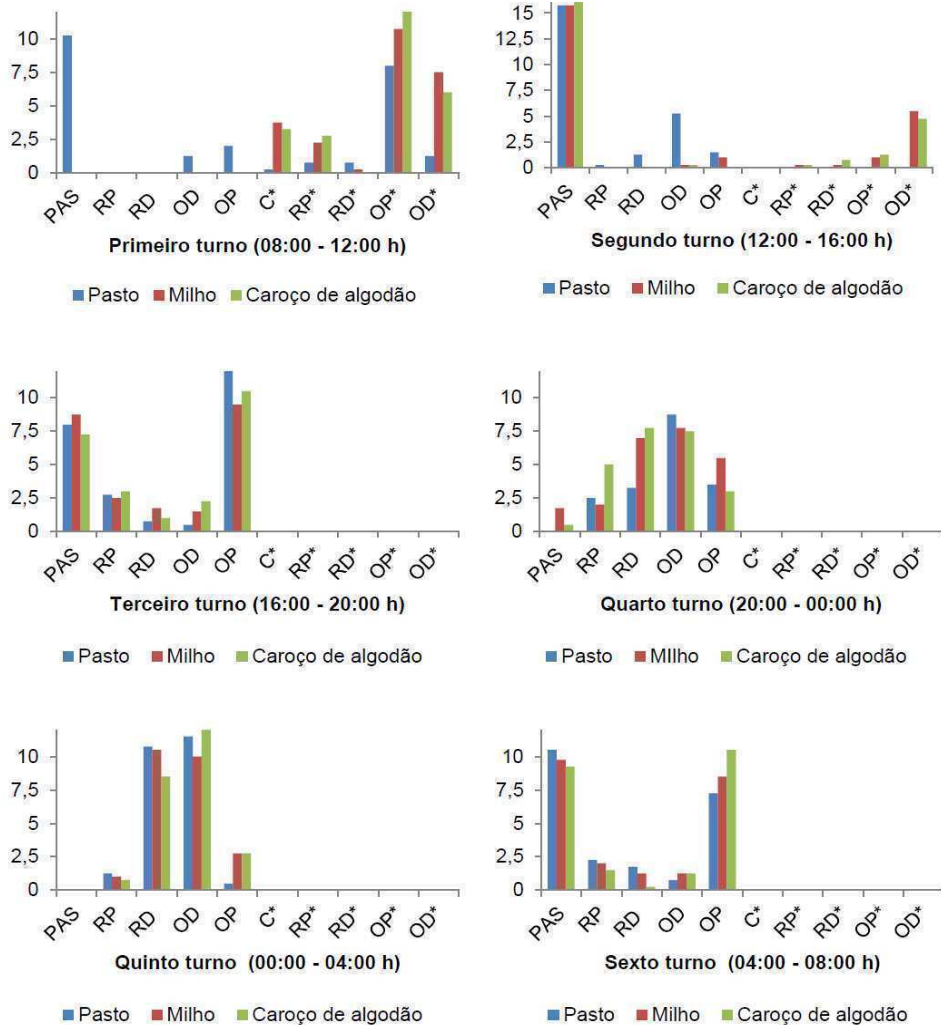


Figura 1. Comportamento de ovelhas em diferentes turnos por um período de 24 horas. Pastejo – PAS ($p < 0,001$), ruminando em pé – RP ($p < 0,6457$), ruminando deitado – RD ($p < 0,6498$), ócio em pé – OP ($p < 0,9762$), ócio deitado – OD ($p < 0,1095$), concentrado – C* ($p < 0,019$), ruminando em pé na baía – RP* ($p < 0,4485$), ruminando deitado na baía – RD* ($0,9342$), ócio em pé na baía – OP* ($0,0254$) e ócio deitado na baía – OD* ($p < 0,001$).

Maiores frequências em ócio em pé na baía e ócio deitado na baía (OP* e OD*) foram observadas no período de (8-12h) com médias de 10,33 e 4,92 registros, respectivamente, e ócio em pé foram observadas durante o terceiro e sexto turnos, com médias de 10,67 e 8,75 registros. Os valores encontra-

dos para ócio se deram pelo fato de os animais também aproveitaram as horas mais quentes do dia para a alimentação, pois tinham acesso aos piquetes neste horário, diferindo dos resultados encontrados por Oliveira et al. (2013), que observaram que os animais apresentaram frequência maior de ócio nas horas mais quentes do dia.

Conclusão

O período do dia influencia o comportamento de ovelhas em pastejo, com maiores frequências de pastejo no primeiro e segundo turno e de ruminação durante os turnos da noite.

Agradecimentos

À Facepe, pela bolsa de mestrado (IBPG 0976-5.04/16).

Referências

- BREMM, C.; SILVA, J. H. S.; ROCHA, M. G.; ELEJALDE, D. A. G.; OLIVEIRA NETO, R. A.; CONFORTIN, A. C. C. Comportamento ingestivo de ovelhas e cordeiras em pastagem de azevém-anual sob níveis crescentes de suplementação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 2097-2106, 2008.
- DANTAS, A.; SIQUEIRA, E. R.; FERNANDES, S.; OBA, E.; CASTILHOS, A. M.; MEIRELLES, P. R. L.; SARTORI, M. M. P.; PAOLA, T. R. influence of feeding differentiation on the age at onset of puberty in Brazilian Bergamasca dairy ewe lambs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 22-28, 2016.
- LIMA, C. B.; COSTA, T. G. P.; LIMA JÚNIOR, D. M.; SILVA, M. J. M. S.; MARIZ, T. M. A. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de ovinos em pastejo no Semiárido. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, p. 26-34, 2014.
- OLIVEIRA, F. A.; TURCO, S. H. N.; ARAÚJO, G. G. L.; CLEMENTE, C. A. A.; VOLTOLINI, T. V.; GARRIDO, M. S. G. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês em ambientes com e sem disponibilidade de sombra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 346-351, 2013.
- POMPEU, R. C. F. F.; ROGÉRIO, M. C. P.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; GUERRA, J. L. L.; GONÇALVES, J. S. Comportamento de ovinos em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 374-383, 2009.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 3733-3740, 2016.

Produção de leite e rendimento de queijo de ovelhas mestiças Lacaune e Santa Inês suplementadas com diferentes fontes de energia: dados preliminares

Regiane Nascimento Santos¹; George Henrique Melo de Sá Marquim Ferraz Nogueira²; Jackson Alex dos Santos Ferreira³; Tadeu Vinhas Voltolini⁴; Daniel Maia Nogueira⁵

Resumo

Objetivou-se com o estudo avaliar a produção de leite e o rendimento de queijo de ovelhas com aptidão leiteira, mestiças das raças Lacaune x Santa Inês, suplementadas com diferentes fontes de energia no concentrado. O experimento foi realizado com delineamento em quadrado latino 3x3, utilizando-se 12 ovelhas, que após a parição foram alocadas em três grupos experimentais (pasto, milho e algodão). A ordenha manual foi realizada uma vez por dia e, ao final, as ovelhas eram alocadas em baias individuais, onde recebiam o suplemento concentrado. Foram coletados os dados de produção de leite e o mesmo foi armazenado para posterior fabricação e rendimento de queijos. A produção de leite não foi afetada ($P>0,05$) pela suplementação com milho (22,97 Kg/leite), caroço de algodão (24,22 Kg/leite), nem pela pastagem exclusiva de Tifton (22,76 Kg/leite). Em relação ao rendimento de queijo, o grupo suplementado com o caroço de algodão apresentou os melhores resultados, do qual foram utilizados uma média de quatro litros de leite para a fabricação de um quilograma de queijo coalho. Conclui-se que a suplementação com milho ou caroço de algodão não aumentou a produção de leite, todavia, este último apresentou maior rendimento na fabricação de queijo.

Palavras-chave: caroço de algodão, milho, ovinocultura leiteira.

¹Médica-veterinária, mestranda em Ciência animal – Univasf, bolsista CNPq, Petrolina, PE.

²Zootecnista, mestrando em Ciências Veterinárias – Univasf, bolsista Facepe, Petrolina, PE.

³Licenciatura em Ciências Biológicas – UPE, Petrolina, PE.

⁴Zootecnista, Pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Médico-veterinário, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, daniel.nogueira@embrapa.br.

Introdução

O Brasil possui atualmente, segundo dados do IBGE (2017), 13,7 milhões de ovinos, destacando-se a região Nordeste com um rebanho de 9 milhões de ovinos. A cada ano, a ovinocultura leiteira vem crescendo substancialmente no Brasil. Sendo pela primeira vez divulgado dados oficiais da produção nacional (1,7 mil litros) e da comercialização do leite de ovelha, vendido em média por R\$ 2,74/litro (IBGE, 2017).

Rico em sólidos totais, o leite de ovelha é comumente utilizado na fabricação de queijos (Souza et al., 2005). O leite de ovelha apresenta maior valor nutricional que o leite de vaca e o de cabra, como maiores níveis de proteína, lipídios, minerais e vitaminas (Balthazar et al., 2017), tornando-o um excelente alimento para a nutrição humana.

Na pecuária da região semiárida do Nordeste brasileiro, a alimentação é o principal fator restritivo da produção, devido aos períodos de escassez. O concentrado de milho é comumente fornecido como alimento para os animais (Cunha et al., 2008). Contudo, o caroço de algodão integral é uma opção regional que pode ser utilizada na suplementação alimentar de ruminantes, sendo fonte de energia e proteína (Rogério et al., 2003).

A produção, beneficiamento e comercialização do leite ovino é comum em diversas regiões do mundo, inclusive em regiões com condições ambientais semelhantes às do Nordeste brasileiro. Contudo, há carência de informações sobre o uso de fontes de energia na suplementação para a produção do leite ovino de animais criados nessa região.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de leite e o rendimento de queijos de ovelhas com aptidão leiteira, mestiças das raças Lacaune x Santa Inês e suplementadas com diferentes fontes de energia no concentrado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado de acordo com os procedimentos aprovados pelo Comitê de Ética da Embrapa Semiárido, registrado com nº 05/2017, na Estação Experimental da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE, utilizando-se 12 ovelhas mestiças das raças Lacaune e Santa Inês.

Após a parição, as ovelhas foram selecionadas e alocadas em três grupos experimentais: i) pasto: pastagem de capim Tifton 85 e sem suplementação concentrada; ii) algodão: pastagem de Tifton 85, com suplementação de caroço de algodão e iii) milho: pastagem de Tifton 85, com suplementação de milho.

A suplementação alimentar foi fornecida aos animais pela manhã, logo após a ordenha, na quantidade média de 500 g/animal/dia que, com a pastagem, foram suficientes para atender a quantidade de 82,4% de nutrientes digestíveis totais (NDT), com 16,5% de proteína bruta. O fornecimento de água e sal mineral foram à vontade.

O delineamento experimental foi o quadrado latino 3x3, constituído de 12 animais, com três ciclos experimentais de 21 dias cada, e o fornecimento de três dietas distintas (pasto, milho e algodão). A ordenha foi realizada uma vez por dia, sempre pelo turno da manhã. Antes do início da ordenha, era administrada uma injeção de 3 UI de ocitocina.

Foi realizada a avaliação da produção de leite em cada um dos três grupos experimentais. O controle leiteiro foi realizado avaliando-se a produção por animal e por grupo experimental, durante os 5 últimos dias de cada ciclo, nos quais as ovelhas foram ordenhadas até esgotamento do leite.

O leite coletado foi pesado e armazenado para posterior fabricação dos queijos. Os queijos tipo 'coalho' foram produzidos artesanalmente a partir das amostras de leite coletadas, provenientes de cada grupo experimental. O rendimento do queijo foi obtido calculando-se quantos litros de leite foram utilizados para cada Kg de queijo produzido.

Para a análise estatística foi utilizada a análise de variância (Anova), seguida do teste de Duncan para comparar os efeitos dos tratamentos (dietas alimentares) sobre a produção de leite. As análises foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAS University (2016), considerando-se as diferenças significativas quando $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

A suplementação com milho ou caroço de algodão não promoveu aumento ($P > 0,05$) na produção de leite nem no ganho de peso em comparação aos animais mantidos no pasto (Tabela 1). Provavelmente, o consumo de forragem e o consumo de matéria seca total foi semelhante entre os grupos experimentais. Este resultado só poderá ser confirmado após a finalização das análises laboratoriais para a determinação da composição químico-bromatológica e digestibilidade in vitro da matéria seca.

Tabela 1. Médias (\pm erro padrão) do peso corporal e da produção diária e total do leite de ovelhas mestiças Lacaune x Santa Inês, suplementadas com diferentes fontes de energia no concentrado.

| | Pasto | Milho | Algodão |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Peso inicial | 42,91 \pm 1,42 | 42,30 \pm 1,33 | 41,97 \pm 1,21 |
| Peso final | 43,03 \pm 1,21 | 42,56 \pm 1,12 | 43,15 \pm 1,43 |
| Produção diária/ovelha (g) | 361,34 \pm 32,16 | 364,70 \pm 45,41 | 384,52 \pm 49,26 |
| Produção total (Kg)* | 22,76 \pm 20,26 | 22,97 \pm 28,61 | 24,22 \pm 31,03 |

* Produção durante o ciclo experimental (63 dias). Não houve diferença ($P > 0.05$) entre os grupos experimentais.

Neste estudo, o grupo Carço de Algodão apresentou produção média de 1,9 Kg leite/dia, equivalente a 1,8 L leite/dia, enquanto o grupo Pasto apresentou 1,8 Kg leite/dia, equivalente a 1,7 L leite/dia e o Grupo Milho 1,8 Kg leite/dia, equivalente a 1,7 L leite/dia. Os resultados são superiores aos apresentados por Ferreira et al. (2011) ao avaliarem a produção de leite de ovelhas das raças Lacaune e Santa Inês, puras e mistas, observando-se que as ovelhas $\frac{1}{2}$ Lacaune (1,55 L leite/dia) produziram uma maior quantidade de leite em comparação às $\frac{3}{4}$ Lacaune (1,33 L leite/dia) e Santa Inês (1,00 L leite/dia). Segundo os mesmos autores, o cruzamento de raças especializadas com raças nativas melhorou a produção de leite.

Silveira et al. (2017), ao avaliarem as características produtivas de ovelhas da raça Lacaune em diferentes estádios de lactação, observaram a maior produção no décimo dia de lactação, com a média de leite produzido de 1,50 L, reduzindo para 0,67 L aos 90 dias e para 0,096 L aos 150 dias de lactação. Ribeiro et al. (2007) observaram uma média de produção total de 0,82 Kg leite/dia para os ovinos da raça Santa Inês que receberam ocitocina, superior aos que não receberam, 0,54 Kg leite/dia.

A administração de ocitocina antes de iniciar a ordenha é recomendada por estimular a liberação total do leite (Ferreira et al., 2011), pois quando as fêmeas não estão adaptadas à rotina de ordenha (Ribeiro et al., 2007) acabam não liberando todo o leite.

A alimentação e o manejo adotado são os fatores que mais influenciam na produção de leite. De acordo com Cunha et al. (2008), a inclusão do carço de algodão na alimentação dos pequenos ruminantes, na proporção de 25% a 30% da dieta total, aumenta a porcentagem de gordura do leite e a produção de leite.

Na Tabela 2, observa-se o rendimento de queijo fabricado. O grupo suplementado com caroço de algodão apresentou maior rendimento de queijo, sendo utilizado quatro litros de leite para quilograma de queijo produzido, mostrando-se superior aos outros grupos. Os resultados do estudo estão de acordo aos encontrados por Emediato (2007), que forneceu dietas contendo farelo de algodão e milho moído para ovinos da raça Bergamácia e observou um rendimento de queijo do tipo prato de 5,91 L leite/Kg e queijo do tipo Roquefort de 7,34 L leite/Kg. Portanto, certamente, o caroço de algodão apresenta maior concentração de sólidos totais e é rico em gorduras e proteínas (Merlin Junior et al., 2016).

Tabela 2. Rendimento do queijo “coalho” do leite de ovelhas mestiças Lacau-ne x Santa Inês, suplementadas com diferentes fontes de energia no concentrado.

| | Pasto | Milho | Algodão |
|-------------------|-------|-------|---------|
| Leite (L) | 30 | 30 | 30 |
| Queijo (Kg) | 5,53 | 5,50 | 7,50 |
| Rendimento (L/Kg) | 5,43 | 5,45 | 4,00 |

Conclusão

A suplementação com milho ou caroço de algodão não aumentou a produção de leite. Todavia, com o uso de caroço de algodão observou-se maior rendimento dos queijos produzidos.

Referências

- BALTHAZAR, C. F.; PIMENTEL, T. C.; FERRÃO, L. L.; ALMADA, C. N.; SANTILLO, A.; ALBENZIO, M.; MOLLAKHALILI, N.; MORTAZAVIAN, A. M.; NASCIMENTO, J. S.; SILVA, M. C.; FREITAS, M. Q.; SANT'ANA, A. S.; GRANATO, D.; CRUZ, A. G. Sheep milk: physicochemical characteristics and relevance for functional food development. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, n. 2, p. 247-262, 2017.
- CUNHA, M. D. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1103-1111, 2008.

EMEDIATO, R. M. S. **Efeito da gordura protegida sobre parâmetros produtivos de ovelhas da raça Bergamácia e na elaboração de queijos**. 2007. 95 f. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FERREIRA, M. I. C.; BORGES, I.; MACEDO JÚNIOR, G. L.; RODRIGUEZ, N. M.; PENNA, C. F. A. M.; SOUZA, M. R.; CAVALCANTI, L. F. Produção e composição do leite de ovelhas Santa Inês e mestiças Lacaune e Santa Inês e desenvolvimento de seus cordeiros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 2, p. 530-533, 2011.

IBGE. **Censo agropecuário**: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2017.

MERLIN JUNIOR, I. A.; COSTA, R. G.; COSTA, L. G.; LUDOVICO, A.; REGO, F. C. D. A.; ARAGON-ALEGRO, L. C.; SANTANA, E. H. W. D. Ovinocultura leiteira no Brasil: aspectos e fatores relacionados à composição, ao consumo e à legislação. **Colloquium Agrariae**, v. 11, n. 2. p. 38-53, jul./dez. 2015.

RIBEIRO, L. C.; PÉREZ, J. R. O.; CARVALHO, P. H. A.; SILVA, F. F.; MUNIZ, J. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, G. M.; SOUZA, N. V. Produção, composição e rendimento em queijo do leite de ovelhas Santa Inês tratadas com ocitocina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 438-444, 2007.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; SANTIAGO, G. S., TEIXEIRA, D. A. B. Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 6, n. 1, 2003.

SAS INSTITUTE. **SAS/IML® 14.1**: user's guide. Cary, NC, 2016.

SILVEIRA, R. F.; COSTA, P. T.; FERNANDES, T. A.; MOREIRA, S. M.; SILVEIRA, I. D. B.; MORAES, R. E.; LIMA GONZALEZ, H. Características produtivas e comportamentais de ovelhas Lacaune em diferentes estádios de lactação. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017.

SOUZA, A. D. S.; OSORIO, M.; OSÓRIO, J.; OLIVEIRA, N.; VAZ, C.; SOUZA, M.; CORREA, G. Produção, composição química e características físicas do leite de ovinos da raça Corriedale. **Revista Brasileira de Agrociencia**, v. 11, n. 1, p. 73-77, jan./mar. 2005.

Parâmetros clínicos e parasitológicos de ovelhas F1 Lacaune x Santa Inês suplementadas com diferentes fontes de energia

Regiane Nascimento Santos¹; Jackson Alex dos Santos Ferreira²; Lucas Peixinho Campos Nery³; Daniel Maia Nogueira⁴; Tadeu Vinhas Voltolini⁵

Resumo

Objetivou-se com esse estudo avaliar os parâmetros clínicos e parasitológicos de ovelhas leiteiras submetidas a diferentes fontes de energia no concentrado e mantidas em pastejo irrigado. O experimento foi realizado na Estação Experimental da Embrapa Semiárido, utilizando-se 12 ovelhas distribuídas em delineamento em quadrado latino quádruplo 3x3. Os três tratamentos foram: i) Pasto: pastagem de capim Tifton, exclusivamente; ii) Milho: pastagem de Tifton, com suplementação de milho e iii) Algodão: pastagem de Tifton, com suplementação de caroço de algodão. Foram avaliados com 0, 21, 42 e 63 dias experimentais, os seguintes parâmetros: coloração da mucosa ocular pelo método Famacha[®], contagem do número de ovos por grama de fezes (OPG) e coprocultura para identificação das larvas L3. As diferentes fontes de energia no concentrado não promoveram diferenças ($P>0,05$) entre os parâmetros avaliados, exceto para a porcentagem de larvas L3. As porcentagens de larvas de *Haemonchus* sp. e de animais com mucosa ocular rosada foram superiores ($P<0,05$) em todos os tratamentos. A presença de larvas de *Haemonchus* sp. foi responsável pela anemia observada em 27,7% dos animais. A suplementação com milho ou caroço de algodão não promoveu uma redução da incidência de nematódeos gastrintestinais.

Palavras-chave: OPG, suplementação alimentar, verminose.

¹Bióloga, Pós-graduanda em Ciência Animal – Univasf, bolsista da Capes, Petrolina, PE.

²Licenciatura em Ciências Biológicas – UPE, Petrolina, PE.

³Licenciatura em Ciências Biológicas – UPE, Petrolina, PE.

⁴Médico-veterinário, D.Sc. em Medicina Veterinária, pesquisador Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, daniel.nogueira@embrapa.br.

⁵Zootecnista, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Introdução

No Brasil, existem aproximadamente 13,8 milhões de ovinos, sendo a região Nordeste detentora do maior rebanho, com 65,6% do rebanho nacional (IBGE, 2017). Grande parte da produção de ovinos é destinada para produção de carne e pele, no entanto, a produção leiteira também é uma prática importante a ser explorada, pois pode ser mais uma alternativa de renda para os produtores da região do Vale do São Francisco.

O uso da suplementação alimentar melhora o aporte nutricional dos animais e promove respostas satisfatórias na capacidade do animal a resistir às infecções parasitárias (Nogueira et al., 2009).

A suplementação energética com carboidratos, como amido de milho (*Zea mays* L.) pode fornecer uma fonte de energia rapidamente disponível para os microrganismos do rúmen (Landau et al., 1995). Por sua vez, o caroço de algodão (*Gossypium hirsutum*) é uma fonte de energia rica em óleo vegetal e pode ser utilizada como suplemento alimentar para os animais, além de apresentar baixo custo, pois está disponível em diferentes épocas no ano.

Apesar da importância nutricional na produção de leite de ovelha, há uma carência de trabalhos acerca do efeito de diferentes fontes de energia sobre os parâmetros clínicos e parasitológicos dos animais.

A verminose é um dos principais problemas para os sistemas de produção. Os animais acometidos pela verminose ficam debilitados, anêmicos, perdem peso, reduzem a produção e, de acordo com o grau de infestação, pode acarretar a mortalidade. Para controle da verminose, pode ser feita a aplicação de anti-helmínticos de forma supressiva ou controle estratégico pelo método Famacha®. Segundo Molento et al. (2004), o método Famacha® permite a avaliação da mucosa ocular, estando relacionada com o grau de parasitismo por *Haemonchus contortus*, vermes hematófagos do abomaso dos pequenos ruminantes.

Com este estudo, objetivou-se avaliar os parâmetros clínicos (monitorados pelo cartão Famacha®) e parasitológicos de fezes de ovelhas F1 Lacaune x Santa Inês submetidas a diferentes fontes de energia no concentrado e mantidas em pastejo irrigado.

Material e Métodos

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética da Embrapa Semiárido, registrado com nº 05/2017. Foram utilizadas 12 ovelhas distribuídas em de-

lineamento em quadrado latino quádruplo 3x3, sendo três tratamentos, três períodos e quatro repetições, com três ciclos experimentais de 21 dias, com 16 dias para adaptação e coleta de dados nos últimos 5 dias.

Foram utilizadas ovelhas mestiças das raças Lacaune e Santa Inês, sadias, não gestantes, lactantes, com escore corporal médio de 2,75 (escala de 1 a 5) e mantidas em pasto irrigado de Tifton 85, na Estação Experimental da Embrapa Semiárido.

Os três tratamentos com diferentes fontes de energia foram: i) Pasto: pastagem de capim Tifton 85 e sem suplementação concentrada; ii) Milho: pastagem de Tifton 85, com suplementação de milho e iii) Algodão: pastagem de Tifton 85, com suplementação de caroço de algodão.

A suplementação alimentar com caroço de algodão ou farelo de milho foram fornecidas aos animais pela manhã na quantidade média de 500 g/animal/dia, que juntamente com a pastagem, foi o suficiente para atender a quantidade de 82,4% de nutrientes digestíveis totais (NDT), com 16,5% de proteína bruta. Para o controle do consumo alimentar, as ovelhas foram mantidas em baias individuais, com água e sal mineral à vontade.

Foram realizadas as seguintes avaliações nos animais: mucosa ocular pelo método Famacha®, contagem de ovos por grama de fezes (OPG) e coprocultura, sendo realizadas três avaliações em cada período de 21 dias.

O leite foi coletado por meio de ordenha mecânica. A avaliação da coloração da conjuntiva foi realizada por meio da comparação dos diferentes tons de vermelho robusto até o quase branco da mucosa ocular, representada com números de 1 a 5, de acordo com o cartão Famacha®.

Todos os animais foram vermifugados uma vez, antes do início do experimento. A contagem do OPG foi realizada segundo a técnica de Ueno e Gonçalves (1998). Após a coprocultura, a identificação e contagem dos gêneros das larvas infectantes (L3) foi realizada segundo a metodologia de Roberts e O'Sullivan (1950). Na coprocultura, as amostras foram agrupadas de acordo com os tratamentos, sendo identificadas nos três períodos um total de 986 larvas infectantes.

Foi utilizada a análise de variância (Anova), seguida do teste de Tukey, para comparar os efeitos dos tratamentos para a contagem do OPG. As porcentagens de animais sadios, medianos, anêmicos, bem como a porcentagem de larvas L3 foram avaliadas pelo teste do Qui-quadrado. Foi utilizado o pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2015) e as diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

A contagem média do OPG foi de 625, 571 e 489, respectivamente, para o Pasto, Milho e Algodão, não havendo diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Número médio de ovo por grama de fezes (OPG) de ovinos suplementados com diferentes fontes de energia.

| OPG (dia) | Pasto | Milho | Algodão |
|-----------|--------|--------|---------|
| OPG (0) | 400,42 | 267,17 | 483,58 |
| OPG (21) | 666,67 | 791,92 | 475,17 |
| OPG (42) | 800,08 | 467,00 | 400,25 |
| OPG (63) | 625,25 | 758,50 | 600,25 |
| Média | 625,10 | 571,81 | 489,81 |

Não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

Segundo Ueno e Gonçalves (1998), em infecções mistas por helmintos em ovinos, as contagens de OPG acima de 1.000 seriam considerados infecções moderadas e a partir de 2.000 OPG infecção intensa. Portanto, neste trabalho, a infecção por nematódeos deve ser considerada leve. Os valores percentuais médios de ovinos saudáveis, medianos e anêmicos foram de 20,3%; 62,9% e 27,7%, respectivamente, não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de ovinos saudáveis, medianos e anêmicos classificados de acordo com a coloração da mucosa ocular de ovinos suplementados com diferentes fontes de energia.

| | Pasto | Milho | Algodão | Média |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| Saudáveis (%) | 22,2 (8/36) aB | 19,4 (7/36) aB | 19,4 (7/36) aB | 20,3 |
| Medianos (%) | 69,4 (25/36) aA | 55,5 (20/36) aA | 63,8 (23/36) aA | 62,9 |
| Anêmicos (%) | 19,4 (7/36) aB | 36,1 (13/36) aB | 27,7 (10/36) aB | 27,7 |

Letras minúsculas (a,b) indicam diferença significativa entre os tratamentos e as letras maiúsculas (A, B) no mesmo tratamento: animais saudáveis: vermelho-robusto (1) ou vermelho-rosado (2); animais medianos: rosado (3); animais anêmicos: rosado-pálido (4) ou branca (5).

A quantidade média de animais anêmicos foi de 27,7%, sendo considerada muito elevada (Tabela 2). Segundo o método Famacha®, animais anêmicos deveriam ser vermifugados (Chagas et al., 2007). Todavia, no sistema de produção estudado, objetivou-se a produção de leite e, para manter a qualidade do mesmo, decidiu-se por não fazer a vermifugação durante o período de coleta de leite e experimental. Portanto, possivelmente, esses animais tiveram perda de desempenho na produção de leite.

Por meio da coprocultura foi possível identificar os nematódeos que estavam infectando os animais. A presença de lavas de *Haemonchus* sp. foi significativamente superior ($P < 0,05$) em comparação aos outros tipos de larvas (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem de larvas infectantes (L3) encontradas nas fezes (coprocultura) de ovinos suplementados com diferentes fontes de energia.

| | Pasto | Milho | Algodão |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| <i>Haemonchus</i> sp. | 21,4 (211/986) aA | 17,0 (168/986) bA | 20,1 (198/986) abA |
| <i>Trichostrongylus</i> sp. | 9,1 (90/986) aB | 10,1 (100/986) aB | 11,8 (116/986) aB |
| <i>Oesophagostomum</i> sp. | 2,8 (28/986) bC | 6,2 (61/986) aC | 1,4 (14/986) cC |

Letras minúsculas indicam diferença significativa entre os tratamentos e maiúsculas dentro do mesmo tratamento.

Consequentemente, pode-se concluir que o *Haemonchus* sp. foi a principal causa da anemia nos ovinos (Tabelas 2 e 3). Segundo Arosemena et al. (1999), mais de 80% da carga parasitária de pequenos ruminantes é composta por *Haemonchus contortus*. Este é um verme hematófago, responsável por um quadro clínico severo de anemia, sendo considerado o endoparasita que causa os maiores prejuízos para a cadeia produtiva de pequenos ruminantes (Urquhart et al., 1990).

Foi observado uma maior porcentagem ($P < 0,05$) de larvas de *Haemonchus* sp. nos grupos Pasto e Algodão, em comparação ao grupo Milho. Além disso, foi observado uma maior porcentagem ($P < 0,05$) de larvas de *Oesophagostomum* sp. no grupo Milho em comparação aos demais grupos. Os autores desconhecem o feito dos tratamentos na presença de determinados tipos de larvas L3 encontradas na coprocultura.

Conclusão

A suplementação alimentar com milho ou caroço de algodão não promoveu uma redução da incidência de nematódeos gastrintestinais. A presença de larvas de *Haemonchus* sp. foi responsável pela anemia observada em 27,7% dos animais.

Referências

- AROSEMENA N. A. E.; BEVILAQUA C. M. L.; MELO A. C. F. L.; GIRÃO M. D. Seasonal variations of gastrointestinal nematodes in sheep and goats from semi-arid area in Brazil. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v.150, p.873-876, 1999.
- CHAGAS, A. C. de S.; CARVALHO, C. O. de; MOLENTO, M. B. **Método famacha**: um recurso para o controle da verminose em ovinos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 8 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular técnica, 52).
- IBGE. (Falta o título) 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 16 ago. 2018.
- LANDAU, S.; BOR, A.; LEIBOVICH, H.; ZOREF, Z.; NITSAN, Z.; MADAR, Z. The effect of ruminal starch degradability in the diet of Booroola crossbred ewes on induced ovulation rate and prolificacy. **Animal Reproduction Science**, v. 38, n. 1/2, p. 97-108, 1995.
- MOLENTO, M. B.; TASCA, C.; GALLO, A.; FERREIRA, M.; BONONI, R.; STECCA, E. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por "Haemonchus contortus" em pequenos ruminantes. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1139-1145, jul./ago. 2004.
- NOGUEIRA, D. M.; VOLTOLINI, T.V.; MOREIRA, J. N. Efeito da suplementação protéica sobre os parâmetros clínicos e parasitológicos de ovinos mantidos em pastagem de Tifton 85. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1100-1109, 2009.
- ROBERTS, F. H. S.; O'SULLIVAN, J. P. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. **Australian Agriculture Records**, v. 1, p. 99-102, 1950.
- SAS INSTITUTE. **SAS/IML® 14.1**: user's guide. Cary, 2015.
- UENO, H.; GONÇALVES, P. C. **Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes**. Tokyo: JICA, 1998. 143p. il.
- URQUHART, G. M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J. L.; DUNN, A. M.; JENNIGS, F. W. **Parasitologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990. 306 p. il.

Desempenho alimentar e produção de leite de cabras submetidas a diferentes níveis de energia: dados preliminares

Saullo Laet Almeida Vicente¹; Daniel Maia Nogueira²; Tadeu Vinhas Voltolini²; Sandra Mari Yamamoto³; Edilson Soares Lopes Júnior³

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito de dietas com diferentes níveis de energia na produção de leite e consumo de matéria seca e nutrientes em cabras. Foram utilizadas nove cabras distribuídas em quadrado latino triplo 3 x 3, com peso corporal médio de $41,5 \pm 2,6$ kg, todas pluríparas e no segundo mês de lactação. O ensaio com as dietas experimentais teve duração de 60 dias, divididos em três períodos de 20 dias. Avaliaram-se rações completas contendo três níveis de energia, como a seguir: dieta 1, com 65% de NDT (nutrientes digestíveis totais), objetivando atender as exigências nutricionais de energia das cabras com produção de 0,6 kg/leite/dia a 1,5 kg/leite/dia; dieta 2, com 70% de NDT e dieta 3, com 75% de NDT. O consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) foram superiores ($P < 0,05$) nas dietas com maiores níveis de energia (70% e 75% de NDT) em relação a 65% de NDT. A produção de leite foi semelhante ($P > 0,05$) nas cabras recebendo dietas contendo 70% e 75% de NDT e superior ($P < 0,05$) quando comparada à produção de leite das cabras recebendo dieta com 65% de NDT. Os animais alimentados com as dietas 70% e 75% de NDT apresentaram a mesma eficiência produtiva.

Palavras-chave: cabra leiteira, caprino, nutrição, produtividade.

¹Zootecnista, mestrando em Ciência Animal – Univasf, Petrolina, PE.

²Médico-veterinário, D.Sc. em Ciências Veterinárias, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, daniel.nogueira@embrapa.br.

³Zootecnista, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, professora da Univasf, Petrolina, PE.

⁵Médico-veterinário, D.Sc. em Ciências Veterinárias, professor da Univasf, Petrolina, PE.

Introdução

O leite de cabra é um alimento que possui alto valor biológico e é conhecido por conter os elementos necessários à nutrição humana, como açúcar (lactose), proteínas, gorduras, vitaminas, ferro, cálcio, fósforo e outros minerais. Além disso, o leite de cabra apresenta características de hipoalergenicidade devido às características das caseínas presentes em sua composição e alta digestibilidade devido aos seus glóbulos de gorduras reduzidos (Costa et al., 2009).

A energia é o componente da exigência nutricional que mais está relacionado ao desempenho produtivo dos animais. O estabelecimento de níveis energéticos de dietas durante a lactação de cabras tem sido objeto de trabalhos científicos com o propósito de alcançar produção mais eficiente, obtendo-se assim maior produtividade.

Goetsch et al. (2001) avaliaram o efeito de diferentes níveis de energia metabólica (2,62 Mcal EM/kg MS; 2,49 Mcal EM/kg MS; 2,34 Mcal EM/kg MS e 2,18 Mcal EM/kg MS) na produção de leite de cabras Alpinas e concluíram que as dietas com maiores níveis de energia proporcionaram maior produção de leite. Segundo Zambom et al. (2005), os níveis de energia em dietas de cabras de leite alteram a ingestão de matéria seca (MS), produção e composição físico-química do leite, pico e persistência da curva de lactação.

Com este estudo, objetivou-se avaliar o efeito de dietas com diferentes níveis de energia na produção de leite e consumo de MS e nutrientes em cabras.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Milano, em Santa Maria da Boa Vista, Pernambuco, Brasil (08°48'28" latitude Sul, 39°49'32" longitude Oeste e altitude de 361 metros), durante dezembro de 2016 a outubro de 2017.

Foram utilizadas nove cabras das raças Saanen e Alpina distribuídas em quadrado latino triplo 3 x 3, sendo duas Alpinas e uma Saanen em cada quadrado, com peso corporal médio de $41,5 \pm 2,6$ kg, todas pluríparas, com idade entre 3,5-5 anos, no segundo mês de lactação ao início do estudo.

O ensaio teve duração de 60 dias, divididos em três períodos de 20 dias. Os primeiros 15 dias de cada período foram utilizados para a adaptação dos animais às dietas experimentais e os 5 dias seguintes foram destinados à coleta de dados. Os animais foram mantidos em confinamento em baias individuais (4 m²) de piso batido e sombreamento natural com comedouro, bebedouro e água à vontade.

Avaliaram-se rações completas, contendo três níveis energéticos, correspondentes aos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), como a seguir: dieta 1 com 65% de NDT, com os teores de NDT objetivando a produção de 0,6-1,5 kg/leite/dia (National Academy of Science, 2007); dieta 2 com 70% NDT e dieta 3 com 75% NDT. A alimentação foi fornecida em duas ofertas diárias às 8h e às 16h, possibilitando 20% de sobras em relação ao ofertado.

A porção volumosa foi composta pela combinação de farelo de resíduo da uva e silagem de milho, constituindo 40% da MS da dieta. A porção concentrada foi constituída por farelo de soja, ureia, farelo de trigo e grão de milho, constituindo 60% da dieta (Tabela 1), além de suplementação mineral fornecida com a dieta.

Tabela 1. Proporção de ingredientes (% da matéria seca - MS) das dietas experimentais.

| Ingrediente (%) | 65%NDT | 70%NDT | 75%NDT |
|--------------------|--------|--------|--------|
| SMBU | 40,0 | 40,0 | 40,0 |
| Farelo de soja | 1,0 | 5,1 | 8,0 |
| Ureia | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| Farelo de trigo | 57,0 | 32,0 | 3,9 |
| Milho grão | 1,6 | 23,0 | 47,8 |
| Suplemento mineral | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

SMBU: silagem de milho com bagaço de uva; NDT: nutrientes digestíveis totais.

As determinações dos teores de MS, matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) dos alimentos fornecidos e das sobras foram realizadas conforme as especificações descritas pela Association of Official Analytical Chemists (1995): matéria seca, matéria mineral, proteína, extrato etéreo. Foram estimados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), segundo recomendações de Mertens (2002), e os teores de fibra em detergente ácido (FDA), conforme Soest et al. (1991).

Nos últimos 5 dias de cada período foi realizada a coleta e a pesagem da produção de leite de cada animal, pela manhã, antes da primeira oferta de alimento durante o período de coleta de dados. As cabras foram ordenhadas manualmente e o leite foi separado em recipientes específicos de cada dieta ofertada.

Para a análise estatística foi utilizado a Análise de Variância (Anova), seguida do teste de Tukey, para comparar os efeitos das dietas alimentares sobre a produção de leite e teores de MS, MM, MO e PB. As análises foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAS University (2016), considerando-se as diferenças significativas quando $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

O consumo de MS (kg/dia) foi afetado pelos níveis energéticos das dietas. Os consumos de MO, MM, FDA, PB e NDT também foram influenciados pelos teores de NDT na dieta (Tabela 2).

O consumo de MS foi superior ($P < 0,05$) para as cabras alimentadas com dietas contendo 70% e 75% de NDT em relação às que receberam dieta com 65% de NDT (Tabela 2), corroborando com o trabalho desenvolvido por Rodrigues et al. (2006), que avaliaram dietas com diferentes níveis de energia em cabras Alpinas e observaram que os animais alimentados com o maior nível de energia apresentaram maior consumo de MS.

Da mesma forma, o consumo de MO e PB também foram superiores ($P < 0,05$) para as cabras alimentadas com dietas contendo 70 e 75% de NDT, enquanto o consumo de FDA foi maior ($P < 0,05$) nas cabras que receberam a dieta com 65% de NDT em comparação à dieta com 75% de NDT (Tabela 2). O maior consumo da PB foi decorrente da proporção proteína (ingrediente de soja) na dieta (Tabela 1), o que gerou uma maior aceitabilidade da dieta pelo animal, proporcionando assim maior consumo.

Tabela 2. Consumo de matéria seca (MS) e nutrientes de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de energia.

| Parâmetro | NDT na dieta, % da MS | | | EPM | P |
|---------------------------|-----------------------|--------|--------|------|-------|
| | 65%NDT | 70%NDT | 75%NDT | | |
| Matéria seca (kg/dia) | 1,62b | 1,85a | 1,82a | 0,06 | 0,020 |
| Matéria orgânica (kg/dia) | 1,46b | 1,74a | 1,74a | 0,06 | 0,002 |
| FDN (kg/dia) | 0,75 | 0,80 | 0,70 | 0,03 | 0,080 |
| FDA (kg/dia) | 0,25a | 0,23ab | 0,19b | 0,01 | 0,020 |
| Proteína bruta (kg/dia) | 0,20b | 0,31a | 0,33a | 0,01 | 0,001 |
| Matéria mineral (kg/dia) | 0,07a | 0,08a | 0,06b | 0,01 | 0,003 |
| CT (kg/dia) | 0,45 | 0,49 | 0,48 | 0,01 | 0,090 |
| NDT (kg/dia) | 1,13b | 1,31a | 1,32a | 0,04 | 0,006 |

Médias seguidas de letras diferentes (^{a, b}) na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

NDT: nutrientes digestíveis totais; MS: matéria seca; EPM: erro-padrão da média; P: probabilidade; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CT: carboidratos totais.

As cabras alimentadas com maiores níveis de energia consumiram maior quantidade de MS, isso sugere que a qualidade da dieta ofertada tem efeito direto no consumo de MS e na aceitabilidade dos animais. Outra provável

explicação do menor consumo de MS pelas cabras alimentadas com 65% de NDT pode ser o maior teor de FDA ($P < 0,05$). O aumento no teor de FDA pode limitar o consumo de alimentos pelo enchimento ruminal. Em um estudo desenvolvido por Mertens (2002), o autor afirmou que a redução no consumo de MS pode ser atribuída à composição das dietas, já que em seu trabalho houve um aumento gradativo de FDA das dietas à medida que se substituiu silagem de milho pela polpa cítrica.

A produção média diária e a produção total (60 dias) de leite foram superiores ($P < 0,05$) nas cabras alimentadas com dietas contendo 70% e 75% de NDT, quando comparada com as cabras que receberam 65% de NDT (Tabela 3). As maiores produções de leite das cabras alimentadas com dietas contendo 70% e 75% de NDT são decorrentes do maior consumo de MS, quando comparado com as demais dietas.

Na produção de leite, os ácidos graxos voláteis mais importantes são o propionato e o acetato. O aumento no aporte energético, provavelmente, favoreceu a produção de propionato em relação ao acetato no rúmen, aumentando a relação propionato:acetato. O propionato é precursor da glicose que é utilizada na síntese do leite, aumentando a produção do mesmo (Cannas et al., 2008).

Tabela 3. Produção total e média de leite de cabras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de energia

| Parâmetro | NDT, % da MS | | | EPM | P |
|-----------------------------|--------------|---------|---------|------|--------|
| | 65% NDT | 70% NDT | 75% NDT | | |
| Produção total (kg/60 dias) | 47,30b | 61,85a | 70,17a | 0,07 | 0,0005 |
| Produção de leite (kg/dia) | 0,78b | 1,03a | 1,16a | 0,07 | 0,0005 |

NDT: nutrientes digestíveis totais; EPM: erro-padrão da média; P: probabilidade.

Conclusão

Cabras alimentadas com maiores níveis de energia, de 70% e 75% NDT, na dieta total apresentaram um aumento na produção de leite. Os animais alimentados com as dietas 70% e 75% de NDT apresentaram mesma eficiência produtiva.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed. Washington, D.C., 1995. v. 2.

CANNAS, A.; PULINA, G.; FRANCESCONI, A. H. D. **Dairy goats feeding and nutrition**. London: Cabi, 2008. 293 p.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 210-216, 2009.

GOETSCH, A. L.; DETWEILER, G.; SAHLU, T.; PUCHALA, R.; DAWSON, L. J. Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. **Small Ruminant Research**, v. 41, n. 2, p. 117-125, 2001.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C., 2007. 362 p.

RODRIGUES, C. A. F.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; QUEIROZ, A. C.; ARAÚJO, C. V. Influência da condição corporal e da concentração de energia nas dietas no periparto sobre a performance de cabras em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1560-1567, 2006.

SAS INSTITUTE. **SAS/IML® 14.1: user's guide**. Cary, 2015.

SOEST, P. J. van; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

ZAMBOM, M. A.; ALCALDE, C. R.; SILVA, K. T.; MACEDO, F. A. F.; SANTOS, G. T.; BORGHI, E. L.; BARBOSA, E. D. Ingestão, digestibilidade das rações e produção de leite de cabras Saanen submetidas a diferentes relações volumoso: concentrado na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34 p. 2505-2514, 2005.

Respostas fisiológicas de plantas do gênero *Manihot* em diferentes condições hídricas

*Emerson Wilberto Silva Leite*¹; *Alysson Menezes Sobreira*²; *Welson Lima Simões*³ *Victor Hugo Freitas Gomes*⁴; *Rafaela Priscila Antonio*⁵; *Lindomar Maria da Silveira*⁶

Resumo

Com este estudo, objetivou-se avaliar o comportamento fisiológico de plantas do gênero *Manihot* submetidas a diferentes regimes hídricos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, num esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas três condições de regimes hídricos (simulação da chuva; reposição de 100% da evapotranspiração da cultura (ETc); e um déficit hídrico com reposição de 20% da ETc) e as subparcelas quatro plantas do gênero *Manihot* ('Gema de Ovo', 'Engana Ladrão', BGMS79 e BGMS24). Aos 120 dias após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas a condutância estomática, a transpiração e a taxa fotossintética das plantas por meio de um analisador de gases por infravermelho (IRGA, LI-6400XT). As plantas avaliadas demonstram respostas fisiológicas diferenciadas aos regimes hídricos testados, com destaque a BGMS79, que apresentou melhores resultados ao regime de 100% da ETc, que o da simulação da chuva. As plantas de Gema de Ovo se destacam das demais por não demonstrarem redução nas suas atividades fotossintética quando submetidas ao estresse hídrico.

Palavras-chave: déficit hídrico, germoplasma, plantas forrageiras.

¹Engenheiro Agrícola e Ambiental, mestrando em Engenharia Agrícola — Univasf, Petrolina, PE.

²Engenheiro-agrônomo, mestrando em Produção Vegetal — UFRPE/UAST, Serra Talhada, PE.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, welson.simoese@embrapa.br.

⁴Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Engenharia Agrícola — Univasf, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁶Engenheira-agrônoma, D.Sc em Fitotecnia, professora da Ufersa, Mossoró, RN.

Introdução

O gênero *Manihot* possui grande variedade de espécies distribuídas em várias regiões do País (Orlandini; Lima, 2014). As plantas deste gênero são utilizadas como forrageira na criação de animais no Semiárido brasileiro em virtude das suas adaptabilidades ao clima da região e a suas características nutricionais. Essas plantas desempenham um importante papel tanto econômico quanto social, pois serve como alternativa para a alimentação dos rebanhos (Castro et al., 2007).

Além disso, o gênero se destaca devido à sua tolerância à seca e facilidade de cultivo em solos pobres. Entretanto, em contraponto, tem-se a presença de substâncias tóxicas em sua composição que, mal manejada, podem ser prejudiciais aos animais (Soares, 2001; Alves, 2006).

As plantas, quando submetidas ao déficit hídrico, tendem a diminuir a sua capacidade fotossintética limitando também seu desempenho produtivo, devido à baixa produção de fotoassimilados. Nesse contexto, algumas espécies vegetais conseguem desenvolver processos adaptativos em níveis moleculares, celulares, bioquímicos e fisiológicos, que possibilitam a sua sobrevivência nesses ambientes (Putpeerawit et al., 2017).

Com este estudo, objetivou-se avaliar o comportamento fisiológico de plantas do gênero *Manihot* submetidas a diferentes regimes hídricos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE, com as coordenadas 09°03'25" de latitude Sul, 40°28'95" de longitude Oeste e 395 m de altitude, sendo o clima classificado, segundo Köppen, como BSw^h. A temperatura média anual é de 26,5 °C, variando entre 21 °C e 32 °C, com uma evaporação média anual em torno de 2.000 mm, umidade relativa do ar média anual em torno de 67,8%, com 3.000 horas de brilho solar e velocidade do vento de 2,3 m s⁻¹. O solo da área experimental, conforme Santos et al. (2013), é classificado como Neossolo quartzarênico, sendo a sua classificação textural definida como franco arenoso (Lemos; Santos, 1996).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições, sendo as parcelas três condições de regimes hídricos: simulação da chuva (com uso das séries históricas dos últimos 30 anos da região, no qual foram dispostos microaspersores nas parcelas experimentais para simulação da quantidade de água precipitada no período chuvoso) no período de 4 meses; reposição de 100% da evapotranspiração da cultura (ETc) e um déficit hídrico com reposição de apenas 20% da ETc, sendo estes dois últimos irrigados por gotejamento; e nas subparcelas, quatro plantas do gênero *Manihot* ('Gema de Ovo', 'Engana Ladrão'; BGMS79 e BGMS24) coletadas no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) pertencente à Embrapa Semiárido. As duas plantas centrais das subparcelas foram consideradas como plantas úteis.

Conforme proposto por Allen et al. (1998), utilizou-se a evapotranspiração de referência (ETo) obtida de uma estação meteorológica instalada próximo ao local do experimento e o coeficiente de cultura (Kc) variando de 0,3 a 1,1, conforme descritos pelos mesmos autores.

Aos 120 dias após a aplicação dos tratamentos, foram avaliadas as variáveis fisiológicas, selecionando-se folhas maduras fisiologicamente e avaliando-se a condutância estomática, a transpiração foliar e a fotossíntese, por meio de um analisador de gases por infravermelho (IRGA, LI-6400XT). As leituras foram realizadas em dias sem nebulosidade, para evitar instabilidades causadas por variações rápidas da radiação solar, das 9h às 11h.

As análises estatísticas foram realizadas no programa Sisvar (Ferreira, 2014), sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Observou-se interação significativa entre as plantas e os regimes hídricos para as características fotossíntese, condutância estomática e transpiração. Para os resultados obtidos de fotossíntese, pôde-se notar que as plantas 'Gema de Ovo' e BGMS24 tiveram maiores taxas fotossintéticas que os demais, quando submetidas ao regime hídrico baseado na simulação de chuva (Tabela 1).

Tabela 1. Médias para fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) das plantas do gênero *Manihot* submetidos a diferentes regimes hídricos⁽¹⁾.

| Plantas | Chuva | 100% ETC | 20% ETC |
|---------------|----------|----------|----------|
| Gema de Ovo | 27,08 aA | 24,63 aB | 21,95 aA |
| Engana Ladrão | 25,02 aB | 24,92 aB | 18,40 bA |
| BGMS79 | 25,42 bB | 29,78 aA | 21,16 bA |
| BGMS24 | 27,91 aA | 26,07 aB | 21,00 bA |

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ETC = evapotranspiração da cultura.

Maiores valores para a fotossíntese também foram verificados para a planta BGMS79 em 100% da ETC. O fato de o valor de fotossíntese encontrado em 'Gema de Ovo' não ter sido superior àqueles observados nas demais cultivares, no tratamento com 100% da ETC, pode estar associado ao sistema de irrigação utilizado. Neste tratamento, o volume de água foi aplicado via gotejamento e a mesma não atinge a parte aérea da planta como no tratamento de simulação de chuva. No regime com limitação hídrica (20% da ETC), as plantas não diferiram estatisticamente entre si para esta variável. utilizado, em que no tratamento de 100% da ETC, o volume de água é aplicado via gotejamento e a mesma não atinge a parte aérea da planta. No regime com limitação hídrica (20% da ETC), as plantas não diferiram estatisticamente entre si para esta variável.

De modo geral, verificou-se que os regimes com maior oferta de água (simulação de chuva e 100% da ETC) promoveram maior taxa fotossintética para a maioria das plantas, quando comparados ao regime com menor disponibilidade hídrica (20% da ETC) (Tabela 1), observando-se que a planta 'Gema de Ovo' não apresentou diferença significativa entre os regimes. Considerando-se que esta característica fisiológica da planta reflete diretamente o efeito do estresse hídrico (Taiz; Zeiger, 2013), este resultado indica que as plantas de 'Gema de Ovo' apresentam maior tolerância ao estresse hídrico aplicado que as demais avaliados.

Para a condutância estomática em regime de simulação de chuva, pôde-se observar que a planta 'Gema de Ovo' apresentou a maior média (Tabela 2). Em regime com 20% e 100% da ETC, todas as plantas tiveram o mesmo comportamento, não apresentando diferenças estatísticas entre si (Tabela 2).

Conforme descrito para fotossíntese, esta diferença de condutância estomática entre as plantas para o tratamento de simulação de chuva pode estar associada à adaptabilidade da planta à forma de aplicação da água, em que, neste tratamento, a parte aérea das plantas era molhada, o que criava um microclima diferenciado que pode ter interferido nos processos fisiológicos das mesmas.

Tabela 2. Médias para condutância estomática ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas do gênero *Manihot* submetidas a diferentes regimes hídricos⁽¹⁾.

| Plantas | Chuva | 100% ETC | 20% ETC |
|---------------|---------|----------|---------|
| Gema de Ovo | 0,53 aA | 0,30 aA | 0,23 bA |
| Engana Ladrão | 0,38 aB | 0,32 aA | 0,20 bA |
| BGMS79 | 0,30 bC | 0,45 aA | 0,18 bA |
| BGMS24 | 0,36 aB | 0,32 aA | 0,20 bA |

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ETC = evapotranspiração da cultura.

Comparando-se as plantas com relação aos diferentes regimes hídricos, verificou-se que a condutância estomática foi maior onde não houve limitação da disponibilidade de água para as plantas (simulação da chuva e 100% da ETC), com exceção a BGMS79 que foi menor na simulação de chuva, o que pode estar associado à sua adaptabilidade à forma de aplicação da água, conforme descrito para fotossíntese.

A partir dos resultados observados para a condutância estomática nas plantas avaliados (Tabela 2), pode-se comprovar que o fechamento dos estômatos é um dos primeiros mecanismos fisiológicos das plantas a serem influenciados pela menor disponibilidade hídrica, tendo como objetivo a promoção da maior turgescência celular por meio de ajustes em seu metabolismo, destacando o acúmulo de substâncias orgânicas, principalmente aminoácidos como a prolina, conforme observado por Royer (2001) e Silva et al. (2004).

Os resultados obtidos para a transpiração foram similares aos observados para a condutância estomática, quando as plantas foram submetidas ao regime de simulação de chuva, em que 'Gema de Ovo' apresentou a maior média e o BGMS79 a menor (Tabela 3). Similar ao observado para fotossíntese, no regime hídrico com 100% da ETC, a planta BGMS79 se destacou, apresentando o maior valor. A taxa transpirométrica também foi semelhante para todas as plantas submetidas a 20% da ETC.

Tabela 3. Valores do teste de média para transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de plantas do gênero *Manihot* submetidos a diferentes regimes hídricos⁽¹⁾.

| Plantas | Chuva | 100% ETC | 20% ETC |
|---------------|---------|----------|---------|
| Gema de Ovo | 9,00 aA | 5,91 bB | 4,76 bA |
| Engana Ladrão | 7,12 aB | 6,21 aB | 4,57 bA |
| BGMS79 | 6,01 bC | 7,68 aA | 4,10 cA |
| BGMS24 | 6,82 aB | 6,09 aB | 4,37 bA |

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ETC = evapotranspiração da cultura.

Os resultados demonstram que a sensibilidade fisiológica das plantas, com relação aos diferentes regimes hídricos, é diferenciada, com destaque para a planta 'Gema de Ovo', que mesmo fechando o estômato e reduzindo a transpiração com o déficit hídrico, conseguiu manter elevada sua atividade fotossintética.

Conclusões

As plantas avaliadas demonstram respostas fisiológicas diferenciadas aos regimes hídricos testados, tendo destaque a BGMS79 que apresentou melhores resultados ao regime de 100% da ETc que o da simulação da chuva.

As plantas de 'Gema de Ovo' se destacam das demais por não demonstrarem redução nas suas atividades fotossintética quando submetidas ao estresse hídrico.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiração de culturas: Diretrizes para calcular as necessidades de água das culturas**. Roma: FAO, 1998. 300 p. (FAO - Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Tropical. Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. cap. 7, p. 138-169.
- CASTRO, J. M. C.; SILVA, D. S.; MEDEIROS, A. N.; PIMENTA FILHO, E. C. Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas completas contendo feno de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 674-680, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia para seus procedimentos de bootstrap em múltiplas comparações. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84 p.
- ORLANDINI, P.; LIMA, L. R. Sinopse do gênero *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae) no Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v. 41, p. 51-60, 2014.
- PUTPEERAWIT, P.; SOJIKUL, P.; THITAMADEE, S.; NARANGAJAVANA, J. Análise genômica ampla da família gênica de aquaporina e suas respostas às condições de estresse hídrico na mandioca. **Fisiologia Vegetal e Bioquímica**, v. 121, p. 118-127, 2017.
- ROYER, D. L. Densidade estomática e índice estomático como indicadores da concentração de CO₂ paleoatmosférico. **Resenha de Palaeobotany and Palynology**, v. 114, n. 2, p. 1-28, 2001.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 59, n. 2, p. 201-205, 2004.

SOARES, J. G. G. **Utilização da maniçoba para ensilagem**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 2001 (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 100).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TEIXEIRA, A. H. de. C. **Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010 (Embrapa Semiárido. Documentos, 233). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31579/1/SDC233.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2018.

Tecnologia de Bioprocessos

Caracterização de filmes nanocompósitos para fotoproteção em frutas

Laiane Keylla Silva Gomes¹; Douglas de Britto²

Resumo

Muitos polissacarídeos e seus derivados possuem propriedade filmogênica que, aliada à propriedade de barreira e reflexiva de nanocargas, formam filmes nanocompósitos com potencial de aplicação como fotoprotetores em frutos. O objetivo deste trabalho foi obter e caracterizar filmes nanocompósitos (NC) para posteriormente serem aplicados em frutos. Os filmes NC foram obtidos a partir de galactomanana e nanocargas inorgânicas de argilominerais, caracterizados por microscopia óptica, microscopia eletrônica de varredura, permeabilidade ao vapor de água, ângulo de contato e colorimetria. Os resultados indicaram que a melhor formulação foi a montmorilonita isolada e a hidroxiapatita pura que apresentou a melhor distribuição de nanocargas. Desta forma, estas formulações apresentaram qualidades ideais para aplicação como revestimento fotoprotetor.

Palavras-chave: galactomanana, hidroxiapatita, montmorilonita, nanocargas.

Introdução

A região do Vale do São Francisco é caracterizada pela produção agroindustrial em larga escala com inúmeros produtores de uvas e mangas, sendo esta última, frequentemente acometida pelos danos de queimaduras solares. Se o dano for leve, a queimadura de sol produzirá pontos descoloridos ou amarelados na superfície dos frutos e nos casos mais graves, a casca fica mais espessa, na tonalidade marrom-amarelada ou preta, com leves depressões. Com estes aspectos os frutos são pouco comercializáveis. Nesse contexto, uma área que tem despertado bastante interesse é a nanotecnologia aplicada a sistemas de liberação e nanoformulações, baseado nas aplicações voltadas para o agronegócio (Graeff, 2012).

¹Química, mestranda em Ciência dos Materiais – Univasf, Juazeiro – BA.

²Químico, D.Sc. em Química, pesquisador Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, douglas.britto@embrapa.br.

Os filmes nanocompósitos (NC), com matriz polimérica de galactomanana reforçados com nanopartículas inorgânicas (caulinita, vermiculita, hidroxiapatita, montmorilonita) são alternativas potenciais como fotoproteção em frutos. Galactomananas (GLM) são polímeros naturais encontrado no endosperma de plantas leguminosas, como algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.]. Pesquisas recentes têm mostrado a aplicabilidade na formulação de filmes por causa de sua capacidade de formar soluções viscosas a baixas concentrações e ser necessário apenas água para sua preparação (Cerqueira et al., 2011).

O objetivo deste trabalho foi obter e caracterizar filmes NC com matriz de galactomanana adicionados de nanopartículas minerais por meio das propriedades ópticas, colorimetria, permeabilidade ao vapor de água e ângulo de contato.

Material e Métodos

As cargas inorgânicas empregadas foram caulinita, montmorilonita, vermiculita e hidroxiapatita. A caulinita (C) e solo argiloso com alto teor de montmorilonita foram doados por pesquisadores da Embrapa Semiárido. Do solo argiloso foi extraída a montmorilonita isolada (MI) de acordo com as recomendações do *Manual de métodos de análise de solo* (Donagema et al., 2011). Foi utilizada também montmorilonita (MC), obtida comercialmente.

A carga de vermiculita (V) foi proveniente da empresa Urimama Mineração. A hidroxiapatita sintetizada (HS) foi obtida a partir de soluções de nitrato de cálcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e fosfato ácido de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ em concentrações estequiométricas (Cruz et al., 2014). Também foi obtido hidroxiapatita a partir de cascas do ovo de galinha (HC) (Gomes et al., 2012).

Os filmes NC foram preparados de acordo com a técnica de “*casting*”. Para isso pesou-se 125 mg de GLM extraída da semente de algaroba e dissolveu-se em 25 mL de água com as cargas inorgânicas a 0,1%. A solução foi depositada numa placa de Petri 90x15 mm. Após a evaporação do solvente, à temperatura ambiente, os filmes foram destacados para realizar as caracterizações.

Para a caracterização morfológica, utilizou-se filmes medindo 10x10 mm, colocados sob a lâmina de vidro e avaliados por microscopia óptica (MO) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). As cores dos filmes foram aferidas conforme os parâmetros luminosidade (L^*), saturação (C^*) e o ângulo de tonalidade (h) em três regiões do filme com o uso de um colorímetro.

A permeabilidade ao vapor de água foi determinada gravimetricamente em um dessecador contendo sílica gel (umidade relativa = 47%). Os filmes foram dispostos em forma de disco com 30 mm de diâmetro, na parte superior em células contendo 20 mL de água, formando uma membrana de modo a garantir que a difusão de umidade ocorresse exclusivamente através dos filmes. Cada célula foi pesada em balança analítica, a cada 24 horas, durante 7 dias consecutivos.

Para a caracterização de ângulo de contato foram cortados retângulos medindo 1x5 cm dos filmes e avaliados em um equipamento de captura da imagens de gotículas de água (~5 μ L) na superfície do filme. Os ângulos de contato foram determinados por software de análise de imagem em triplicata.

Resultados e Discussão

As amostras de filmes NC compostos de GLM+MI (Figura 1A) e GLM+HS (Figura 1B) se destacaram por apresentar maior uniformidade na distribuição das partículas na matriz polimérica avaliados na microscopia óptica. O filme com nanopartículas (NPs) de HC também apresentou uma distribuição homogênea (Figura 1C), sendo um indicativo de formação de filmes adequados para o revestimento de frutas. Este filme NC tem a vantagem das NPs serem obtidas a partir de rejeitos domésticos como a casca do ovo de galinha.

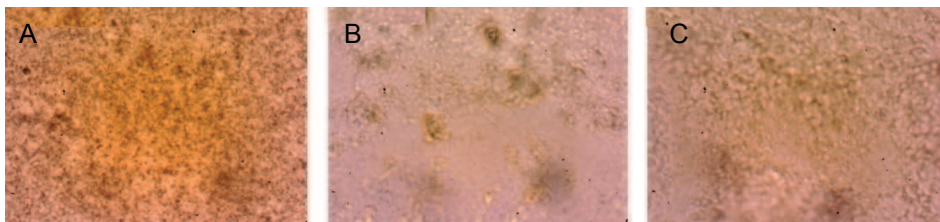


Figura 1. Microscopia óptica (MO) de filmes (A) com NPs de montmorilonita isolada, (B) com NPs de hidroxiapatita sintética e (C) com NPs de hidroxiapatita da casca do ovo de galinha.

Essa homogeneidade da NPs na matriz polimérica de GLM foi confirmada por meio da micrografia dos filmes (Figura 2), denotando um aumento superficial com a aplicação de nanocargas de montmorilonita e hidroxiapatita.

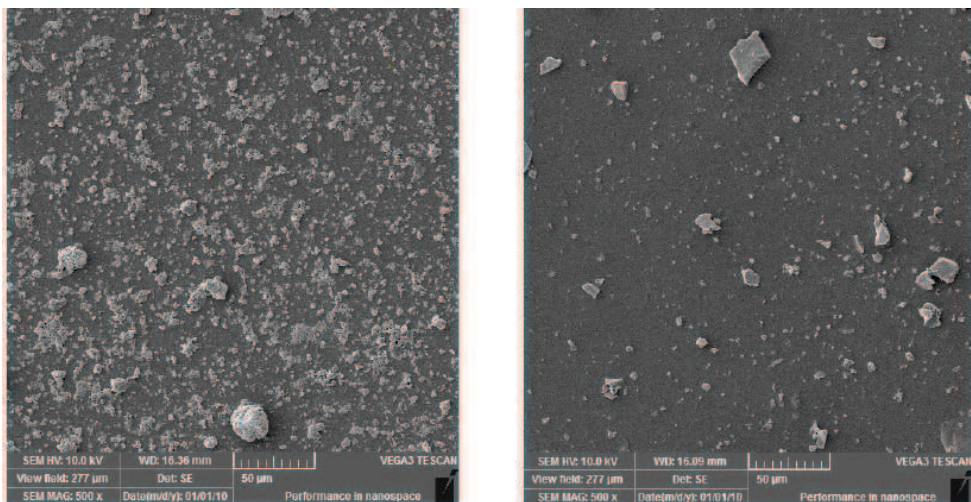


Figura 2. Micrografias dos filmes (A) NPs de montmorilonita isolada e (B) NPs hidroxiapatita da casca do ovo de galinha.

As características de transparência e opacidade da cor estão diretamente ligadas ao aspecto visual do filme e provém da morfologia da estrutura química relacionada com o peso molecular do material. Por meio da avaliação dos dados colorimétricos, observa-se que os filmes de GLM+MI e GLM+V apresentaram as maiores variações nos valores dos parâmetros DL^* , DC^* e Dh (Tabela 1). Portanto, os filmes baseados nestes dois componentes são os que apresentarão maiores variações na cor do fruto quando revestido.

Tabela 1. Dados da variação colorimétrica ($n=3$) em relação à amostra de calibração ($L^* = 94,1$, $C^*=4,01$ e $h=100,02$) para os filmes de galactomanana pura e nanocompósitos.

| Parâmetros | GLM | HC | HS | MI | MC | C | V |
|--------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|
| ΔL^* | $0,7 \pm 0,2$ | $0,94 \pm 0,07$ | $-0,26 \pm 0,05$ | $5,290 \pm 0,008$ | $0,6 \pm 0,3$ | $0,3 \pm 0,2$ | $5,7 \pm 0,1$ |
| ΔC^* | $-1,3 \pm 0,1$ | $-5,7 \pm 0,2$ | $-1,2 \pm 0,3$ | $-14,08 \pm 0,01$ | $-1,92 \pm 0,08$ | $-1,8 \pm 0,1$ | $-5,52 \pm 0,04$ |
| Δh | $0,52 \pm 0,03$ | $-2,8 \pm 0,1$ | $1,23 \pm 0,06$ | $6,25 \pm 0,02$ | $2,8 \pm 0,5$ | $2,16 \pm 0,03$ | $8,2 \pm 0,4$ |

Pela análise de ângulo de contato dos filmes observa-se que a adição de nanocargas, aumentou o valor do ângulo, exceto o filme com nanocargas de caulinita (Figura 3). Isto é indicativo de que a introdução de nanocargas deixou o filme mais hidrofóbico em relação ao filme de GLM pura. Esta mudança pode ser vantajosa para a aderência do filme à superfície da casca do fruto, que também apresenta caráter hidrofóbico decorrente da presença de componentes apolares (Britto et al., 2012).

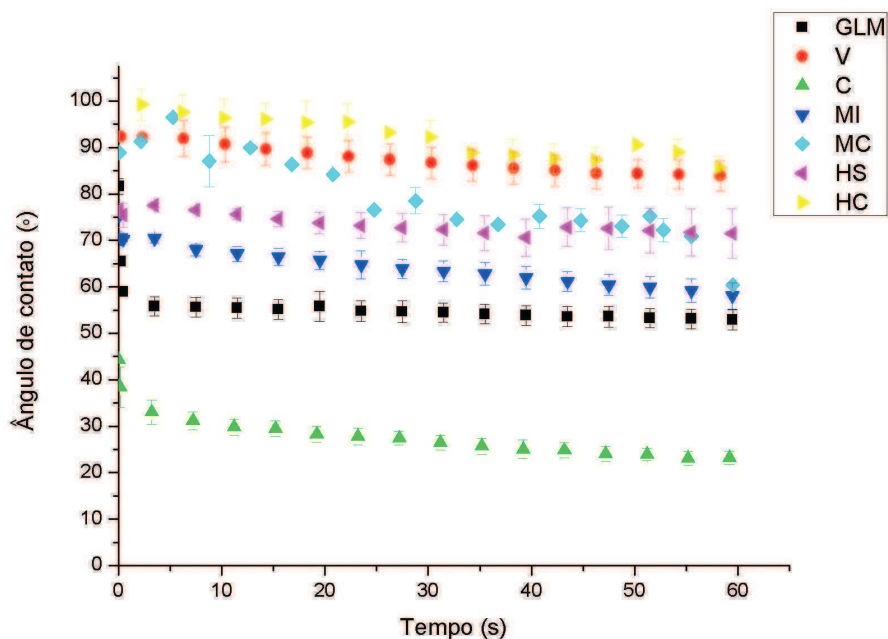


Figura 3. Média dos ângulos de contato ($n=3$) dos filmes de GLM e dos nanocompósitos.

Avaliando-se os dados iniciais, percebe-se que a adição de nanocargas aumenta substancialmente a permeabilidade dos filmes (Tabela 2). Esse aumento pode ser atribuído à formação de pequenos poros, que geram caminhos livres para a difusão do vapor no filme nanocompósitos (Carvalho et al., 2013).

Tabela 2. Dados preliminares da permeabilidade ao vapor de água dos filmes.

| Amostras | PVA (g.mm/KPa.d.m2) | PVA (%) |
|----------|---------------------|---------|
| GLM | 0,3 | 32,9 |
| HC | 2,0 | 202,7 |
| HS | 1,6 | 155,2 |
| MI | 0,8 | 77,6 |
| MC | 1,0 | 99,5 |
| C | 1,6 | 160,5 |
| V | 1,4 | 143,8 |

Conclusão

Os resultados indicam boa dispersão das nanocargas na matriz filmogênica de galactomanana com baixo impacto na mudança de coloração, exceto para as amostras de montmorilonita e vermiculita. No geral, a adição de nanocargas tronou a superfície do filme mais hidrofóbica, mas, ao mesmo tempo, permitiu maior transmissão de vapor de água.

Agradecimentos

À Rede AgroNano, pelo apoio financeiro.

Referências

- BRITTO, D.; SANTOS, M. F.; ASSIS, O. B. G. Chitosan solutions with different degrees of acetylation as coating on cut apple. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 15-21, 2012.
- CARVALHO, L. H.; COSTA, R. B.; COUTINHO, M. G. F.; SILVA, E. M.; CANEDO, E. L. Influência da concentração e purificação da argila na estrutura e permeação ao vapor de água de nanocompósitos PEBDL/bentonita. **Polímeros**, v. 23, n. 1, p. 108-114, 2013.
- CERQUEIRA, M. A.; BOURBON, A. I.; PINHEIRO, A. C.; MARTINS, J. T.; SOUZA, B. W. S.; TEIXEIRA, J. A.; VICENTE, A. A. Galactomannans use in the development of edible films / coatings for food applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 12, p. 662-671, 2011.
- CRUZ, L. A.; SCIENA, C. R.; CORREA, D. S.; PARIS, E. C. Síntese por coprecipitação de nanopartículas de hidroxapatita e óxido cúprico para aplicação no agronegócio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2014, São Carlos. **Inovação e mercado: anais**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 439-442.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- GOMES, L. C.; DI LELLO, B. C.; CAMPOS, J. B.; SAMPAIO M. Síntese e caracterização de fosfatos de cálcio a partir da casca de ovo de galinha. **Cerâmica**, São Paulo, v. 58, n. 348, p. 448-452, 2012.
- GRAEFF, C. **Nanotecnologia ciência e engenharia**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

Nanoencapsulamento de DNA plasmidial de *Xanthomonas campestris* pv. *viticola* e dsRNA como veículo de entrega de agentes de controle de doenças e pragas

Laislane Mirela Delmondes Mudo¹; Maria Angélica Guimarães Barbosa²; Nataniel Franklin de Melo³; Douglas de Britto⁴

Resumo

O objetivo deste estudo foi aperfeiçoar o encapsulamento dos ácidos nucleicos como veículo de entrega de agentes de controle de pragas e doenças. Como modelos, foram estudados o encapsulamento do DNA plasmidial (DNA-p) de *Xanthomonas campestris* pv. *viticola*, causadora do cancro-bacteriano na uva, e do dsRNA, objetivando o silenciamento do psilídeo *Diaphorina citri*, que é o inseto-vetor da bactéria que causa o grenning (Huanglongbing/HLB). Ambos os encapsulamentos ocorreram via gelificação ionotrópica a partir de soluções diluídas de quitosana em ácido clorídrico e ácido acético com tripolifosfato. As suspensões obtidas foram caracterizadas por espectroscopia no UV-visível, eletroforese, tamanho (espalhamento de luz dinâmico - DLS) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). A síntese em ácido acético gerou melhores resultados, pois tanto as nanopartículas obtidas com dsRNA como aquelas com DNA plasmidial apresentaram tamanhos menores e distribuições mais homogêneas. Assim, o nanoencapsulamento de ácido nucleico via gelificação ionotrópica é viável, com potencialidade de aplicação no controle de doenças e pragas.

Palavras-chave: fitopatologia, nanopartículas, quitosana, sanidade vegetal.

¹Licenciada em Química, mestranda em Ciência dos Materiais (PGCM), Univasf, Petrolina, PE.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Biólogo, D.Sc. em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Químico, D.Sc. em Química, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. douglas.britto@embrapa.br.

Introdução

Por causa do crescente aumento do surgimento de pragas e doenças na agricultura, bem como do aumento de resistência de pragas e patógenos aos tratamentos convencionais, métodos alternativos de controle têm surgido como forma de minimizar este problema. Controle biológico, vacinas não virais e tecnologia de RNA interferente (RNA-i) são alguns exemplos que têm gerado resultados promissores.

Nanopartícula (NP) baseada em quitosana tem sido utilizada para encapsular DNA plasmidial com o objetivo de estruturar um vetor não viral. Os vetores não virais têm sido extensivamente estudados e aplicados como sistemas de transfecção estáveis com baixa toxicidade. NP catiônicas possuem a propriedade de atuar como vetores, formando complexos que são capazes de direcionar o material genético para a célula-alvo.

A formação desses complexos ocorre pelo fato de a carga negativa dos grupos de ácidos nucleicos interagirem eletrostaticamente com os grupos catiônicos da matriz de NP. Assim, uma estrutura é criada envolvendo o ácido nucleico e serve como uma barreira contra as nucleases ou macrófagos. No segundo caso, o dsRNA, obtido por Engenharia Genética, pode ser usado como agente biológico para controlar pragas de interesse agrícola (Hunter et al., 2012; Gillet et al., 2017).

Este trabalho objetivou o desenvolvimento de sistemas baseados em quitosana e tripolifosfato para o nanoencapsulamento de material genético por gelificação iônica para aplicação no controle de pragas e doenças.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Biotecnologia da Embrapa Semiárido, no período de abril de 2017 a julho de 2018.

O meio de cultura NYDA, constituído por dextrose, extrato de carne, extrato de levedura e ágar foi utilizado para a multiplicação de *X. campestris* pv. *viticola* (X_{cv}). O pré-inóculo da bactéria foi feito retirando-se com uma alça esterilizada uma amostra das colônias de bactérias dos tubos de microcentrifugas que foram plaqueadas em meio NYDA.

Na extração do DNA plasmidial de X_{cv} , todos os reagentes usados estão descritos no protocolo de miniprep para a extração de DNA-plasmidial (DNA-p). O dsRNA foi preparado por empresa especializada, de acordo com projetos em condução na Embrapa Mandioca e Fruticultura.

A preparação das nanopartículas de quitosana com tripolifosfato de sódio (TPP), contendo material genético incorporado, foi realizada conforme descrito na literatura com ajustes (Britto et al., 2012). A solução estoque de TPP, para o encapsulamento do dsRNA, foi preparada dissolvendo-se 60 mg de TPP em 50 mL de água destilada. Para o encapsulamento do DNA-p, a solução de TPP foi feita dissolvendo-se 30 mg em 50 mL de água. A solução estoque de quitosana foi preparada dissolvendo-se 150 mg de quitosana purificada em 50 mL de ácido acético (HAc) a 0,1% (v/v) e em 50 mL de ácido clorídrico a 0,1% (v/v) sob agitação magnética por 4 horas. Em seguida, foi separada uma alíquota de 300 μL das soluções de dsRNA e misturada com 700 μL da solução estoque de TPP. Para o DNA-p, um volume de 100 μL foi adicionado a 200 μL de TPP. A formação das NP via gelificação iônica e encapsulamento se deu pela adição desta solução de TPP + material genético a 1.000 μL da solução estoque de quitosana, perfazendo-se, assim, um volume final de 2.000 μL para o dsRNA e de 1.300 μL para o DNA-p.

A espectroscopia no UV-visível e a eletroforese em gel de agarose foram utilizadas para quantificar a o DNA-p extraído, bem como para confirmar a eficiência da extração.

Resultados e Discussão

O procedimento para isolamento do DNA-p de *X_{cv}* foi satisfatório, conforme observado pela técnica de eletroforese (Figura 1). De acordo com as caracterizações por eletroforese (Figura 1) e espectroscopia no UV-visível (Tabela 1), ocorreu variação de concentração significativa durante as extrações. Isso pode ser constatado na Figura 1, spots C, D, E e F.

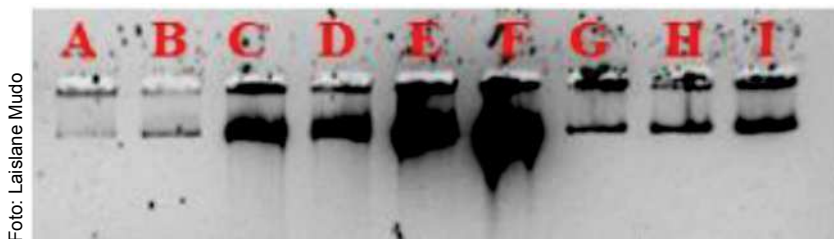


Foto: Laislane Mudo

Figura 1. DNA-p em gel de agarose extraído de *Xanthomonas campestris* pv. *viticola* (A - I). Nas cavidades (G) 25 $\text{ng}\cdot\mu\text{L}^{-1}$, (H) 50 $\text{ng}\cdot\mu\text{L}^{-1}$ e (I) 100 $\text{ng}\cdot\mu\text{L}^{-1}$ foram aplicados os padrões.

Tabela 1. Concentração de DNA plasmidial ($\mu\text{g/mL}$) e volume (μL) de X_{cv} para as diferentes extrações de acordo com espectroscopia no UV-visível.

| Amostras | Extração 1 | Extração 2 | Extração 3 | Extração 4 | Extração 5 |
|-----------|--------------|-------------|----------------|--------------|----------------|
| Conc. DNA | 624 \pm 21 | 355 \pm 8 | 1195 \pm 262 | 570 \pm 53 | 1840 \pm 113 |
| Volume | 40 | 100 | 500 | 100 | 400 |

No processo de encapsulamento pelo método de gelificação iônica forma-se uma suspensão opalescente (aparência leitosa) que indica o ponto ideal de encapsulamento (Calvo et al., 1997; Janes et al., 2001; Pan et al., 2002).

A análise por espectroscopia no UV-visível indicou que houve o encapsulamento do DNA-p (Figura 2A). Observou-se, ainda, que, após o encapsulamento em NP de quitosana, a concentração de DNA-p no sobrenadante caiu para próximo de zero, ficando próximo do branco (solvente). Isto indica eficiência no encapsulamento próximo de 100%.

Pela variação da concentração do dsRNA após o encapsulamento, observou-se que a síntese foi efetiva (Figura 2B). No entanto, em valor inferior ao observado para o DNA-p (Tabela 2). Apesar disso, valores obtidos acima de 50% são satisfatórios e estão de acordo com o reportado na literatura para o encapsulamento de dsRNA (Gharehdaghi et al., 2014). Neste caso, foi alcançada uma eficiência de encapsulamento que variou de 10% a 90%.

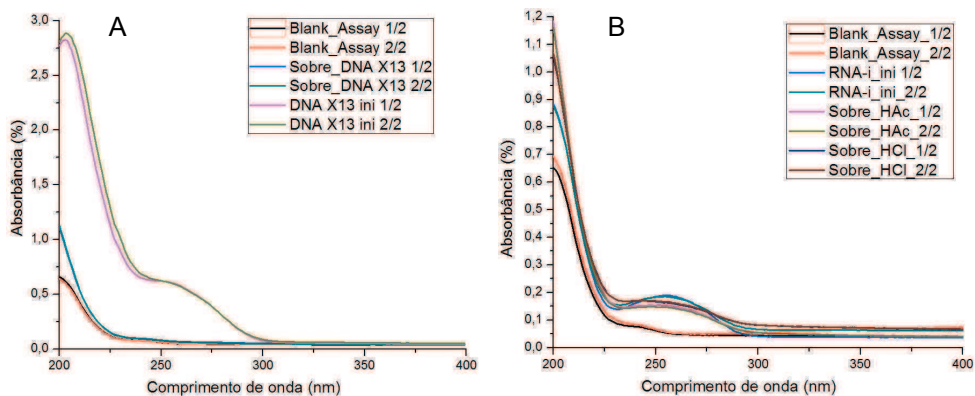


Figura 2. Espectros UV-visível do DNA-p inicial de X_{cv} e da solução sobrenadante de nanopartícula após centrifugação (A) e do RNA-i inicial e da solução sobrenadante de NP após centrifugação (B), sintetizadas a partir de ácido clorídrico e ácido acético.

Tabela 2. Valores das concentrações inicial e do sobrenadante ($\mu\text{g/mL}$) e de eficiência de encapsulamento (EE) para o do RNA-i.

| Amostras | Conc. inicial RNA-i | Conc. Sobrenadante | EE (%) |
|----------|---------------------|--------------------|--------|
| NP HAc | 60 \pm 14 | 27,7 \pm 0,7 | 53,8 |
| NP HCl | 60 \pm 14 | 21 \pm 1,6 | 65,0 |

Conclusões

O método de extração mini-prep do DNA plasmidial de *X. campestris* pv. *viti-cola* foi adequado, possibilitando recuperar DNA puro para o encapsulamento.

O protocolo de encapsulamento de DNA-plasmidial e do dsRNA pelo método de gelificação iônica foi eficiente, resultando em percentagem alta de encapsulamento, principalmente para o DNA plasmidial. A tecnologia é, portanto, adequada como veículo de entrega de material genético, objetivando o tratamento de doenças e controle de pragas.

Agradecimentos

À Rede AgroNano, pelo apoio financeiro, e ao pesquisador Dr. Eduardo Chumbinho de Andrade, da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Referências

BRITTO, D.; MOURA, M. R.; AOUADA, F. A.; MATTOSO, L. H. C.; ASSIS, O. B. G. N,N,N-trimethyl chitosan nanoparticles as a vitamin carrier system. **Food Hydrocolloids**, v. 27, p. 487-493, 2012.

CALVO, P.; REMUNAN-LOPEZ, C.; VILA-JATO, J. L.; ALONSO, M. J. Novel hydrophilic chitosan-polyethylene oxide nanoparticles as protein carrier. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 63, p. 125-132, 1997.

GHAREHDAGHI, E. E.; AMANI, A.; KHOSHAYAND, M. R.; BANAN, M.; GHAREHDAGHI, E. E.; AMINI, M. A.; FARAMARZI, M. A. Chitosan nanoparticles for siRNA delivery: optimization of processing/formulation parameters. **Nucleic Acid Therapeutics**, v. 24, n. 6, p. 420-427, 2014.

GILLET, F. X.; GARCIA, R. A.; MACEDO, L. L. P.; ALBUQUERQUE, E. V. S.; SILVA, M. C. M.; GROSSI-DE-SA, M. F. Investigating engineered ribonucleoprotein particles to improve oral RNAi delivery in crop insect pests. **Frontiers in Physiology** 8, 1-14, 2017.

HUNTER, W. B.; GLICK, E.; PALDI, N.; BEXTINE B. R. Advances in RNA interference: dsRNA treatment in trees and grapevines for insect pest population suppression. **Southwestern Entomologist**, v. 37, n. 1, p. 85-87, 2012.

JANES, K. A.; FRESNEAU, M. P.; MARAZUELA, A.; FABRA, A.; ALONSO, M. J. Chitosan nanoparticles as delivery systems for doxorubicin. **Journal of Controlled Release**, v. 73, p. 255-267, 2001.

PAN, Y.; LI, Y.; ZHAO, H.; ZHENG, J.; XU, H.; WEI, G.; HAO, J.; CUI, F. Bioadhesive polysaccharide in protein delivery system: chitosan nanoparticles improve the intestinal absorption of insulin in vivo. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 249, p. 139-147, 2002.

Técnica do inseto estéril com fungos entomopatogênicos no controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)

Clayton Moreira Leal¹; Beatriz Aguiar Jordão Paranhos²; Maylen Gomêz³; José Osmã Teles Moreira⁴; Carlos Alberto Tuão Gava⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de um composto fungistático utilizado em dieta artificial de *Ceratitis capitata* sobre a virulência de *Beauveria bassiana* LCB289 e *Metarhizium anisopliae* LCB255 a machos estéreis tsl Vienna-8. O experimento foi conduzido no período de 1º de abril a 9 de julho de 2018. Os insetos foram criados utilizando-se quatro tratamentos: 1) adulto e larva alimentados com dieta inserida de metilparabeno - MPB (Nipagin®) 0,2%; 2) solução de MPB 0,2% somente na fase adulta; 3) apenas larva com dieta contendo MPB 0,2% e 4) adulto e larva sem MPB (tratamento controle). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e 20 insetos por repetição. O tratamento com oferta de MPB na fase larval e adulta proporcionou maior sobrevivência (TL_{50} 6,0 dias) para o LCB289 e 6,5 dias para LCB255. Ambos diferiram significativamente da testemunha, mas não houve diferença quando comparados ao tratamento no qual apenas as larvas receberam MPB (TL_{50} = 6,0 dias) para LCB 289. O pareamento das fêmeas com machos criados com oferta de MPB nas duas fases resultou em maior mortalidade de fêmeas. O uso do MPB aumentou a sobrevivência do macho estéril, incrementando a sua eficiência como vetor dos fungos entomopatogênicos.

Palavras-chave: controle biológico, entomopatógenos, fungistáticos.

¹Engenheiro-agrônomo, mestrando em Horticultura Irrigada — Uneb, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Bióloga, D.Sc. em Ciências Biológicas, Moscamed Brasil, Juazeiro, BA.

⁴Engenheiro-agrônomo, Dr. em Ciências Biológicas, professor da Uneb, Juazeiro, BA.

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Proteção de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, carlos.gava@embrapa.br.

Introdução

A mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Tephritidae) é uma espécie cosmopolita que se tornou uma das pragas mais destrutivas para a produção de frutas, causando elevados prejuízos à fruticultura mundial. No Brasil, esta praga se encontra amplamente distribuída no território nacional e, nos últimos anos, se tornou uma das causas para o estabelecimento de barreiras fitossanitárias nos mercados importadores de frutas indenizadas à praga (Nascimento et al., 2008). Entre as estratégias de controle adotadas, o uso de fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Met.) Sorokin pode representar uma alternativa viável contra moscas-das-frutas (Rosa et al., 2002; Toledo et al., 2006).

Nos estudos realizados na Embrapa Semiárido, demonstrou-se que a transferência horizontal de propágulos pode ser importante para a disseminação dos agentes de controle na população, resultando em elevada mortalidade dos insetos (Gonçalves et al., 2013). Este resultado indica a possibilidade do uso de machos estéreis para a dispersão de propágulos virulentos nas populações selvagens. No entanto, seus efeitos podem causar uma série de distúrbios fisiológicos no macho estéril, podendo comprometer a competição e reduzir a eficiência da técnica.

Nos estudos de Toledo et al. (2007), por exemplo, machos estéreis de *Anastrepha ludens* tratados com conídios de *B. bassiana* apresentaram baixa sobrevivência em campo. Assim, é possível que a adição de fungicidas ou de fungistáticos à dieta de criação massal atenuem o efeito letal dos fungos.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de metilparabeno, conservante utilizado em dieta de mosca-das-frutas, sobre a sobrevivência de machos estéreis *tsl* Vienna-8 tratado com propágulos infectivos de *B. bassiana* e *M. anisopliae* previamente selecionados para o controle de *C. capitata*.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico da Embrapa Semiárido no período de março a junho de 2018. Os machos estéreis *tsl* Vienna-8 foram criados na Biofábrica Moscamed Brasil, Juazeiro, BA. Os insetos foram criados utilizando-se quatro grupos: 1) adulto e larva alimentados com dieta inserida de metilparabeno - MPB (Nipagin®) 0,2% (L+A+); 2) solução de MPB 0,2% somente na fase adulta (L-A+); 3) apenas larva com dieta contendo MPB 0,2% (L+A-) e 4) adulto e larva sem MPB, tratamento controle (L-A-).

Foram utilizados os isolados *B. bassiana* LCB289 e *M. anisopliae* LCB255, previamente selecionados quanto à virulência a *C. capitata*. Os fungos foram cultivados meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) a $28 \pm 0,5$ °C durante 15 dias e produzidos em escala utilizando-se a metodologia descrita por Almeida et al. (2007). Em seguida, os conídios foram extraídos dos grãos de arroz com o uso de um extrator de conídios Mycoharvester M5 (ACIS R&D, Devon, UK).

Após a emergência, os machos foram mantidos em gaiolas por 4 dias com oferta de alimento, água ou solução de MPB 0,2% *ad libitum*. Os tsl foram infestados com formulação em pó contendo 10^8 conídios g^{-1} . Após 2 horas de repouso, os machos foram transferidos para gaiolas em grupos de 20 insetos nas quais foram introduzidas fêmeas virgens e sexualmente maduras.

Para os bioensaios foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial de $(4 \times 3) + 1$, 4 combinações de MPB, 2 fungos, 1 controle apenas, com adjuvante e 1 absoluto. Obtendo-se os seguintes tratamentos: T1: L+A+ tratado com 289; T2: L+A+ tratado com 255; T3: L+A+ com adjuvante; T4: L+A- tratado com 289; T5: L+A- tratado com 255; T6: L+A- tratado com adjuvante; T7: L-A+ tratado com 289; T8: L-A+ tratado com 255; T9: L-A+ tratado com adjuvante; T10: L-A- tratado com 289; T11: L-A- tratado com 255; T12: L-A- tratado com adjuvante e o T13: L-A- sem adjuvante (controle absoluto).

O experimento foi repetido três vezes e os dados dos tratamentos controle foram utilizados para a correção da mortalidade dos insetos. Após a análise de variância, os dados de mortalidade corrigida de machos e fêmeas ao longo do tempo foram analisados pelo método de Kaplan-Meyer, comparando-se os tratamentos com MPB e o controle absoluto pelo teste de Mantel-Cox.

Resultados e Discussão

Houve interação significativa entre os fungos e a oferta de MPB em diferentes fases de desenvolvimento de *C. capitata*. Os machos que receberam o MPB na fase de larva e adulto apresentaram mortalidade significativamente menor ($P < 0,05$) do que o controle, quando tratados com os isolados *B. Bassiana* LCB289 e *M. Anisopliae* LCB255 (Figura 1). Não houve diferença significativa entre os dois isolados pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Além da mortalidade total, houve diferença significativa entre as curvas de mortalidade dos machos do tratamento L+A+ (adulto e larva alimentados com metilparabeno), com sobrevida média (TL_{50}) de 6 dias, enquanto o tratamento controle (L-A-) apresentou TL_{50} de 4 dias, quando tratado com *B. bassiana* LCB 289 pelo teste de GBW ($c^2 = 5,319$; $GL = 1$; $P < 0,05$). De forma similar,

também houve diferença significativa para o tratamento L+A+, com $LT_{50} = 6,5$ dias e o tratamento controle, com $TL_{50} = 3,5$ dias, tratado com *M. anisopliae* LCB 255 ($c^2 = 4,922$; $GL = 1$; $P < 0,05$). Estes resultados de sobrevivência dos insetos após o tratamento com cepas virulentas de fungos são superiores àqueles obtidos por Toledo et al. (2006), que registraram TL_{50} de 4,2 dias para *C. capitata* tratados com *B. bassiana* sem a suplementação de fungicidas na dieta.

Houve diferença significativa entre a curva de mortalidade de fêmeas expostas aos machos oriundos das diferentes dietas e tratados com propágulos dos fungos pelo teste de GBW ($c^2 = 4,658$; $DF = 1$; $P < 0,05$). Nos tratamentos com *B. bassiana* LCB289, as fêmeas pareadas com insetos do tratamento L+A+ apresentaram a menor sobrevivência média, com TL_{50} de 6 dias, enquanto aquelas pareadas com machos do tratamento L-A- apresentaram TL_{50} de 9 dias (Figura 1). Não houve diferença significativa na curva de mortalidade de fêmeas expostas ao tratamento L+A+ ($TL_{50} = 8$ dias) e o tratamento L+A- ($TL_{50} = 11$ dias) para o LCB 289.

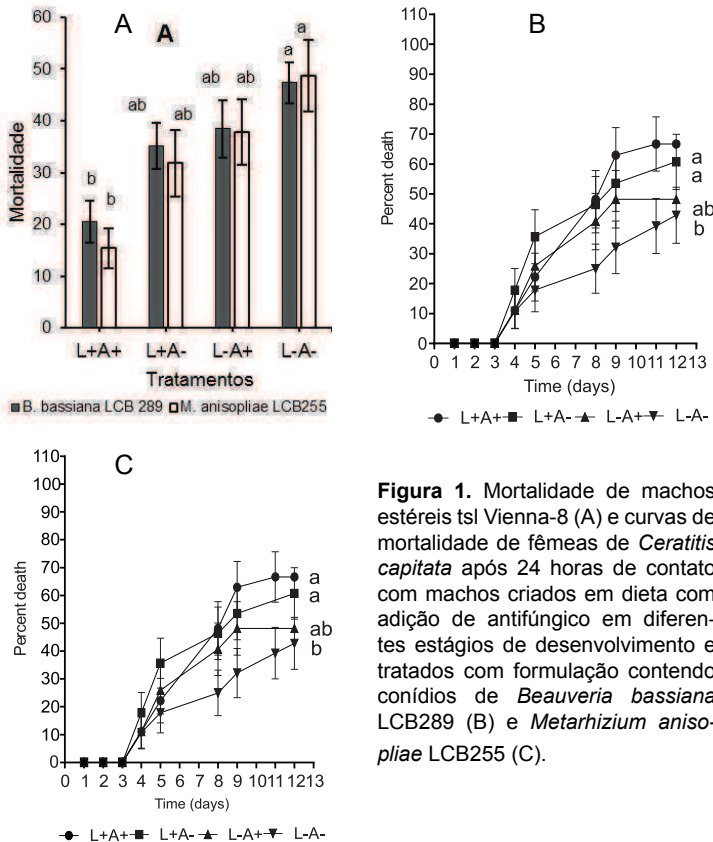


Figura 1. Mortalidade de machos estéreis tsl Vienna-8 (A) e curvas de mortalidade de fêmeas de *Ceratitis capitata* após 24 horas de contato com machos criados em dieta com adição de antifúngico em diferentes estágios de desenvolvimento e tratados com formulação contendo conídios de *Beauveria bassiana* LCB289 (B) e *Metarhizium anisopliae* LCB255 (C).

Nos tratamentos com infestação dos machos com o *M. anisopliae* LCB255, houve diferença significativa ($\chi^2=3,75$; $DF=1$; $P<0,05$), também, entre a curva de mortalidade de fêmeas expostas aos machos do tratamento L+A+, resultando em TL_{50} de 8 dias, e os machos do tratamento L-A-, que resultou em $TL_{50} > 12$ dias. Para o mesmo fungo, não houve diferença significativa na curva de mortalidade de fêmeas expostas ao tratamento L+A+ e o tratamento L+A- ($DL_{50} = 9$ dias).

A adição de metilparabeno, composto com ação fungicida a ser aplicado em criação massal de *C. capitata*, aumentou a sobrevivência do macho estéril tsl Vienna-8 tratado com isolados virulentos de fungos entomopatogênicos. Além disso, houve maior mortalidade das fêmeas em contato com machos que receberam MPB na fase larval e adulta. Esses resultados indicam que com o MPB aplicado nas dietas, um maior número de machos tratados realizou a transferência do inóculo ao entrar em contato direto com maior número de fêmeas, causando maior mortalidade (Toledo et al., 2017).

A partir dos resultados obtidos, infere-se que o prolongamento da viabilidade dos machos em decorrência da adição de MPB às dietas pode ser uma estratégia importante a ser adotada para a criação de machos estéreis de *C. capitata* com a finalidade de serem usados como vetores de propágulos de fungos virulentos como ação complementar ao seu uso no controle de populações da mosca-das-frutas.

Conclusão

A adição de metilparabeno em dietas ofertadas nas fases de larva e adultos reduziu a mortalidade de machos estéreis de *C. capitata* tsl Vienna-8 após o tratamento com estirpes virulentas de fungos entomopatogênicos.

A adição de metilparabeno em dietas de larvas e de larvas e adultos de machos estéreis de *C. capitata* tsl Vienna-8 aumentou em 82,5% e 67% a mortalidade de fêmeas quando expostas a machos previamente tratados com *B. bassiana* LCB289 e *M. anisopliae* LCB255, respectivamente.

Referências

ALMEIDA, J. E. M.; ROCHA, T. C.; FILHO, A. B. Desenvolvimento de método para extração física de conídios de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* para formulação pó seco e molhável de bioinseticidas. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 74, n. 4, p. 369-371, 2007.

GONÇALVES, J. S.; TAVARES, P. F. S.; COELHO, R. S.; PARANHOS, B. A. J.; GAVA, C. A. T. Efeito de conservantes usados em dietas de moscas-das-frutas sobre a patogenicidade de fungos entomopatogênicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 2012, Curitiba. **SEB - 40 anos de avanços da Ciência Entomológica Brasileira**. Curitiba: SEB, 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/68909/1/1801-1.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2018.

NASCIMENTO, A. S.; AGUIAR, W.; SÁ, R. F. de; CARVALHO, R. S.; CASTELLANI, M. A.; MOREIRA, A. A.; SÃO JOSÉ, A. R.; WALDER, J. M. M.; SILVA, V. E. S.; MALAVASI, A.; PARANHOS, B. A. J. Técnica do Inseto Estéril (TIE): nova tecnologia para o controle de moscas-das-frutas no Brasil; Projeto Piloto Livramento de Nossa Senhora. **Bahia Agrícola**, v. 8, n. 2, p. 53-57, 2008.

ROSA, W. de la; LOPEZ, F. L.; LIEDO, P. *Beauveria bassiana* as a pathogen of the mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) under laboratory conditions. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 1, p. 36-43, 2002.

TOLEDO, J.; LIEDO, P.; FLORES, S. Use of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for fruit fly control: a novel approach. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 7., 2006, Salvador. **Proceedings...** [Juazeiro: Moscamed Brasil], 2006. Disponível em: <<http://www.moscamed.org.br/symposium.html>>. Acesso em: 7 ago. 2018.

TOLEDO, J.; CAMPOS, S. E.; FLORES, S.; LIEDO, P.; BARRERA, J. F.; VILLASEÑOR, A.; MONTOYA, P. Horizontal transmission of *Beauveria bassiana* in *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) under laboratory and field cage conditions. **Journal of economic entomology**, v. 100, n. 2, p. 291-297, 2007.

TOLEDO, J.; FLORES, S.; CAMPOS, S.; VILLASEÑOR, A.; ENKERLIN, W.; VALLE, P. L. A.; MONTOYA, P. Pathogenicity of three formulations of *Beauveria bassiana* and efficacy of autoinoculation devices and sterile fruit fly males for dissemination of conidia for the control of *Ceratitis capitata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 164, n. 3, p. 340-349, 2017.

Formulações de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* para aplicação em machos estéreis como vetores para fêmeas de *Ceratitis capitata*

Clayton Moreira Leal¹; Carlos Alberto Tuão Gava²;
Beatriz Aguiar Jordão Paranhos³; Maylen Gomèz⁴;
José Osmã Teles Moreira⁵

Resumo

Este trabalho teve como objetivo selecionar adjuvantes para aplicação de conídios de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* para aplicação em machos estéreis tsl Vienna-8 e transmissão horizontal para fêmeas selvagens de *Ceratitis capitata*. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico da Embrapa Semiárido, utilizando-se dois isolados previamente selecionados quanto à virulência a *C. capitata*, *M. anisopliae* LCB255 e *B. bassiana* LCB289. As formulações continham 10^{10} conídios g^{-1} . Utilizou-se arroz, amido de mandioca, amido de milho, amido de batata e sílica micronizada como agentes dispersantes. Foi adotado um esquema fatorial de $(4 \times 2) + 1$, sendo quatro adjuvantes, dois fungos e um controle com cinco repetições em delineamento inteiramente casualizado. Todos os machos tratados com dióxido de sílica (SiO_2) morreram 4 horas após a aplicação dos tratamentos. O amido de mandioca permite o voo do macho estéril com teor de inóculo capaz de transmiti-lo para as fêmeas durante a cópula.

Palavras-chave: controle biológico, moscas-das-frutas, técnica do inseto estéril.

¹Engenheiro-agrônomo, mestrando em Horticultura Irrigada — Uneb, bolsista Capes, Juazeiro, BA.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Proteção de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, carlos.gava@embrapa.br.

³Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciências Biológicas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE

⁴Bióloga, D.Sc. em Ciências Biológicas, Moscamed Brasil, Juazeiro, BA.

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciências Biológicas, professor da Uneb, Juazeiro, BA.

Introdução

A mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* é considerada praga-chave para a maioria das fruteiras em todo o mundo, acarretando grandes prejuízos à produção. Os danos são causados diretamente nos frutos, onde as larvas podem permanecer alojadas na fase de comercialização, implicando no estabelecimento de barreiras quarentenárias pelos países importadores indenes. Os métodos empregados para o controle desta praga são principalmente a adoção de medidas de manejo cultural e profilático, além da aplicação de iscas tóxica à base de inseticidas (Botton et al., 2014). No Submédio do Vale do São Francisco, a adoção das medidas recomendadas é baixa e os resultados têm sido insatisfatórios.

Uma das estratégias mais eficientes no controle das moscas-das-frutas é o uso da técnica do inseto estéril (TIE). No entanto, sua aplicação é recomendada apenas para campos com baixa infestação da praga, promovendo a manutenção dessas taxas ou a erradicação da população (Paranhos et al., 2010). Nas condições atuais de infestação das áreas de produção no Submédio do Vale do São Francisco, o uso da TIE não é recomendado. Contudo, sua aplicação em conjunto com técnicas alternativas, como sua associação a entomopatógenos, pode aumentar a sua eficiência e viabilizar a aplicação.

O controle microbiano de insetos é uma alternativa viável para ampliar os métodos de controle de *C. capitata*, principalmente se utilizado de forma sinérgica com a TIE. No entanto, para melhorar a aplicação de conídios dos fungos no controle biológico nos machos estéreis, é necessário o desenvolvimento de formulações mais adequadas para esta finalidade.

Este trabalho teve como objetivo selecionar adjuvantes para aplicação de conídios de *B. bassiana* e *M. anisopliae* em machos estéreis tsl Vienna-8 de forma a alcançar a transmissão horizontal de inóculo para fêmeas selvagens de *C. capitata*.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico da Embrapa Semiárido, no período de 4 junho a 26 de julho de 2018, utilizando-se dois isolados previamente selecionados quanto à virulência a *C. capitata*, *M. anisopliae* LCB255 e *B. bassiana* LCB289).

Adotou-se um esquema fatorial de $(4 \times 2) + 1$, sendo quatro adjuvantes, dois fungos e um controle com cinco repetições em delineamento inteiramente casualizado. Para a obtenção dos conídios, os isolados foram cultivados em

meio de batata dextrose ágar (BDA) a $28 \pm 0,5$ °C durante 15 dias. Uma suspensão de conídios foi obtida de placas densamente colonizadas, utilizando-se uma solução de Triton X-100 0,05% como dispersante. A suspensão foi padronizada a 10^8 conídios mL⁻¹ e inoculadas em erlenmeyers contendo 200 mL de arroz parboilizado com 50% de umidade e autoclavado. Após a inoculação, foi incubado a $28 \pm 0,5$ °C por 15 dias até a obtenção da máxima esporulação aparente.

A biomassa fúngica foi removida e transferida para estufa de desidratação com circulação forçada de ar a 35 °C até atingir teor de umidade em torno de 10%. Após a desidratação, os conídios foram separados dos grãos utilizando-se extrator de conídios Mycoharvester M5 (ACIS R&D, Devon, UK). Os conídios foram utilizados na preparação de cinco formulações utilizando-se farinha de arroz, amido de mandioca, amido de milho, amido de batata e sílica micronizada. As formulações continham 10^{10} conídios g⁻¹ e foram mantidas em refrigeração a 8 °C até seu uso.

Os machos estéreis utilizados foram obtidos da colônia de *C. capitata* linhagem mutante tsl Vienna-8 da Biofábrica Moscamed Brasil, Juazeiro, BA. Os insetos foram nocauteados por exposição a frio (-10 °C por 30s) e, ainda letárgicos, receberam tratamento de 100 mg de cada formulação para 100 machos nocauteados. Em seguida, os insetos foram transferidos para gaiolas em grupos de 15, nas quais foram introduzidas fêmeas saudáveis e sexualmente maduras, 4 horas após o tratamento inicial. Cinco machos estéreis tratados de cada tratamento foram recuperados e o número de conídios aderidos foi avaliado pela extração em Triton X-100 0,1% e contagem em câmara de Neubauer.

O experimento foi conduzido por duas vezes, utilizando-se lotes de insetos independentes, avaliando-se o número de conídios aderidos ao corpo dos insetos, a recuperação dos machos estéreis tsl Vienna-8, 2 horas após o tratamento, e a mortalidade causada pela transferência horizontal para fêmeas saudáveis de *C. capitata*. Todos os adjuvantes foram aplicados isoladamente para a correção da mortalidade dos machos tsl Vienna-8. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e teste de Tukey a 5% de significância para a mortalidade corrigida acumulada de fêmeas em 8 dias.

Resultados e Discussão

Todos os insetos tratados com a formulação utilizando dióxido de sílica (SiO₂) morreram 4 horas após a aplicação dos tratamentos e os dados foram descartados. Houve interação significativa entre os adjuvantes e os isolados na recuperação dos machos estéreis pelo teste de F.

Não houve diferença significativa na recuperação dos insetos tratados apenas com os adjuvantes (Figura 1). No entanto, os machos tratados com formulação de LCB255 em amido de arroz, seguido de amido de milho, tiveram a menor recuperação entre os tratamentos ($P < 0,05$). A maior taxa de recuperação para LCB255 foi obtida com amido de mandioca e batata. A recuperação dos machos tratados com *B. bassiana* LCB289 não diferiu significativamente ($P > 0,05$) do controle, independentemente do tipo de adjuvante (Figura 1).

De modo geral, obteve-se maior aderência de conídios nos machos tratados com o isolado *B. bassiana* LCB289. Contudo, a maior carga de conídios no corpo dos insetos foi obtida quando se utilizou formulações contendo amido de arroz para os dois fungos, enquanto a menor foi obtida com o amido de batata. A maior adesão dos conídios, observada com formulações de LCB289, pode estar relacionada com suas menores dimensões. As formulações com amido de arroz, por sua vez, possuem maior granulometria, provavelmente, permitindo maior superfície de contato com os conídios.

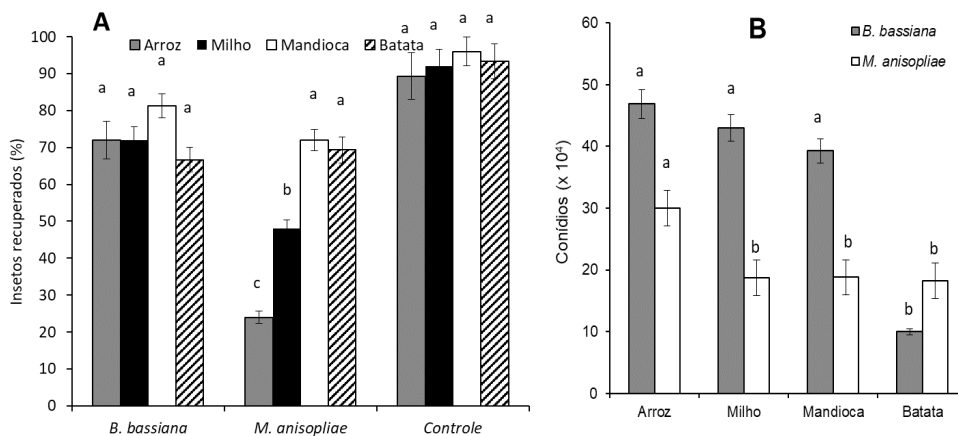


Figura 1. Sobrevivência de machos estéreis de *Ceratitiss capitata* mutante tsl Vienna-8 (A) e número de conídios aderidos ao corpo dos insetos (B) após tratamento com formulações de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* contendo amido de diferentes fontes como adjuvantes 4 horas após a aplicação.

Houve interação significativa entre os adjuvantes e os isolados na mortalidade de fêmeas, com valores significativamente maiores com a aplicação de *B. bassiana* LCB289 utilizando amido de batata como adjuvante (Figura 2). Contudo, não houve diferença significativa entre os adjuvantes usando o *M. anisopliae* LCB 255.

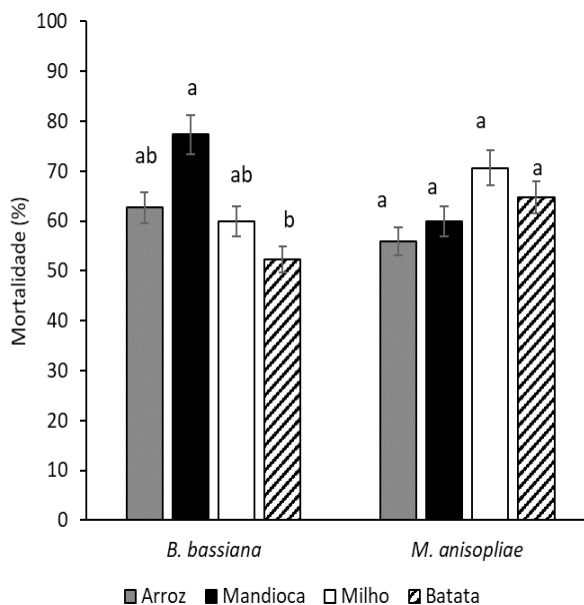


Figura 2. Mortalidade de fêmeas de *Ceratitís capitata* 8 dias após a liberação em gaiolas com machos estéreis tsl Viena-8 previamente tratados com formulações de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae anisopliae* contendo amido de diferentes fontes como adjuvantes.

Poucos estudos foram realizados com o objetivo de selecionar formulações para uma maior eficiência na transferência horizontal de propágulos infecciosos. No estudo de Ugine et al. (2005), por exemplo, o objetivo foi a comparação entre formulações em óleo e pó molhável (WP) para a adesão ao tegumento de tripes, concluindo-se que a formulação WP foi a mais eficiente. Neste estudo, buscou-se um adjuvante que permitisse a adesão de número adequado de conídios ao corpo dos machos estéreis, mas que permita a rápida recuperação e dispersão dos insetos. O amido de mandioca apresentou a melhor recuperação dos machos após o tratamento, tanto para *B. bassiana* LCB289, *M. anisopliae* LCB255 e no controle. Isso sugere que este adjuvante permitiu menor aderência dos conídios aos machos, mas suficiente para realizar a transmissão horizontal e causar elevada mortalidade entre as fêmeas. Resultados similares foram alcançados por Ment et al. (2010) que, em seus estudos com carrapatos aplicando uma formulação aquosa, obtiveram número de conídios aderidos similar ao obtida neste experimento, variando em torno de 2 a 3 x10⁴ conídios por indivíduo.

Conclusão

O uso de amido de mandioca nas formulações resultou em recuperação de maior número de machos com teor de inóculo capaz de transmitir quantidade suficiente de inóculo para as fêmeas durante a cópula, causando elevada mortalidade.

Referências

BOTTON, M.; NAVA, D. E.; ARIOLI, C. J.; GRÜTZMACHER, A. D.; PARANHOS, B. A. J., MACHIOTA JUNIOR, R. Novas tecnologias para o manejo de moscas-das-frutas no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25., 2014, Goiânia, GO. **Resumos...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão; Universidade Federal de Goiás, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117962/1/DoriNava-Marcos-Botton.pdf>>. Acesso em: 7 de ago. 2018.

MENT, D.; GINDIN, G.; ROT, A.; SOROKER, V.; GLAZER, I.; BAREL, S.; SAMISH, M. Novel technique for quantifying adhesion of *Metarhizium anisopliae* conidia to the tick cuticle. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 76, n. 11, p. 3521-3528, 2010.

PARANHOS, B. J.; PAPADOPOULOS, N. T.; MCINNIS, D.; GAVA, C. A. T.; LOPES, F. S. C.; MORELLI, R.; MALAVASI, A. Field dispersal and survival of sterile medfly males aromatically treated with ginger root oil. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 2, p. 570-575, 2010.

UGINE, T. A.; WRAIGHT, S. P.; SANDERSON, J. P. Acquisition of lethal doses of *Beauveria bassiana* by western flower thrips exposed to foliar spray residues of formulated and unformulated conidia. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 90, p. 10-23, 2005.

Preparação de polissacarídeos e princípios ativos antifúngicos a partir de recursos vegetais do Semiárido para revestimento de frutas

Gustavo Pereira¹; Dirliane Santos Duarte²; Douglas de Britto³

Resumo

O objetivo deste estudo foi extrair polissacarídeos com propriedades filmogênicas e preparar nanopartículas com princípios ativos antifúngicos para o revestimento de frutas. Nesta etapa foram extraídos e caracterizados os polissacarídeos galactomanana e pectina, respectivamente, a partir da algaroba (*Prosopis juliflora*) e maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata*). Foram preparadas, também, nanopartículas (NP) contendo óleos essenciais (OE) de *Lippia gracilis* ou polifenóis (PF) de casca de uva como agentes antifúngicos a serem introduzidas nas matrizes filmogênicas. Observou-se que os polissacarídeos isolados são adequados para a preparação de filmes. Os princípios ativos OE e PF também apresentaram alta eficiência de encapsulamento. Estes resultados indicam que os materiais são adequados para a preparação de filmes nanocompósitos para o revestimento de frutas.

Palavras-chave: galactomanana, pectina, quitosana.

Introdução

Os polissacarídeos representam a maior parte da biomassa produzida em nosso planeta, estando à celulose em primeiro lugar seguida da quitina. De acordo com seus diferentes níveis de solubilidade em água, formam coloides,

¹Engenheiro Naval, mestrando em Ciência dos Materiais — Univasf, bolsista Facepe, Petrolina, PE.

²Química, bolsista BFT Facepe.

³Químico, D. Sc. em Química, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, douglas.britto@embrapa.br.

géis e filmes finos. O emprego desses materiais apresenta algumas vantagens como disponibilidade de matéria-prima e impacto ambiental positivo pelo reuso dos rejeitos.

Polissacarídeos como a pectina e gomas (galactomanana) podem ser obtidos de rejeitos como cascas de maracujá (Pinheiro, 2007) e sementes de leguminosas, como a gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) e algaroba (Carvalho Filho, 1997; Vieira et al., 2007), recursos abundantes no Semiárido. Uma propriedade de particular importância dos polissacarídeos em estudos pós-colheita é a filmogênica, por ser a base para a formação de revestimentos comestíveis (Britto; Assis, 2012).

Alguns polissacarídeos como a quitosana, principalmente por suas propriedades quelantes e de entrecruzamento, podem ser empregados na encapsulação de compostos ativos com aplicação direta nas áreas alimentícia e farmacológica. Na área alimentícia, por exemplo, foi verificado que vitaminas hidrossolúveis C, B9 e B12 foram encapsuladas com sucesso nas nanopartículas (NP) de quitosana (Britto et al., 2012a).

Alguns princípios ativos de particular importância para a agricultura, passíveis de serem encapsulados, são os óleos essenciais (OE) e os polifenóis (PF). No Semiárido brasileiro são encontradas várias espécies vegetais que sintetizam OE, e.g., *Lippia gracilis*, os quais têm atividade biológica antimicrobiana tanto em testes in vivo (efeito fitoterapêutico) como em testes in vitro contra um expressivo número de fungos, bactérias, vírus e ácaros (Baser; Buchbauer, 2010).

A partir da combinação dos polissacarídeos filmogênicos com NP contendo princípios ativos nanoencapsulados é possível obter filmes nanocompósitos com potencial para aplicação de revestimento de frutas e vegetais.

O objetivo deste estudo foi extrair polissacarídeos com propriedades filmogênicas e preparar nanopartículas com princípios ativos antifúngicos para o revestimento de frutas.

Material e Métodos

As cascas de maracujá-do-mato para a extração da pectina (PEC) foram doadas pela Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coperucuc), localizada em Uauá, BA e também oriundas de pesquisas da Embrapa Semiárido, localizada em Petrolina, PE. O material foi lavado e secado em estufa de circulação de ar e triturado. O processo de extração da PEC foi realizado de acordo com a metodologia de Canteri-Schemin et al. (2005), a qual emprega solução de ácido cítrico a 1% a 95 °C.

Quanto à galactomana (GLM), a matéria-prima foi coletada no Campo Experimental da Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido. As vagens coletadas foram secas em estufa a 60 °C por 24 horas, trituradas em moinho de bolas e peneiradas (Figura 1). Após esse procedimento, as sementes foram separadas manualmente.



Foto: Gustavo Pereira

Figura 1. Mistura de semente e vagem triturada.

A GLM foi extraída das sementes isoladas e moídas em moinho de facas tipo Willey. Em seguida, 50 g do material moído foi imerso em 300 mL de água destilada (razão de 1:6 m/v) a 50 °C por 1 hora sob agitação mecânica para solubilização da GLM. Em seguida, a mistura foi filtrada a vácuo e também centrifugada por 15 minutos, duas vezes, a 10.000 rpm e 20 °C, para a remoção de impurezas. Depois disso, a GLM foi precipitada com álcool etílico, separada por centrifugação e isolada por liofilização (Souza-Filho et al., 2013).

Para o teste da capacidade filmogênica, foram preparadas soluções aquosas de PEC e GLM a 5 g L⁻¹ e os filmes formados por *casting* em placa de Petri.

Os testes da capacidade de incorporação dos princípios ativos OE e PF foram feitos a partir da interação com NP obtidas em sua forma pura (Britto et al., 2012). Para isso, solução de tripolifosfato de sódio (TPP) a 1,6 mg mL⁻¹ em meio ácido acético 0,5% foi adicionada à solução de quitosana (3 mg mL⁻¹), também dissolvida em ácido acético 0,5%. As NPs foram isoladas por centrifugação (20.000 rpm, a 4 °C), ressuspensas em etanol/água 50% ou água pura e postas para interagir com soluções de OE e PF em quatro concentrações diferentes (8 mg.mL⁻¹, 4 mg.mL⁻¹, 2,24 mg.mL⁻¹ e 0,8 mg.mL⁻¹) com o auxílio de banho ultrassônico durante 80 minutos (três ciclos de 20 minutos, com tempo de descanso de 10 minutos entre eles). Após a interação, a suspensão de NP com os princípios ativos foi centrifugada e o sobrenadante quantificado em espectrofotômetro UV-Visível.

Folhas de *Lippia gracilis* foram colhidas no Campo Experimental da Caatinga, na sede da Embrapa Semiárido, secas em estufa (30 °C) e uma massa de 100 g submetida à extração do OE por hidrodestilação em aparelho Clevenger. O PF foi obtido a partir do extrato hidroalcoólico da casca da uva da variedade Egiodola. O processo consiste em levar a ebulição 200 g de casca de uva com 400 mL de água destilada, sob agitação mecânica, arrefecer, adicionar 400 mL de etanol P.A. e agitar por 2 horas. Depois de descansar por 1 semana, o extrato foi filtrado, concentrado em rotaevaporador e seco por liofilização.

Resultados e Discussão

Em relação à extração da semente da vagem da algaroba, foi obtido um aproveitamento de cerca de 5% de massa de semente em relação à massa da vagem processada. Este valor é razoável, comparando-se com outros estudos de aumento de escala e produtividade na extração da semente de vagem de algaroba em que foi obtido aproximadamente 6% de massa de semente em moagem de máquina forrageira com as vagens secas em estufa (Souza et al., 1983).

Para a GLM, extraída a partir da semente da vagem da algaroba triturada, o aproveitamento foi de 20% em relação à massa de semente processada. Para a PEC, obtida da casca do maracujá do mato o aproveitamento foi de 10% em relação ao material seco (Pinheiro, 2007).

Testes iniciais da capacidade filmogênica mostraram que ambos os materiais apresentam capacidade filmogênica. No entanto, os filmes de PEC obtidos a partir de solução aquosa, mostraram-se relativamente mais resistentes e menos quebradiços, se comparados com os filmes de GLM preparados nas mesmas condições.

Nos testes de interação com OE, as NP ressuspensas em água pura apresentaram melhor EE em comparação com etanol/água 50% (Tabela 1). No entanto, o aspecto da suspensão em água não foi homogêneo, com as NPs precipitando-se espontaneamente, enquanto em etanol/água a suspensão não formou precipitado. Isso indica um sistema instável induzido, principalmente, pela diferença de solubilidade entre o OE e a água pura (Britto et al., 2012b). Observou-se que o valor de EE é dependente da concentração inicial, apresentando claramente maior eficiência para elevadas concentrações do princípio ativo.

Para o PF, a eficiência foi bem elevada, não mostrando, contudo, dependência da concentração inicial.

Tabela 1. Valores da concentração inicial (C_i , mg.mL⁻¹), concentração final (C_f , mg.mL⁻¹) e eficiência de encapsulamento (EE, %) para suspensões de nanopartículas interagidas com os princípios ativos óleo essencial de *Lippia gracilis* e polifenóis de cascas da uva.

| OE em etanol/água 50% | | | OE em água | | | PF em etanol/água 50% | | |
|-----------------------|------|-------|------------|------|-------|-----------------------|------|-------|
| Ci | Cf | EE | Ci | Cf | EE | Ci | Cf | EE |
| 8 | 6,5 | 18,96 | 8 | 2,5 | 69,13 | 8 | 0,5 | 93,07 |
| 4 | 3,2 | 21,17 | 4 | 1,9 | 53,61 | 4 | 0,4 | 89,94 |
| 2,24 | 1,9 | 13,64 | 2,24 | 1,5 | 32,20 | 2,24 | 0,2 | 90,63 |
| 0,8 | 0,76 | 5,57 | 0,8 | 0,65 | 18,38 | 0,8 | 0,04 | 93,87 |

Conclusão

Os resultados preliminares indicam que subprodutos agroindustriais de espécies presentes na região semiárida são fontes potenciais de polissacarídeos com propriedades filmogênicas adequadas à preparação de formulações para revestimento de frutas. Também, os princípios ativos óleo essencial e polifenóis de casca de uva são eficientemente estabilizados em nanopartículas.

Agradecimentos

À Facepe, pela bolsa de mestrado (IBPG 0655-1.06/17) e a bolsa de fixação de técnico (BFT-0029-1.06/18); à Dra. Ana Valéria Vieira de Souza, pela preparação do óleo essencial de *Lippia gracilis*.

Referências

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. (Ed.). **Handbook of essential oils: science, technology, and applications**. Boca Raton: CRC Press, 2010. 975 p.

BRITTO, D. de; ASSIS, O. B. G. de. Chemical, biochemical, and microbiological aspects of chitosan quaternary salt as active coating on sliced apples. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 3, p. 599-605, 2012a.

- BRITTO, D. de; MOURA, M. R. de; AOUADA, F. A.; MATTOSO, L. H. C.; ASSIS, O. B. G. N,N,N-trimethyl chitosan nanoparticles as a vitamin carrier system. **Food Hydrocolloids**, v. 27, p. 487-493, 2012b.
- CANTERI-SCHEMIN, M. H.; FERTONANI, H. C. R.; WASZCZYNSKYJ, N.; WOSIACKI, G. Extraction of pectin from apple pomace. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p. 259-266, 2005.
- CARVALHO FILHO, O. M. de; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H. **Gliricidia sepium**: leguminosa promissora para as regiões semiáridas. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1997. 17 p. (EMBRAPA-CPATSA, Circular Técnica, 35).
- PINHEIRO, E. R. **Pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*)**: otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos.
- SOUZA FILHO, M. de; SÁ, M. de; NASCIMENTO, R. M. do; CAVALCANTE, F. L.; ROSA, M. de F.; MORAIS, J. P. S.; FEITOSA, J. P. de A.; MELO, E. F. de; CRUZ, M. R. da; ALEXANDRE, L. C. **Extração e caracterização de galactomanana de vagens de algaroba (*Prosopis juliflora*)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. 7 p. (Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 209).
- SOUZA, S. M.; LIMA, P. C. F.; ARAÚJO, M. S. Sementes de algaroba: métodos materiais e custos de beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 5, n. 3, p. 51-61, 1983.
- VIEIRA, I. G. P.; MENDES, F. N. P.; GALLÃO, M. I.; BRITO, E. S. NMR study of galactomannans from the seeds of mesquite tree (*Prosopis juliflora* (Sw) DC). **Food Chemistry**, v. 101, p. 70-73, 2007.



CGPE 14923