

PESQUISAS EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS NA UFRB

Simone Alves Silva, Andrea Vita Reis Mendonça,
Onildo Nunes de Jesus e Everton Hilo de Souza
(Orgs)



Editora UFRB

Pesquisas em recursos genéticos vegetais na UFRB

REITOR

Fábio Josué Souza dos Santos

VICE-REITOR

José Pereira Mascarenhas Bisneto

SUPERINTENDENTE

Rosineide Pereira Mubarack Garcia

CONSELHO EDITORIAL

Ana Lúcia Moreno Amor

Josival Santos Souza

Luiz Carlos Soares de Carvalho Júnior

Maurício Ferreira da Silva

Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade

Robério Marcelo Rodrigues Ribeiro

Rosineide Pereira Mubarack Garcia (presidente)

Sirlara Donato Assunção Wandenkolk Alves

Walter Emanuel de Carvalho Mariano

SUPLENTES

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Marcílio Delan Baliza Fernandes

Wilson Rogério Penteado Júnior

COMITÉ CIENTÍFICO

(Referente ao Edital nº. 002/2020 EDUFRB – Edital de
apoio à publicação de livros eletrônicos)

Andrea Vita Reis Mendonça (UFRB)

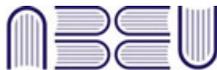
Everton Hilo de Souza (UFRB)

Onildo Nunes de Jesus (Embrapa)

Ricardo Franco Cunha Moreira (UFRB)

Simone Alves Silva(UFRB)

EDITORA FILIADA À



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Simone Alves Silva
Andrea Vita Reis Mendonça
Onildo Nunes de Jesus
Everton Hilo de Souza
(Orgs.)

Pesquisas em recursos genéticos vegetais na UFRB



Editora UFRB
Cruz das Almas - Bahia /2020

Copyright©2020 Simone Alves Silva, Andrea Vita Reis Mendonça,
Onildo Nunes de Jesus e Everton Hilo de Souza

Direitos para esta edição cedidos à EDUFRB.

Projeto gráfico e editoração eletrônica:

Antonio Vagno Santana Cardoso

Capa:

Everton Hilo de Souza

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio,
seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

P474p

Pesquisas em recursos genéticos vegetais na UFRB /
Organizadores, Simone Alves Silva, Andrea Vita Reis
Mendonça, Onildo Nunes de Jesus e Everton Hilo de
Souza. _ Cruz das Almas, BA: EDUFRB, 2020.
246 p. – (Coleção Pesquisas e Inovações Tecnológicas
na Pós-Graduação da UFRB; volume 15).

ISBN: 978-65-87743-30-1

1. Agricultura. 2. Melhoramento Genético. 3. Recursos
Genéticos Vegetais. I. Universidade Federal do Recôncavo
da Bahia. II. Silva, Simone Alves. III. Mendonça, Andrea
Vita Reis. IV. Jesus, Onildo Nunes de. V. Souza, Everton
Hilo de. VI. Título.

CDD: 630

Ficha elaborada pela Biblioteca Central da UFRB.

Responsáveis pela Elaboração - Neubler Nilo Ribeiro da Cunha (*Bibliotecário - CRB5/1578*)
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico)



Editora UFRB

Rua Rui Barbosa, 710 – Centro
44380-000 Cruz das Almas – BA

Tel.: (75) 3621-7672

editora@reitoria.ufrb.edu.br

www.ufrb.edu.br/editora

www.facebook.com/editoraufrb

Sumário

Apresentação <i>Simone Alves Silva</i>	9
Histórico e Evolução da Pós-Graduação em RGV- UFRB/ Embrapa <i>Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa</i> <i>Fernanda Vidigal Duarte Souza</i> <i>Ana Cristina Vello Loyola Dantas</i> <i>Lidyenne Yuriko Saleme Aona Pinheiro</i> <i>Deoclides Ricardo de Souza</i> <i>Ricardo Franco Cunha Moreira</i>	11
Descritores e diversidade fenotípica em pitangueira <i>Everton Hilo de Souza</i> <i>Lucimário Pereira Bastos</i> <i>Maria Josirene Souza Moreira Bastos</i> <i>Ana Cristina Vello Loyola Dantas</i> <i>Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa</i>	51
Descritores para caracterização de mamoneira <i>Simone Alves Silva</i> <i>Gilmara de Melo Araujo</i> <i>Deoclides Ricardo de Souza</i> <i>Leandro da Silva Conceição</i> <i>Maurício dos Santos da Silva</i> <i>Ricardo Franco Cunha Moreira</i> <i>Laurenice Araujo dos Santos</i>	73
Caracterização e divergência genética em tabaco <i>Ricardo Franco Cunha Moreira</i> <i>Tuany Priscila Pereira Costa</i> <i>Carlos Alberto da Silva Ledo</i> <i>Clailto Carvalho dos Santos</i> <i>Luciana Lima dos Reis</i> <i>Cassia da Silva Linge</i>	107
Divergência genética em tabaco variedade Bahia <i>Ricardo Franco Cunha Moreira</i> <i>Rosivaldo Santana de Lima</i> <i>Carlos Alberto da Silva Ledo</i> <i>Clailto Carvalho dos Santos</i>	119

Otimização de iniciadores SSR para fruteira-pão

Poliana dos Santos Pereira da Silva

Ciro Ribeiro Filadelfo

Elaine Costa Cerqueira Pereira

Ricardo Franco Cunha Moreira

Ana Cristina Vello Loyola Dantas 135

Repetibilidade para variáveis dendrométricas do jenipapeiro

Deoclides Ricardo de Souza

Admilson de Santana Sacramento

Simone Alves Silva

Elton da Silva Leite

Liniker Fernandes da Silva..... 147

Plasticidade de ipê-roxo em irradiâncias contrastantes

Viviane Peixoto Borges

Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa

Rogério Ferreira Ribas

Fabiano Machado Martins 159

Conservação pós-colheita de mamões CMF L78 e THB

Thiago Viana Oliveira

Sebastião de Oliveira e Silva

Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki

Cristina Ferreira Nepomuceno

Leonardo Fernandes Barbosa..... 181

***Passiflora edulis* propagation: cuttings and substrates**

Onildo Nunes de Jesus

Lucas Kennedy Silva Lima

Idália Souza dos Santos

Sidnara Ribeiro Sampaio

Taliane Leila Soares

Eduardo Augusto Girardi 197

Armazenamento de sementes de *Bowdichia virgilioides*

Josemara Ferreira dos Santos

Andrea Vita Reis Mendonça

Ciro Ribeiro Filadelfo

Manuela Oliveira de Souza 213

Sobre os autores 235

Apresentação

Simone Alves Silva

O livro *Pesquisas em Recursos Genéticos Vegetais na UFRB* representa uma coletânea de trabalhos desenvolvidos no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (PPG-RGV) da UFRB/ Embrapa. Esse programa, criado em 2008, é constituído sob a forma de Associação Ampla entre a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e a Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF), contemplando as linhas de pesquisa: Conservação e Manejo de Recursos Genéticos e Melhoramento e Biotecnologia Vegetal (<http://www.ufrb.edu.br/pgrecvegetais/>). Tem como objetivos formar recursos humanos capazes de coletar, conservar, manejar, caracterizar e melhorar os recursos genéticos vegetais de forma eficiente e inovadora, respeitando as diretrizes legais nacionais e internacionais, para fins de desenvolvimentos regional e estadual, aliados à sustentabilidade ambiental e à segurança alimentar, tanto com vistas à sua conservação, quanto ao seu uso. As metas do referido projeto são: estudos sobre a conservação de recursos genéticos vegetais em condições de *ex situ*, *in situ*, *on farm*; o pré-melhoramento e melhoramento genético até a obtenção do produto tecnológico, a partir de recursos genéticos de espécies de importância econômica e/ou social, conhecendo o manejo sustentável de bancos de germoplasmas conservados com espécies de diferentes biomas, principalmente os específicos do estado da Bahia (Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga e a Zona Costeira/Marinha), e na conservação e uso de suas espécies, resultando em benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Diante dessa perspectiva, a busca por aprimoramento, capacidade crítica e operacional dos discentes da PPG-RGV garante

que tenham condições de atuarem como profissionais que possam gerar conhecimentos e trazer soluções relacionadas à sua área de formação, preocupados com a sustentabilidade de diversos biomas nacionais e qualificados para identificar, caracterizar e apontar novos usos para as variabilidades existentes nesses biomas.

A organização da obra se dá mediante sistematização dos temas, considerando importantes trabalhos que abordam diversidades de pesquisas realizadas nas diferentes áreas de atuação do curso, com ênfase à divergência genética, descritores morfológicos e moleculares, fisiologia, anatomia, técnicas de propagação, conservação e manejo, armazenamento de sementes, além de destacar o histórico e a importância desse curso de pós-graduação para as instituições envolvidas e para a sociedade.

Ressalta-se, ainda, que a escolha das espécies vegetais estudadas no PPG-RGV, que compõem a temática da obra, é baseada na importância destas para a Bahia e, principalmente, para o território do Recôncavo baiano. Dentre as que já foram abordadas em dissertações, algumas são especificamente tratadas neste livro, como: pitangueira, maracujazeiro, mamoneira, jenipapeiro, ipê-roxo, tabaco, fruteira-pão, mamoeiro e sucupira preta. Essa diversidade representa uma fração das que são objetos de estudos no Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais da UFRB/ Embrapa e servirá para entender a dimensão das abrangentes técnicas necessárias para o alcance de informações científicas focadas nos recursos genéticos vegetais.

Cruz das Almas - BA, 17 de agosto de 2020.

Histórico e Evolução da Pós-Graduação em RGV- UFRB/ Embrapa

*Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Fernanda Vidigal Duarte Souza
Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Lidyenne Yuriko Saleme Aona Pinheiro
Deoclides Ricardo de Souza
Ricardo Franco Cunha Moreira*

Histórico

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), criada em 2005 a partir do desmembramento da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (Lei nº 11.151 de 29 de Julho de 2005), herdou da antiga escola um corpo docente com tradição em ensino de pós-graduação, com o Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias criado em 1979, atualmente com área de concentração em Fitotecnia ao nível de Mestrado e Doutorado.

Em 2007, um grupo de professores da UFRB e pesquisadores da Embrapa Mandioca e Fruticultura, percebendo a carência na região Nordeste de um programa de pós-graduação que atendesse à demanda crescente por profissionais com formação em recursos genéticos vegetais, e com base na experiência do corpo técnico de ambas as instituições, tanto em pesquisa, como em formação de recursos humanos, se mobilizou de modo a viabilizar a criação, do curso de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

O Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (PPG-RGV) foi constituído sob a forma de Associação Ampla entre a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e a Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF). Esse formato tem conferido ao PPG-RGV uma característica ímpar no que se refere à formação em recursos genéticos vegetais, por reunir a expertise de

profissionais de uma instituição fundamentalmente de ensino e uma de pesquisa aplicada.

A associação com uma Unidade da Embrapa que possui nove bancos de germoplasma de fruteiras (abacaxi, acerola, banana, citros e gêneros afins, mamão, maracujá, manga e espondias), um de mandioca e um de bromélias e um corpo técnico voltado para a conservação, caracterização e avaliação desse recurso genético, com vistas ao melhoramento genético destes cultivos, se traduz em uma condição única de possibilidades para a formação dos estudantes do programa.

Por outro lado, a UFRB tem uma plasticidade maior para atingir outros recursos genéticos de diferentes espécies de importância para a região Nordeste, o que permite trabalhos com bromélias, orquídeas, mamona, pinhão-manso e frutíferas típicas da região, ainda pouco estudadas, a exemplo de umbu-cajá e fruta-pão. Além disso, a UFRB possui o Herbário do Recôncavo da Bahia (HURB), com 30 mil amostras cadastradas e disponibilizadas online para consulta de todo o acervo. O estado da Bahia abriga três dos principais biomas brasileiros (Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado), que se destacam não só pela grande diversidade genética, mas também pelo grande número de endemismos. No entanto, o avanço das fronteiras agrícolas e uma forte antropização representam as principais causas de ameaça a esses ambientes. Esse perfil faz da Bahia um estado privilegiado no que se refere a Recursos Genéticos Vegetais, assim como toda sua flora, mas gera também uma especial responsabilidade e uma demanda de estratégias próprias, tanto para a conservação, quanto para a racionalização e o manejo adequado dessas espécies, permitindo a exploração econômica de forma sustentável.

Desde a sua implantação, o PPG-RGV tem ampliado sua visibilidade, atraindo discentes de outros municípios, estados e de outros países. Em 2009, ocorreu a primeira inserção internacional no programa, como resultado de uma parceria com o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. O retorno do aluno, já na

qualidade de mestre, ao seu país de origem e ao seu Instituto de Pesquisa deu início à construção de uma proposta para a realização de cursos de curta duração para técnicos moçambicanos com o objetivo de ressaltar cada vez mais a importância do manejo adequado dos recursos genéticos vegetais para a segurança alimentar de um país. Desde então, o curso já recebeu três alunos consolidando a internacionalização e os laços de cooperação interinstitucionais da UFRB.

O curso, entretanto, possui um perfil dinâmico e acompanha as novas demandas de pesquisa que, por sua vez, exigem novas abordagens. Em vista disso, ampliou-se o objeto das linhas de pesquisa, principalmente com vistas à obtenção de produtos advindos dos recursos genéticos vegetais, mas também de recursos genéticos microbianos.

Linhas de pesquisa

O PPG-RGV contemplou desde sua fundação até 2020, duas linhas de pesquisa que representam o instrumento de construção do conhecimento científico e de articulação dos trabalhos entre docentes e discentes.

A linha de pesquisa em *Conservação e Manejo de Recursos Genéticos Vegetais* tem por objetivo estudar técnicas de prospecção, coleta, caracterização e conservação de germoplasma, incluindo o estabelecimento de bancos de germoplasma *ex situ*, *in situ* e *in vitro*. Testes de procedência e de progênie. Métodos de propagação de plantas. Estudos básicos e aplicados da fisiologia do desenvolvimento vegetal, com ênfase ao estudo da morfogênese *in vivo* e *in vitro* e dos fatores que a afetam. Ecologia de espécies arbóreas de interesse ambiental e econômico.

A linha de pesquisa *Melhoramento Genético e Biotecnologia Vegetal* tem por objetivo a análise da organização da variabilidade

e estrutura genética, seleção e melhoramento de genótipos superiores com o auxílio de técnicas clássicas e biotecnológicas; pré-melhoramento; bases genéticas de caracteres de interesse agrônomicos; e métodos de melhoramento para a captura e fixação de ganhos genéticos.

Ambas as linhas de pesquisa contam com docentes que compartilham interesses comuns e que desenvolvem atividades conjuntas de pesquisa, publicações e ensino com seus discentes. O corpo docente do PPG-RGV, desde sua criação, tem mantido estas duas linhas de pesquisa, frente à importância das ações que se complementam na conservação e uso dos recursos genéticos vegetais. O Programa registrou até julho de 2020, 127 dissertações (Tabela 2), sendo 55 reportadas à linha de Conservação e Manejo de Recursos Genéticos Vegetais e 72 na linha de Melhoramento Genético e Biotecnologia Vegetal. Atualmente, dos 16 docentes permanentes do PPG-RGV, três desenvolvem pesquisas na linha de Conservação e Manejo de Recursos Genéticos Vegetais, nove na linha de Melhoramento Genético e Biotecnologia Vegetal e quatro atuam nas duas linhas de pesquisa.

Grade curricular

A estrutura curricular do PPG-RGV está organizada de forma a dar suporte às duas linhas de pesquisa oferecidas pelo curso, proporcionando ao egresso, a formação necessária para o desenvolvimento de atividades técnico-científicas que possam ser demandadas pelas linhas de pesquisa, tais como: caracterização, conservação, avaliação de propriedades e usos de recursos genéticos, estrutura de populações e diversidade genética, desenvolvimento de novas variedades e novas potencialidades em materiais nativos ou silvestres, dentre outras possibilidades que contribuam para o uso racional de recursos genéticos de importância real ou potencial.

O discente deve cumprir o total de 27 créditos em disciplinas obrigatórias e optativas, que asseguram o embasamento para o desenvolvimento das duas linhas de pesquisa da área de concentração, de forma articulada e complementar. Paralelamente, atividades obrigatórias complementam o treinamento para a formação técnica e científica.

Os componentes curriculares possuem cinco créditos, sendo quatro créditos teóricos e um prático. Cada crédito teórico tem carga horária de 17 horas e o prático, 34 horas, totalizando 102 horas distribuídas em 68 horas teóricas e 34 horas práticas.

Além das disciplinas obrigatórias e optativas oferecidas pelo PPG-RGV, o discente tem também à disposição de disciplinas em outros programas de Pós-Graduação da UFRB, consideradas de domínio conexo e que são inseridas na grade curricular do PPG-RGV, ampliando a formação do egresso.

As atividades obrigatórias (Projeto de Dissertação, Pesquisa Orientada, Proficiência em Língua Inglesa e Estágio Docência) complementam a formação do discente.

A estrutura curricular tem passado por constante avaliação, procurando-se ajustar os componentes curriculares às abrangências das linhas de pesquisa. Até 2013, o PG-RGV oferecia 17 disciplinas e o ingresso tinha que cumprir 25 créditos optativos e dois obrigatórios. No final de 2013, foram realizados os primeiros ajustes, inclusive com a ampliação dos créditos obrigatórios, visto que a disciplina CCA 606 - Conservação de Recursos Genéticos Vegetais foi considerada de natureza obrigatória para a formação do discente. Assim, a partir de 2014, os ingressos passaram a cumprir sete créditos em disciplinas obrigatórias e 20 créditos em optativas. Novos ajustes estão sendo realizadas pelo Colegiado de curso, com implementação futura, sempre visando ampliar a formação do discente. A grade atual do PPG-RGV está apresentada no site do programa (<https://www.ufrb.edu.br/pgrecvegetais/grade>).

O corpo docente

O curso teve início em março de 2008, com a participação de 12 docentes permanentes, 50% de cada instituição, equilíbrio que tem se mantido ao longo dos anos. Atualmente, o PPG-RGV conta com 16, dos quais oito são bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq, sendo 13 docentes permanentes e três docentes colaboradores nas duas linhas de pesquisa (Tabela 1).

As alterações ocorridas no corpo docente ao longo dos anos visam o fortalecimento e ampliação das áreas de atuação do Programa e de suas linhas de pesquisa. O PPG-RGV conta, atualmente, com bolsistas de produtividade em pesquisa, que contabilizam 40% do quadro de docentes.

Tabela 1. Relação de docentes fundadores e atuais no PPG-RGV/ UFRB/ Embrapa.

Docentes 2008 - 2016		Docentes Atuais (2017 - 2020)	
1	Ana Cristina V. L. Dantas (DP-U)	1	Andrea Vita Reis Mendonça (DP-U)
2	Carlos Alberto da Silva Ledo (DP-E)	2	Carlos Alberto da Silva Ledo (DP-E)
3	Claudia Fortes Ferreira (DP-E)	3	Claudia Fortes Ferreira (DP-E)
4	Clovis Pereira Peixoto (DP-U)	4	Eder Jorge de Oliveira (DP-E)
5	Deoclides Ricardo de Souza (DP-U)	5	Edson Perito Amorim (DP-E)
6	Eder Jorge de Oliveira (DP-E)	6	Everton Hilo de Souza (DP)
7	Edson Perito Amorim (DP-E)	7	Fernanda Vidigal D. Souza (DP-E)
8	Edson Ferreira Duarte (DP-U)	8	Janay A. dos Santos-Serejo (DP-E)
9	Fernanda Vidigal D. Souza (DP-E)	9	Lidyanne Yuriko S. Aona (DP-U)
10	Fabiano Machado Martins (DP-U)	10	Manuela Oliveira de Souza (DP-U)
11	Janay A. dos Santos-Serejo (DP-E)	11	Maria Angélica P. C. Costa (DP-U)
12	Jorge Luiz Loyola Dantas (DP-E)	12	Ricardo Franco C. Moreira (DP-U)
13	Maria Angélica P. C. Costa (DP-U)	13	Sebastião de Oliveira e Silva (DP-U)
14	Sebastião de Oliveira e Silva (DP-E)	14	Simone Alves Silva (DP-U)

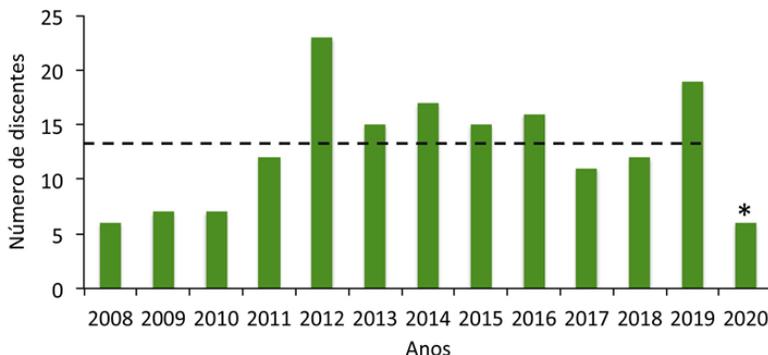
15	Simone Alves Silva (DP-U)	15	Onildo Nunes de Jesus (DP-E)
16	Roberto Fontes Vieira (DC)	16	Walter dos S. Soares Filho (DP-E)
17	Patrícia Goulart Bustamante (DC)	17	Fabiana Fumi C. Sasaki (DC)
18	Abelmon da Silva Gesteira (DC)	18	Patrícia Luz Ribeiro (DC)
19	Paulo Cezar L. de Carvalho (DC)	19	Ronielli Cardoso Reis (DC)
20	Welliton Antônio B. Almeida (DP-U)		
21	Milene da Silva Castellen (DP-E)		
22	Lidyane Yuriko S. Aona (DP-U)		
22	Alberto Duarte Vilarinhos (DC)		

DP = Docente Permanente; DC = Docente Colaborador; E = Embrapa Mandioca e Fruticultura; U = Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Corpo discente e egressos

No que se refere à oferta de vagas, no primeiro ano de funcionamento do curso, apenas seis vagas foram oferecidas. No ano de 2012, a oferta do número de vagas foi ampliada em decorrência da demanda, atendendo a todos os professores permanentes do corpo docente de forma equilibrada, com pelo menos um orientado por ano por orientador. Registrou-se um aumento considerável do número de ingressos por ano, acompanhado do número de bolsas, tornando-se estável ao longo dos anos (Figura 1) e refletindo nas publicações ao longo dos anos do curso. A média de ingressantes ao longo dos 13 anos do programa foi de 13,3 discentes por ano. Vale destacar que no ano de 2020 só aconteceu uma única seleção com seis novos ingressos.

Figura 1. Número de ingressantes no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da UFRB/ Embrapa ao longo dos anos. (---) Média de ingressantes.



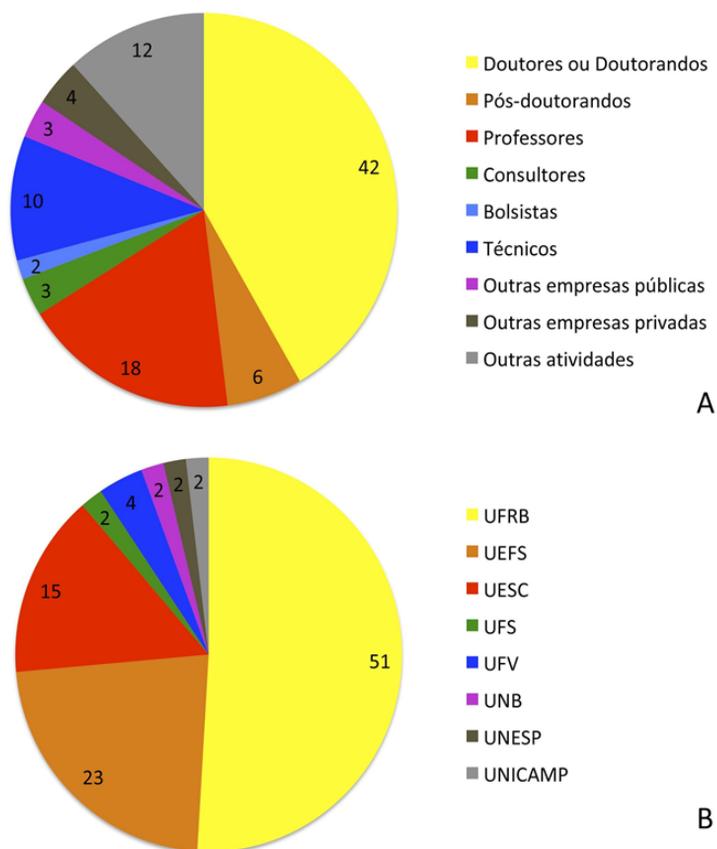
*Houve apenas uma seleção no primeiro semestre em decorrência da pandemia.

O Programa tem investido em aprimorar a capacidade crítica e operacional dos discentes, na busca de soluções para problemas relacionados à área de formação do curso. A preocupação com a sustentabilidade dos diversos biomas nacionais tem levado a uma busca por políticas públicas adequadas, visando à preservação dessas regiões, porém criando condições para o uso adequado das riquezas existentes. Diante disso, torna-se cada dia mais importante a formação de profissionais qualificados para identificar, caracterizar e apontar novos usos para a variabilidade existente nesses biomas e que tenham uso real ou potencial gerando empregos e renda e impactando no desenvolvimento regional.

Cerca de 42% dos egressos fizeram ou estão realizando o curso de doutorado (Figura 2A) em diversas instituições de ensino com destaque para a UFRB, Universidade Estadual de Feira de Santana e Universidade Estadual de Santa Cruz (Figura 2B). Cerca de 18% dos egressos atuam em atividade de ensino e 10% atuam como técnicos em diversas instituições de ensino e pesquisa públicas e privadas. O Programa também vem contribuindo para o aprimoramento na qualificação da mão de obra da região do Recôncavo da Bahia,

possibilitando aos egressos atuarem como consultores nas diversas áreas que amplia a possibilidade, o de colocação no mercado.

Figura 2. A) Atividades profissionais dos egressos; B) Instituições de ensino que os egressos realizaram ou estão realizando o doutorado.



* Dados coletados até julho de 2020.

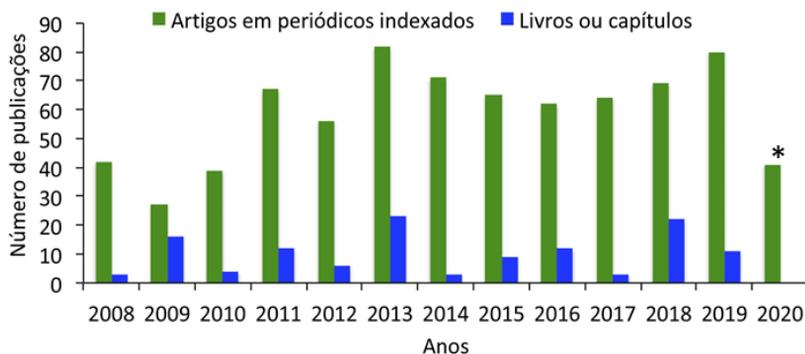
Produção científica e tecnológica

A produção científica gerada por discentes e docentes do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais

(PPG-RGV) nas distintas áreas do conhecimento, traduz o esforço de produção própria relacionada ao ensino e pesquisa. O PPG-RGV canaliza suas potencialidades no sentido de contribuir para o aperfeiçoamento da produção científica, com real dimensão do saber nas áreas da conservação, melhoramento e biotecnologia de plantas. Assim, foram relacionados os registros bibliográficos de livros, capítulos de livros e artigos em periódicos indexados no período de 2008 a 2020. Esses indicadores demonstram a capacidade do programa em gerar conhecimentos científicos e tecnológicos, podendo ser utilizados para o desenvolvimento regional e estadual. O mapeamento quantitativo dessa produção científica permite um comparativo evolutivo de publicações dos docentes do PPG-RGV, favorecendo mudança de nível.

No período de 2008 a 2020, os 23 docentes permanentes que atuam ou atuaram no PPG-RGV geraram mais de 800 artigos em periódicos científicos indexados na base Scopus. A produção científica anual pode ser observada na Figura 3. Nota-se uma evolução ao longo dos anos, com média de publicação de 64 artigos por ano, envolvendo docentes e discentes do PPG-RGV bem como pesquisadores das duas instituições.

Figura 3. Produção científica de discentes e docentes nos respectivos anos.



* Dados coletados até julho de 2020.

Na Tabela 2, estão discriminadas as dissertações defendidas por discentes e docentes orientadores no período de 2010 a 2020. As dissertações contabilizam um total de 127, distribuídas nas áreas da conservação, melhoramento e biotecnologia de plantas.

Tabela 2. Dissertações defendidas com seus respectivos discentes e orientadores. Dados coletados até julho de 2020.

Título	Discente	Orientador
2010		
Conservação e melhoramento genético do pinhão-manso (<i>Jatropha curcas</i> L.)	Bruno Portela Brasileiro	Simone Alves da Silva
Sobrevivência e crescimento inicial de quatro espécies lenhosas nativas cultivadas em solos degradados	Crispiniano Carlos Silva Nunes	Deoclides Ricardo de Souza
Caracterização molecular de acessos de mamoeiro com o uso de marcadores microssatélites	Edneide Luciana Santiago Matos	Jorge Luiz Loyola Dantas
Divergência genética entre acessos de umbu-cajazeira mediante análise multivariada utilizando marcadores morfoagronômicos e moleculares	Ivonilda Barbosa Brito Santana	Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Caracterização de frutos e molecular de umbu-cajazeiras (<i>Spondias</i> sp.) no semiárido da Bahia	Laurenice Araújo dos Santos	Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Uso de recursos genéticos do gênero <i>Manihot</i> no pré-melhoramento genético de mandioca	Livia de Jesus Vieira	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Indução de mutação por meio de irradiação gama em cultivares de bananeira	Rosa Karla Nogueira Pestana	Sebastião de Oliveira e Silva
2011		
Avaliação de germoplasma de maracujazeiro para resistência à fusariose e caracterização molecular do agente patogênico	Aline dos Santos Silva	Eder Jorge de Oliveira

Seleção de descritores morfoagronômicos em bananeira por meio de procedimentos uni e multivariados	Licia Pinto Brandão	Sebastião de Oliveira e Silva
Variabilidade morfológica e seleção de genótipos de amendoim tipo vagem lisa cultivados por agricultores familiares do recôncavo baiano	Luiz Fernando Melgaço Bloisi	Clovis Pereira Peixoto
Caracterização morfoagronômica de genótipos de mamoeiro (<i>Carica papaya</i> L.) e seleção de descritores visando a proteção de cultivares	Nágela Lazare Pereira Dias	Jorge Luiz Loyola Dantas
Conservação <i>in vitro</i> de cultivares de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	Ricardo Josué Macia	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Estudos em mirtáceas em quatro municípios do Recôncavo da Bahia	Vanessa de Oliveira Almeida	Ana Cristina Vello Loyola Dantas
2012		
Conservação dos recursos genéticos de <i>Passiflora</i> e seleção de descritores mínimos para caracterização de maracujazeiro	Jaqueline Araújo Castro	Eder Jorge de Oliveira
Caracterização agrônômica e molecular de seleções de limeira ácida 'Tahiti' <i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka	Magno Guimarães Santos	Claudia Fortes Ferreira
Caracterização física e anatômica de folhas de acessos de bananeira com diferentes ploidias	Manuela Ramos da Silva	Sebastião de Oliveira e Silva
Seleção e propagação de genótipos de umbu-cajazeira (<i>Spondias</i> sp.) da região semiárida da Bahia	Marília Souza Salomão	Ana Cristina Vello Loyola Dantas

Manejo do jenipapeiro (<i>Genipa americana</i> L.) para produção de madeira e avaliação da diversidade genética por meio de marcadores moleculares, Cruz das Almas-Bahia	Pedro de Almeida Santos	Deoclides Ricardo de Souza
Caracterização morfoagronômica de genótipos de tabaco na região do Recôncavo da Bahia	Tuany Priscila Pereira Costa	Ricardo Franco Cunha Moreira
Ecofisiologia de <i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vellozo) Toledo em ambientes contrastantes de luz	Viviane Peixoto Borges	Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
2013		
Emergência de plântulas e propagação por enxertia da fruteira-pão	Alberico Raimundo da Silva Santana	Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Cultivo <i>in vitro</i> de embriões e crescimento <i>in vivo</i> de mudas de mangueira (<i>Mangifera indica</i> L.)	Celma Caldas Rebouças	Clovis Pereira Peixoto
Caracterização morfoagronômica e citogenética de bananeiras autotetraplóides obtidas mediante duplicação de cromossomos	Cícera Maria do Amaral	Janay Almeida dos Santos-Serejo
Maturação de frutos e sementes de sucupira preta (<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth. - Fabaceae - Faboideae)	Daiane Sampaio Almeida	Edson Ferreira Duarte
Caracterização morfológica e molecular de germoplasma de inhame	Janaira Lopes dos Santos Carneiro	Sebastião de Oliveira e Silva
Caracterização química de óleos essenciais em folhas de laranjeira azeda e mexeriqueira	Lucas Aragão da Hora Almeida	Roberto Fontes Vieira
Caracterização agronômica em banco de germoplasma de pinhão manso no recôncavo baiano	Maria Maiany de Oliveira	Simone Alves Silva

Adequação da condição de crescimento mínimo para a conservação <i>in vitro</i> de germoplasma de citros	Mariane de Jesus da Silva de Carvalho	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Biologia floral e reprodutiva de <i>Uebelmannia pectinifera</i> Buining spp. <i>pectinifera</i> (Cactaceae): subsídios para sua conservação	Mariana Pereira de Sousa	Lidyanne Yuriko Saleme Aona
Desempenho agrônomico de genótipos de bananeira nas condições do Recôncavo da Bahia	Rafaella de Lima Roque	Edson Perito Amorim
Caracterização agrônômica de novas linhagens e híbridos de mamoeiro (<i>Cariaca papaya</i> L.)	Rangel Sales Lucena	Jorge Luiz Loyola Dantas
Seleção de descritores morfológicos e divergência genética em acessos de mandioca	Sandra Domingos João Afonso	Carlos Alberto da Silva Ledo
Estrutura genética de isolados do fungo causador da Sigatoka Amarela em bananeira	Yslai Silva Peixoto	Edson Perito Amorim
Relevância da <i>Lippia alba</i> (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae) entre as espécies de uso medicinal no município de Cruz das Almas, Ba	Zuleide Silva de Carvalho	Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa

2014

Pré-melhoramento genético de citros para fins ornamentais	Alanna Rachel Andrade dos Santos	Fernanda Vidigal Duarte Souza
---	----------------------------------	-------------------------------

Etnobotânica e morfofisiologia do amendoim produzido por agricultores familiares do Recôncavo baiano	Ademir Trindade de Almeida	Clovis Pereira Peixoto
Espacialização e repetibilidade dendrométrica de <i>Genipa americana</i> L.	Admilson de Santana Sacramento	Deoclides Ricardo de Souza
Desenvolvimento de ferramentas moleculares e seleção assistida por marcadores para resistência ao vírus do mosaico africano na cultura da mandioca	Catia Dias do Carmo	Eder Jorge de Oliveira
Caracterização de genótipos de jabuticabeira com base em descritores morfoagronômicos e moleculares	Elaine Silva da Cruz	Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Estudos genéticos do germoplasma de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) para qualidade da raiz	Fernanda Alves Santana	Eder Jorge de Oliveira
Seleção de linhagens elites de mamoneira por meio de marcadores microssatélites e caracteres teor de óleo e peso de sementes por planta	Helison Santos Brasileiro	Simone Alves Silva
Micropropagação e criopreservação de variedades silvestres de abacaxizeiro	Helder Lima Carvalho	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Produção de mudas e indução de brotação em túberas de inhame submetido a defensivo e regulador de crescimento	Honorato Pereira da Silva	Sebastião de Oliveira e Silva
Potencial alelopático em girassol e braquiária	Jamile da Silva	Clovis Pereira Peixoto
Comportamento de genótipos de mamoeiro em relação a <i>Phytophthora palmivora</i> , em diferentes classes texturais de solo, lâminas d'água e em propagação por enxertia	Josivania Silveira da Silva	Jorge Luiz Loyola Dantas

Caracterização de genótipos de catigueira nos municípios de Castro Alves e Santa Teresinha no Estado da Bahia	Leonardo Silva Sousa	Ricardo Franco Cunha Moreira
Sementes de banana: resgate de embriões, dessecação e criopreservação	Mariana Conceição Menezes	Janay Almeida dos Santos-Serejo
Extratos florais de bananeira e sua influência na germinação <i>in vitro</i> de grãos de pólen	Marcos Machado da Rocha	Janay Almeida dos Santos-Serejo
Seleção de descritores informativos e caracterização de germoplasma de mandioca	Oswaldo Sebastião de Oliveira Filho	Claudia Fortes Ferreira
Caracterização molecular de acessos de bananeira usando marcadores SCAR e microssatélites de bibliotecas oriundas de diplóide selvagem Calcutta 4 e da cultivar Ouro	Patrícia Reis de Oliveira Silva	Claudia Fortes Ferreira
Viabilidade, estabilidade genética e limpeza viral de plantas de abacaxizeiro mantidas sob conservação <i>in vitro</i> por dez anos	Ronilze Leite da Silva da Conceição	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Distribuição espacial e biologia floral e reprodutiva de <i>Uebelmannia buiningii</i> Donald (Cactoideae, Cactaceae): espécie endêmica dos campos rupestres, Minas Gerais - Brasil	Valber Dias Teixeira	Lidyanne Yuriko Saleme Aona
Seleção de descritores morfoagronômico e análise de dissimilaridade genética em acessos de bananeira (<i>Musa</i> spp.)	Von Daniken de Jesus Leal	Sebastião de Oliveira e Silva
2015		
Aspectos reprodutivos e fertilidade em bananeiras diplóides e triplóides	Alessandra Oliveira Barbosa	Janay Almeida dos Santos-Serejo

Seleção de descritores e análise de agrupamento em acessos de tabaco	Antonio Leandro da Silva Conceição	Ricardo Franco Cunha Moreira
Divergência genética em acessos de pinhão manso por caracteres morfo- grônômicos e marcadores ISSR	Camila Nogueira Pestana Caldas	Simone Silva Alves
Caracterização de variedades de abacaxi e sua potencial utilização como fonte de fibras	Cíntia Paula Feitosa Souza	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Novos genótipos de mamoeiro com adaptação ao Recôncavo e extremo Sul Baiano	Eline de Moura Luz Carvalho	Jorge Luiz Loyola Dantas
Identificação, caracterização e validação de marcadores minissatélites para o mamoeiro	Gilmara Alvarenga Fachardo Oliveira	Jorge Luiz Loyola Dantas
Potencial de progênies de citros na geração de variedades porta-enxerto	Lizziane Gomes Leal Santana	Walter dos Santos Soares Filho
Caracterização fenotípica de frutos e seleção de genótipos de fruteira-pão de municípios do Recôncavo Baiano	Lucas de Oliveira Ribeiro	Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Avaliação e seleção de linhagens de mamoneira tolerantes à toxicidade do alumínio em solução nutritiva	Maurício dos Santos da Silva	Simone Alves Silva
Levantamento florístico e padrões de distribuição de Cactaceae na Serra do Sincorá, Bahia, Brasil	Mônica Ribeiro Peixoto	Lidyanne Yuriko Saleme Aona
Comportamento agrônômico de diferentes genótipos de bananeira em área infestada com Mal-do-Panamá (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cubense) e estimativa da variabilidade por meio de marcadores SSR.	Tamyres Amorim Rebouças	Edson Perito Amorim
Germinação e composição de lotes de sementes de <i>Senegalia bahiensis</i> (BEN-TH.) SEIGLER & EBINGER	Thâmara Moura Lima	Ricardo Franco Cunha Moreira

Variabilidade genética entre genótipos de plátanos a partir de dados quantitativos e marcadores ISSR	Zalmar Santana Gonçalves	Edson Perito Amorim
2016		
Seleção <i>in vitro</i> de genótipos de bananeira para tolerância ao déficit hídrico	Alice Lichs Marsaro	Janay Almeida dos Santos-Serejo
Identificação de híbridos naturais do gênero <i>Manihot</i> a partir de técnicas de anatomia foliar, biologia molecular e citogenética	Ariana Silva Santos	Carlos Alberto da Silva Ledo
Fenologia e fitossociologia de macrófitas aquáticas do Recôncavo da Bahia, Brasil	Beatriz de Brito Bispo	Lidyanne Yuriiko Saleme Aona
Fenologia de populações de cutieira (<i>Jouannesia princeps</i> Vell.) e otimização de rotas para colheita de sementes	Cláudia de Jesus Santos	Edson Ferreira Duarte
Podridão radicular da mandioca: metodologias de inoculação e seleção de fontes de resistência	Camila Santiago Hohenfeld	Eder Jorge de Oliveira
Desempenho produtivo e morfofisiológico de linhagens e cultivares de mamoneira sob sistema sequeiro e irrigado	Irlan Silva de Almeida	Deoclides Ricardo de Souza
Propagação de acessos silvestres de <i>Manihot</i> Mill. (Euforbiaceae) do banco ativo de germoplasmas da Embrapa Mandioca e Fruticultura	Izabel Nunes dos Santos	Clovis Pereira Peixoto
Morfologia polínica do gênero <i>Dichorisanandra</i> J. C. Mikan (Commelinaceae): contribuição para sua taxonomia	Isabella Carla Moraes Batista	Lidyanne Yuriiko Saleme Aona
Estimativa do tamanho ótimo de amostra na análise de caracteres agrônômicos em progênies de citros, considerando o grau de homozigiosidade dos parentais	Leandro Ribeiro dos Santos	Walter dos Santos Soares Filho

Contribuição para conservação da APA do Lago de Pedra do Cavalo - BA	Lorena da Paz Oliveira	Ricardo Franco Cunha Moreira
Anatomia e histoquímica do gênero <i>Manihot</i> Mill.	Lucimara Reis de Oliveira Silva	Fabiano Machado Martins
Regeneração <i>in vitro</i> de porta-enxertos e minienxertia em citros	Maria Inês de Souza Mendes	Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Caracterização, seleção e avaliação clonal de novos híbridos de abacaxi ornamental com ênfase em hastes sinuosas e frutos negros	Orjana Santos Lima	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Descritores morfoagronômicos e divergência genética entre genótipos de tabaco da variedade bahia no Recôncavo Baiano	Rosivaldo Santana de Lima	Ricardo Franco Cunha Moreira
Seleção de híbridos de bananeira ornamental e estudo preliminar da percepção pública e aceitação	Thaina Teixeira de Cerqueira de Oliveira	Janay Almeida dos Santos-Serejo
Caracterização morfo-agronômica de acessos de mamoeiro (<i>Carica papaya</i> L.) da Embrapa Mandioca e Fruticultura e estudo do coeficiente de variação em experimentos da espécie	Vinicius Ferreira Nobre	Sebastião de Oliveira e Silva
Caracterização fenotípica e variabilidade genética de inhame (<i>Dioscorea rotundata</i> Poiret.) sob condições do Recôncavo Baiano	Virgilio Carménia Cossa	Ricardo Franco Cunha Moreira
Reação de maracujazeiros (<i>Passiflora</i> spp.) à virose do endurecimento dos frutos	Zanon Santana Gonçalves	Eder Jorge de Oliveira
2017		
Avaliação clonal, estratégias de propagação e limpeza viral de abacaxizeiro ornamental com florescimento recorrente	Bruna de Fátima Batista da Silva	Fernanda Vidigal Duarte Souza

Multiplicação e conservação <i>in vitro</i> de espécies silvestres de <i>Manihot</i>	Deyse Maria de Souza Silveira	Carlos Alberto da Silva Ledo
Percepção do consumidor e análise da viabilidade econômica do sistema de produção orgânico de híbridos de abacaxizeiros ornamentais	Gabriella Navarro Donato Pereira	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Diversidade genética e identificação de duplicatas de <i>Manihot esculenta</i> Crantz com base em marcadores Single-Nucleotide Polymorphism (SNP)	Hilçana Ylka Gonçalves de Albuquerque	Eder Jorge de Oliveira
Estratégias visando maximizar a eficiência na produção de sementes de banana, em suporte ao melhoramento genético	Manassés dos Santos Silva	Edson Perito Amorim
Criopreservação e crioterapia de ápices caulinares para limpeza do vírus da murcha (PMWaV) em variedades silvestres do gênero <i>Ananas</i>	Patrícia Araújo Guerra	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Avaliação da endogamia e morfologia de grânulos de amido em progênies S1 de mandioca	Paulo Henrique Gomes Alves de Oliveira	Claudia Fortes Ferreira
Técnicas de cultivo <i>in vitro</i> em auxílio à obtenção de tangerineiras triplóides e propagação de porta-enxertos de citros	Reisane Teles Santiago	Walter dos Santos Soares Filho
Caracterização morfoagronômica e molecular de fruteiras-pão da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	Rejane Novais Lima	Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Contribuição para conservação da APA Joanes-Ipitanga-Ba	Táise Almeida Conceição	Ricardo Franco Cunha Moreira
Caracterização pós-colheita e uso de revestimento à base amido de mandioca em frutos de mamoeiro da linhagem L78	Thiago Viana Oliveira	Sebastião de Oliveira e Silva

2018

Avaliação precoce e métodos de predição da tolerância ao déficit hídrico em mandioca	Alison Borges Vitor	Eder Jorge de Oliveira
Serra da Copioba: florística e influência de <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam. (Moraceae) em um remanescente de Floresta Atlântica no Recôncavo da Bahia	Douglas Machado Moreira	Lidyanne Yuriko Saleme Aona
Caracterização morfológica, seleção de descritores e diversidade genética entre acessos de mangueira do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido	Emille Mayara de Carvalho Souza	Carlos Alberto da Silva Ledo
Diagnóstico precoce da doença "Couro de sapo" da mandioca por infravermelho próximo	Emile Lemos Freitas	Eder Jorge de Oliveira
Determinação do tamanho ótimo de parcela experimental e seleção de descritores morfoagronômicos em mamoneira (<i>Ricinus communis</i> L.)	Gilmara de Melo Araujo Silva	Simone Alves Silva
Otimização de protocolos para a multiplicação e conservação <i>in vitro</i> de espécies silvestres de <i>Manihot</i>	Jucieny Ferreira de Sá	Carlos Alberto da Silva Ledo
Criopreservação, germinação e morfoanatomia de sementes de <i>Passiflora</i> spp.	Jailton de Jesus Silva	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Desempenho agrônômico e qualidade de uvas 'BRS ISIS' e 'BRS Vitória' no submédio do Vale do São Francisco sob diferentes porta-enxertos	José Henrique Bernardino Nascimento	Carlos Alberto da Silva Ledo
Comparação entre marcadores ERIC, BOX e VTNR's visando estudos populacionais de <i>Xanthomonas phaseoli</i> pv. <i>manihotis</i> , agente causal da bacteriose da mandioca	Lais Barreto de Oliveira	Claudia Fortes Ferreira

Conservação <i>in vitro</i> de germoplasma de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) em diferentes temperaturas e concentrações de nitrato de prata	Lili Costa Maia Alencar Simões de Freitas	Carlos Alberto da Silva Ledo
Qualidade de fruto da laranjeira 'valência tuxpan' sobre porta enxertos diplóides e tetraplóides sob deficiência hídrica	Matheus Almeida Machado Silva	Walter dos Santos Soares Filho
Características da madeira e divergência genética em fruteira-pão (<i>Artocarpus altilis</i> variedade <i>seminifera</i>) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	Poliana dos Santos Pereira da Silva	Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Multiplicação e conservação de espécies endêmicas e vulneráveis de bromeliáceas	Simone Sa- cramento dos Santos Silva	Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Modelagem de nicho ecológico e análises espaciais aplicadas à conservação de espécies de Cactaceae da Caatinga	Silvana dos Santos Simões	Lidyanne Yuriko Saleme Aona
Divergência fenotípica em variedades do gênero <i>Schizolobium</i> por caracteres biométricos e fisiológicos	Temile Santana da Cruz	Edson Perito Amorim
A família Rubiaceae no Parque Nacional de Boa Nova, Bahia	William Oliveira Fonseca	Lidyanne Yuriko Saleme Aona

2019

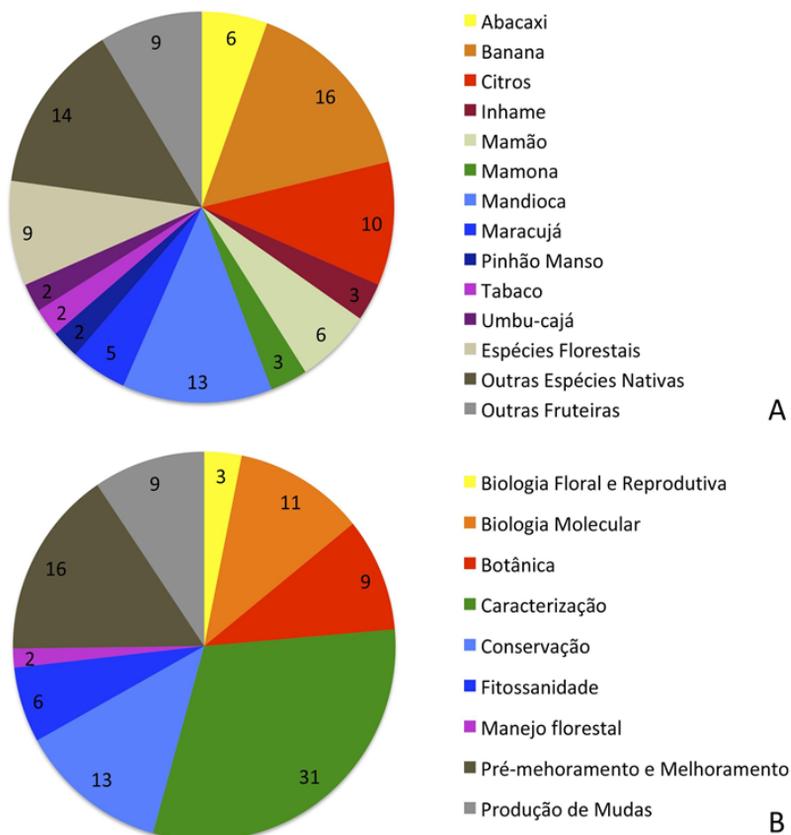
Caracterização fenotípica de híbridos triplóides de tangerineira	Bernardo Lovatti Alves	Walter dos Santos Soares Filho
Florística e fitossociologia na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia	Camila Dáphiny Pereira Vitorio	Lidyanne Yuriko Saleme Aona

Tolerância a dessecação e dependência térmica na germinação de sementes de <i>Diospyros inconstans</i> Jacq. (Ebenaceae)	Edvania da Silva Carvalho	Andrea Vita Reis Mendonça
Diplóides selvagens de bananeira com resistência à Sigatoka-Negra	Fernanda dos Santos Nascimento	Edson Perito Amorim
Contribuição para conservação de <i>Simarouba amara</i> AUBL.: armazenamento de sementes e produção de mudas	Jiovana Pereira Amorim Santos	Andrea Vita Reis Mendonça
Determinação do tamanho ideal de amostra e curvas de maturação de frutos de laranjeiras doces, de polpa amarela e vermelha, no Recôncavo Baiano	Maiara Janine Machado Caldas	Walter dos Santos Soares Filho
Fenologia, produção e ecofisiologia de laranjeiras em diferentes porta-enxertos no Semiárido Baiano	Luciana Martins Santos	Sebastião de Oliveira e Silva
Levantamento etnobotânico e caracterização morfoagronômica de acessos de inhame do Recôncavo Baiano	Rosalina Esperança da Silva Carlos	Ricardo Franco Cunha Moreira
Parâmetros genéticos e índice de seleção para caracteres de crescimento e tecnológicos em <i>Eucalyptus</i> spp. em áreas de diferentes altitudes	Sara Helen Nascimento Dias da Silva	Ricardo Franco Cunha Moreira
2020		
Estudos morfológicos e taxonômicos de Onagraceae no Estado da Bahia, Brasil	Nelma Marques Xavier de Sousa	Lidyane Yuriko Saleme Aona
Aspectos morfoanatômicos e reprodutivos de <i>Tillandsia</i> L. (Bromeliaceae) ocorrentes na Bahia, Brasil	Sandra de Oliveira Souza	Everton Hilo de Souza

Conservação de Sementes e morfoanatomia foliar de espécies de <i>Tillandsia</i> (Bromeliaceae) ocorrentes na Bahia, Brasil	Rafaelle Souza de Oliveira	Everton Hilo de Souza
Conservação de sementes e viabilidade polínica de <i>Passiflora</i> spp.	Michele dos Santos Ferreira	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Dormência e armazenamento de sementes de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth (Fabaceae)	Josemara Ferreira dos Santos	Manuela Oliveira de Souza
Análise molecular de genes envolvidos na resposta de defesa à Sigatoka-negra em bananeira	Savio Luiz Pereira Nunes	Cláudia Fortes Ferreira
Avaliação agrônômica, resistência ao CABMV e parâmetros genéticos para seleção de progênies de maracujazeiro de retrocruzamento - RC3 [<i>P. edulis</i> x <i>P. cincinnata</i>] x <i>P. edulis</i>	Idalia Souza dos Santos	Onildo Nunes de Jesus

Dessas 127 dissertações defendidas, 43% contemplam a linha de pesquisa Conservação e Manejo de Recursos Genéticos Vegetais e 56% na linha de Melhoramento e Biotecnologia Vegetal, envolvendo diversas culturas, tais como fruteiras (45%), plantas produtoras de raiz e tubérculos (16%), espécies florestais (6%), oleaginosas (5%) e outras espécies (Figura 4A). As dissertações contemplam diversas áreas do conhecimento claramente articuladas, como caracterização (31%), pré-melhoramento e melhoramento (16%), conservação (13%), biologia molecular (11%), botânica (9%), produção de mudas (9%), fitossanidade (6%), biologia floral e reprodutiva (3%) e manejo florestal (2%) (Figura 4B).

Figura 4. Dissertações defendidas no PPG-RGV por culturas (A) e áreas de conhecimento (B).



O desenvolvimento de produtos tecnológicos é fundamental para o avanço da inovação e o retorno do investimento em ciência e tecnologia para a sociedade. A proteção intelectual tem um papel relevante nesse processo que deve ser um dos produtos de um programa de Pós-Graduação. Desde sua criação, o PPG-RGV tem tido envolvimento direto com o desenvolvimento de diversos produtos tecnológicos pelos docentes do programa, fruto de dissertação e pesquisas desenvolvidas com instituições parceiras.

Foram registrados junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) três softwares denominados: Gerenciador de Informações e Imagens de Coleções Web - GII Web (2019), SIMPMamão - Sistema Integrado de Monitoramento e Pragas (2017) e Gerenciador de Informações e Imagens de Coleções - GIIC v1 (2015).

Por outro lado, os programas de melhoramento genético têm como principal produto a geração de cultivares que possam atender demandas variadas e que impactem nas culturas em questão. Assim, durante os anos de vigência do programa foram desenvolvidas e protegidas 13 cultivares junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) sendo quatro de abacaxizeiros ornamentais ('BRS Boyrá', 'BRS Anauê', 'BRS Porã' e 'BRS Potyra'), duas de bananeiras ('BRS Platina' e 'BRS Pacoua'), uma de citros ('BRS Rubra Cara'), três de mamoneira ('IAC-2028', 'EBDAMPA 11', 'EBDA MPB01'), uma de mandioca ('BRS Novo Horizonte') e duas de maracujazeiros ('BRS Rubi do Cerrado' e 'BRS Pérola do Cerrado'). Foram também registradas 67 cultivares junto ao MAPA nas diferentes culturas trabalhadas no PPG-RGV, sendo 80% de citros.

Programa de pós-doutoramento

O Programa Nacional de Pós-doutorado resulta de parceria entre a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). O objetivo é financiar o trabalho de jovens doutores em áreas estratégicas de pesquisa relacionadas à política industrial, tecnológica e de comércio exterior, com a finalidade de absorção temporária de jovens doutores para atuar em projetos de pesquisa científica, formação de recursos humanos e de inovação tecnológica.

O PPG-RGV, no período de 2011 a 2018, foi contemplado com nove bolsas de Pós-doutorado, CAPES-PNPD e FAPESB com bolsistas envolvidos em atividades de ensino, pesquisa e extensão. Atualmente, o programa apresenta com três bolsistas, todos PNPD/CAPES. O número de bolsistas com respectivos períodos de vigência, título do projeto e nome do supervisor está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Pós-doutorandos com os respectivos projetos e supervisores.

Projeto	Doutorando	Supervisor
em andamento		
Caracterização, adaptabilidade e estabilidade e análise de trilha de caracteres morfo-agronômicos de acessos de mandioca	Rafael Parreira Diniz	Eder Jorge de Oliveira
Abordagem ecológica, fenológica, fisiológica e reprodutiva para o estudo da família Bromeliaceae da Mata Atlântica e endêmicas da Bahia	Everton Hilo de Souza	Lidyanne Yuriko Saleme Aona
Mutagênese em suspensões celulares de bananeira para obtenção de resistência ao mal-do-Panamá	Cristina Ferreira Nepomuceno	Sebastião de Oliveira e Silva
Finalizadas		
Criopreservação de acessos silvestres e cultivados de abacaxizeiros	Vanússia Oliveira Amorim	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Recursos Genéticos e melhoramento do maracujazeiro: valoração de germoplasma e desenvolvimento de variedades e híbridos	Taliane Leila Soares	Eder Jorge de Oliveira

Recursos genéticos de mandioca: análise molecular, avaliação agrônômica e identificação de fontes de resistência à deterioração fisiológica pós-colheita e vírus do mosaico africano	Carlos Ivan Aguilar Vildoso	Eder Jorge de Oliveira
Estabelecimento de protocolo para produção de mudas de sisal em larga escala: Estratégia para o desenvolvimento da região sisaleira no Estado da Bahia	Moema Angélica Chaves da Rocha	Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Seleção e avaliação de clones de Pinhão Manso provenientes do Bag Pinhão Manso da UFRB para identificação de variedades clonais, por meio de dados morfoagronômicos e moleculares	Adriana Queiroz de Almeida	Simone Alves Silva
Melhoramento participativo em <i>Dioscorea</i> spp: caracterização morfoagronômica, molecular e pós-colheita	Elaine Costa Cerqueira Pereira	Ricardo Franco Cunha Moreira
Duplicação de cromossomos em bananeira: estratégia para o desenvolvimento de cultivares triploides	Eva Maria Rodrigues Costa	Janay Almeida dos Santos-Serejo
Conservação, Uso Inovadores e Finalização de Tecnologias para Abacaxi	Everton Hilo de Souza	Fernanda Vidigal Duarte Souza
Análise da variação epigenética em genótipos de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) contrastantes para tolerância à seca	Rosa Karla Nogueira Pestana	Cláudia Fortes Ferreira

Cooperação acadêmica

O Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD) foi um programa da CAPES que teve por objetivo promover a formação de recursos humanos de alto nível, nas diversas áreas do conhecimento, por meio de projetos conjuntos de pesquisa de média duração, bem como intensificar, o intercâmbio científico no país, por intermédio do envolvimento de equipes acadêmicas de diversas instituições de ensino superior e de pesquisas, criando condições para a elevação geral da qualidade do ensino superior e da pós-graduação.

O PPG-RGV aprovou dois projetos do PROCAD. O primeiro em 2008 com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Estadual Paulista (UNESP). Em 2014, foi aprovada a segunda rede de cooperação acadêmica com o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Ao longo deste período foram realizadas diversas missões de estudo, missões de docência e pesquisa, e estágio pós-doutoral. Dentre as missões de estudo, os discentes participaram de cursos ou desenvolveram parte das suas dissertações nas instituições associadas. Quanto à missão de docência, foram realizados diversos cursos tanto na instituição proponente quanto nas associadas envolvendo temas nas áreas de biotecnologia e desenvolvimento em plantas, buscando caracterizar processos do desenvolvimento vegetal; cultura de tecidos visando definir e otimizar processos de micropropagação em espécies em extinção ou vulneráveis; marcadores moleculares, visando a aplicação em programas de melhoramento genético; técnicas microscópicas em microscopia de luz e eletrônica de varredura e transmissão para análises morfoanatômicas e biologia floral e reprodutiva, visando entender

os mecanismos de polinização, predação e dispersão de frutos e sementes.

Atividades de pós-doutoramento foram desenvolvidas por alguns docentes no CENA (USP), UFSC e UNESP, aumentando assim o aprimoramento em atividades de pesquisa e acadêmica, além de ensino (aulas), orientação ou coorientação de discentes e participação em bancas examinadoras de dissertações e teses.

Alguns alunos desenvolveram parte de suas pesquisas nas instituições cooperadas, como também foram recebidos alunos de mestrado, doutorado e pós-doutorado para missão de pesquisa no PPG-RGV. O curso permitiu também a formação de alguns discentes em nível de graduação da UFRB com bolsas de iniciação científica.

Certamente a formalização das atividades entre os programas proporcionaram a intensificação das atividades de ensino e pesquisa, trazendo benefícios à formação de recursos humanos nas regiões de atuação dos programas associados em nível de graduação e pós-graduação, bem como contribuiu para ampliar a produção científica com vários artigos em revistas de alto fator de impacto, elevando assim o nosso conceito na CAPES.

Parcerias nacionais

As parcerias técnico-científicas estabelecidas pelos docentes do PPG-RGV podem acontecer na forma de projetos de pesquisa em conjunto, onde muitas vezes estão alicerçadas as dissertações de mestrado que atendem os objetivos do curso. Esses projetos foram estabelecidos com Instituições federais e estaduais tais como: ICMBio, UFBA, CENA (USP), ESALQ (USP), UFG, UFRN, UFSB, UEFS, UNICAMP, INEMA etc, com financiamentos do CAPES, CNPq e FAPESB.

Algumas parcerias são realizadas visando a colaboração dos docentes na construção de políticas públicas, como é o caso

do convênio assinado entre a UFRB e o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) que visou a implantação do Centro de Referência em Restauração Florestal (CRRF) do bioma Mata Atlântica, com foco na restauração de ecossistemas, bem como o intercâmbio de informações entre as instituições.

Dentre parcerias com órgãos públicos podem ser destacadas a participação de vários docentes junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) no desenvolvimento de listas de descritores visando a proteção intelectual de cultivares desenvolvidas por docentes do programa. Como resultado, foram publicadas no Diário Oficial da União a lista de descritores de mamoeiro, de abacaxi ornamental e outras listas seguem em construção, como a revisão dos descritores de banana para proteção de cultivares comerciais e ornamentais.

A parceria com o Instituto Chico Mendes (ICMBio), considerando que o estado da Bahia apresenta uma área vegetal com várias fitofisionomias e abarca três biomas, foi relevante para ambas as Instituições. Dessa forma, têm-se várias Unidades de Conservação Federais geridas pelo ICMBio, como o Parque Nacional de Boa Nova e Floresta Nacional Contendas do Sincorá, que foram objetos de pesquisa de discentes do PPG-RGV.

Outro tipo de cooperação pode ocorrer com empresas privadas, seja para o desenvolvimento e conjunto de uma ação de pesquisa, para o desenvolvimento de um produto ou mesmo para ações de validação, principalmente no que se refere à finalização de cultivares ou ao estabelecimento de sistemas de produção.

Um exemplo que contempla esses dois objetivos se deu com o convênio realizado com a Escola Rural Tina Carvalho, da Fundação José de Carvalho em Entre Rios (BA). Dentre os projetos que estavam nesse contrato de parceria destacam-se a avaliação e caracterização de híbridos de bananeira e abacaxi ornamentais, com o envolvimento

de docentes do programa e a realização de três dissertações, tendo como resultados o estabelecimento de um sistema de produção orgânica para híbridos de abacaxi e bananeira ornamentais e, em 2016, o lançamento de dois híbridos de abacaxi ornamental, o 'BRS Boyrá' e o 'BRS Anauê'. Esse convênio segue ativo com projetos e trabalhos de dissertação em andamento.

Dentre as ações que fazem parte do desenvolvimento de cultivares estão a validação agrônômica e mercadológica dos genótipos ou híbridos a serem avaliados, o que demanda a implantação de Unidades de Observação (UO) resultando em inúmeras parcerias. Os programas de melhoramento da Embrapa possuem várias parcerias com essa finalidade em diferentes regiões do país.

Um exemplo de Cooperação Técnica bem sucedida é o convênio com a Fazenda Porto Faria (MG) com interveniência da Fundação Eliseu Alves, cujo objetivo é a integração de esforços visando validar conjuntamente novas cultivares de bananas e plátanos para a região do Norte do Estado de Minas Gerais, além de adaptar práticas de manejo visando mitigar os efeitos da presença da murcha de *Fusarium* ou mal-do-Panamá em áreas de produção de banana. Este convênio permanecerá até 2024. No mesmo formato e mesma vigência, tem-se também a Cooperação Técnica com a Dosanko Frutas Tropicais Ltda. (MG), também com a interveniência da Fundação Eliseu Alves e cujos objetivos são bem semelhantes ao anterior, utilizando-se a cultura da banana, mas visando o sistema orgânico e convencional de produção na região do Norte de Minas Gerais e Oeste da Bahia contra os efeitos da presença do mal-do-Panamá ou murcha de *Fusarium* nessas áreas.

Em relação à cultura do mamão, também foi firmado um acordo de Cooperação Técnica com a Fazenda Campo Formoso (BA) para implantação de Unidade(s) de Observação (UO) em imóvel de propriedade a/ou posse do Cooperante, no município de Santa Cruz

Cabralia (BA), visando à validação agronômica e mercadológica de genótipos experimentais de mamão (Linhagem L78). Este contrato terá validade até 2022. Outra parceria com empresa privada foi realizada com a Frutas Futuro, do grupo Ipiranga e a Farmers do Brasil - Fazenda Canto do Rio, estabelecidas para o desenvolvimento do projeto Melhoramento genético do mamoeiro com vistas à mitigação dos efeitos de estresses bióticos e abióticos que acometem a cultura.

O acordo de Cooperação Técnico-Financeira entre a BAHIAMIDO, EMBRAPA e a Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário Edmundo Gastal (FAPEG) tem como principal objetivo a execução de trabalhos de pesquisa agropecuária, de interesse mútuo, visando ao desenvolvimento de cultivares de mandioca, além da validação de um sistema de multiplicação rápida de mandioca com base na tecnologia MandiPlus (em desenvolvimento na Embrapa), com vigência até 2024. Os resultados até o momento resultaram na extensão de recomendação de três cultivares de mandioca industrial ('BRS Poti Branca', 'BRS Kiriris' e 'BRS Formosa'), além do lançamento de uma cultivar ('BRS Novo Horizonte') e outras duas em fase de registro e proteção ('BRS Duradoura' e 'BRS Longa Vida') para posterior recomendação. Também foram difundidos novos sistemas práticos de multiplicação rápida de mandioca que vem sendo utilizados pelo setor produtivo para maior difusão de cultivares melhoradas, na forma de garantir aumentos na produtividade.

O acordo de Cooperação com as empresas Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás) e Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) com a UFRB para o apoio ao projeto “Desenvolvimento de cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para produção de biocombustível” permitiu avançar as populações híbridadas de mamoneira por autofecundações e aplicado seleções assistidas por marcadores moleculares e agronômicos, possibilitando o desenvolvimento de linhagens homozigotas promissoras e eminência de registro de novas cultivares de mamoneira com elevado

teor de óleo e adaptada as regiões Semiáridas, do Recôncavo Baiano e do Litoral da Bahia. Além de promover um amparo financeiro na ampliação da infraestrutura, logística e manutenção das pesquisas geradas no Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB. Esta parceria deu suporte ao Núcleo para o alcance da aprovação do Credenciamento do Laboratório de Pesquisa ao ANP, fortalecendo as pesquisas geradas no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da UFRB/Embrapa.

Ainda com o melhoramento de oleaginosas, houve a participação de docente do Programa em projetos de rede, integrando à equipe de Pesquisadores do projeto *“Avaliação Integrada e Novas Tecnologias para a Cadeia de Produção de Biodiesel a partir dos Óleos de Pinhão Manso e Dendê”* envolvendo as instituições UESC, UFRB, IBTR, UESC, IBTR, UFBA, UFRJ/INT, BRASKEM, OPALMA, SECTI e ANP. Este projeto contribuiu para o desenvolvimento da cadeia produtiva de biodiesel usando como matérias-primas os óleos provenientes do pinhão-manso (*Jatropha curcas*) e do dendezeiro (*Elaeis guineensis*) gerando informações técnicas para as espécies. Com novas metas no melhoramento do pinhão-manso, seguindo com os apoios em órgãos de fomento como FAPESB e CAPES, foi possível o desenvolvimento de clones superiores e geração de dissertações no Programa de Pós-Graduação da UFRB.

Outro convênio importante e que vem sendo mantido desde 2011, visa o desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias aplicáveis à fruticultura orgânica no âmbito das culturas do abacaxi, acerola, citros, goiaba, manga, mamão, maracujá e espondias. Em relação ao maracujá foram avaliados híbridos e cultivares comerciais resultado na recomendação das cultivares BRS Sol do Cerrado e BRS Gigante Amarelo. Atualmente, estão sendo validados híbridos de maracujá de casca roxa para o mercado de frutas frescas com menor acidez e maior °Brix, mas que também atendam os padrões

de qualidade para a indústria de processamento. Várias ações de pesquisa com essa cultura estão no âmbito do programa.

Parcerias internacionais

Várias parcerias internacionais que têm relação com os temas tratados no PPG-RGV foram realizadas ao longo desses anos beneficiando e promovendo resultados importantes.

Essas parcerias internacionais permitem uma promoção do desenvolvimento científico e tecnológico, juntamente com um melhor intercâmbio de estudantes e desenvolvimento dos projetos de pesquisa relacionados aos temas de dissertações, oferecimento de cursos, recursos financeiros e treinamento de docentes e, sobretudo, o desenvolvimento de pesquisas conjuntas.

A Embrapa Mandioca e Fruticultura é uma das Unidades mais demandadas no que se refere à cooperação internacional, o que tem refletido positivamente no PPG-RGV, com o envolvimento de docentes do Programa em projetos de cooperação técnica com diversos países. Ações de intercâmbio de recursos genéticos, atuação de vários docentes como pesquisadores visitantes, assim como algumas visitas técnicas provenientes de projetos ou convênios que vem fortalecendo o programa.

A Embrapa mantém um forte relacionamento com a África devido, principalmente aos cultivos de mandioca e banana, por isso um dos convênios internacionais foi consolidado com o IITA (*International Institute of Tropical Agriculture*) Tanzânia. Foram realizadas discussões técnicas sobre melhoramento genético da bananeira, formalização e aprovação de projeto de cooperação técnica, sob a liderança e participação de docentes do curso. Essa parceria gerou a execução de projeto de cooperação técnica aprovado no programa “*Marketplace-Africa/Brazil- Exchange of banana and plantain (Musa spp.) varieties and hybrids between IITA and EMBRAPA widening*

the genetic base for the development of new cultivar sanddirect use by farmers”, resultando no intercâmbio de germoplasma entre a Embrapa e o IITA.

Outro projeto na Cooperação África-Brasil teve como objeto de parceria o cultivo da mandioca, de extrema relevância para o continente africano *“Validation of molecular-assisted selection for cassava mosaic disease and screening of cassava wild relatives as resistance sources for cassava Brown streak virus”* com a participação de docente do programa. Esse projeto visou o estabelecimento da técnica de seleção assistida por marcadores para o mosaico da mandioca e screening de parentais silvestres de mandioca como fonte de resistência para o *cassava Brown streak virus*.

Outras cooperações envolvendo a cultura da mandioca foram a renovação da colaboração técnica com a Cornell University e com a Fundação Bill & Melinda Gates (EUA) referente à execução do projeto *“NextGen Brazil: melhoramento genético de mandioca de próxima geração”* cujo objetivo é implementar a seleção genômica em mandioca, assim como desenvolver métodos de indução de florescimento.

O projeto MandiPlus cujo objetivo é desenvolver tecnologias para produção de manivas-semente de mandioca, é resultado de um acordo com a Syngenta Foundation for Sustainable Agriculture - SFSA (EUA).

Vários projetos de cooperação Internacional sucederam com países da América Latina e Caribe. Uma parceria realizada com o Centro de Bioplantas e com a Universidad de Ciego de Ávila em Cuba foi resultado de um projeto de cooperação técnica aprovado no Marketplace LAC-Brasil *“Cryopreservation technology applicable to the Pineapple germplasm collection using droplet vitrification of apices for long term conservation and safety duplication”*, resultando em estabelecimento de metodologia de criopreservação para o abacaxizeiro.

Em uma colaboração importante com a Corporación Bananera Nacional (Corbana), na Costa Rica, foram realizados “Estudos em melhoramento e fitossanidade de bananeira” com a participação de docentes do programa.

Em uma colaboração com o National Center for Genetic and Preservation (NCGR/ARS/USDA), a participação de docente do PPG-RGV como professor convidado no projeto “*Plant and microbial genetic resource preservation and quality assessment*” trouxe benefícios para o curso, resultando em várias dissertações envolvendo técnicas de criopreservação para diferentes cultivos.

No mesmo tema, uma colaboração com a Universidad Politécnica de Madri (Espanha) e com o CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) permitiu a vinda de pesquisadores da Espanha e Colômbia, especialistas no tema, para a participação no Curso de Criopreservação realizado anualmente e outros projetos em construção envolvendo, principalmente, criopreservação de sementes.

Em uma Cooperação Técnica-Científica com o *Royal Botanic Garden*, Kew (Reino Unido) para realização dos inventários dos remanescentes florestais da Bahia já foram realizadas e finalizadas duas dissertações do PPG-RGV e iniciadas outras em 2019.

Além disso, vários docentes são membros de Comitês Internacionais tais como: Grupo Temático de Caracterização da Estratégia Global para conservação e uso de recursos genéticos de banana e plátanos, MusaNet; Estratégia Global para conservação e uso de recursos genéticos de banana e plátano da MusaNet; Membro da Promusa; representante do Brasil no Global Musa Genomics Consortium; Musalac e representante do Brasil no comitê de elaboração dos Descritores de bananeira da UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants).

Perspectivas futuras

A pesquisa científica é dinâmica e o tema recursos genéticos, por sua importância estratégica, deve ter uma abordagem ampla e voltada para a solução de problemas, seja no panorama agrícola ou industrial do país. Por outro lado, com base em sua própria definição de que “recursos genéticos são parte da biodiversidade de uso real ou potencial”, conservar e conhecer essa biodiversidade é relevante e necessário.

A subutilização de muitos bancos de germoplasma e a importância na preservação dos biomas e de estudos que possam conduzir a um uso sustentável, gerando renda, mas conservando, são fatores que resultam em uma demanda de pesquisa para o PPG-RGV. Com base nessas demandas que o curso vem evoluindo e ampliando suas atividades de pesquisa, além do recurso genético vegetal. Dentre as perspectivas futuras estão a inserção de pesquisas com recurso genético microbiano oriundo de plantas, cujo protagonismo vem aumentando a cada dia quando se buscam soluções sustentáveis.

Por outro lado, será dada especial atenção à consolidação e expansão das parcerias nacionais e internacionais, no sentido de ampliar as oportunidades para a formação dos estudantes permitindo uma vivência diferenciada e, em muitos casos, mais aplicada. Ações como essa impacta diretamente no aumento do desenvolvimento científico e tecnológico do país, como também no desenvolvimento regional, com destaque para o Nordeste e seus biomas, onde a PPG-RGV tem um expressivo raio de atuação.

Para consolidar essa expansão das parcerias, outra forma de atuação que se pretende adotar na PPG-RGV é o ensino à distância, onde são usadas diversas ferramentas tecnológicas para o seu desenvolvimento, como: videoaulas, links para arquivos, questionários online, fóruns, e-books e páginas da web, permitindo um alcance, como profissionais, de várias instituições nacionais e

internacionais. É possível se estudar modelos, que vão desde os que acontecem 100% online, com a realização de provas presenciais no seu polo EAD de origem ou modelos híbridos.

O PPG-RGV ainda não contempla a utilização de meios digitais de ensino a distância em sua matriz curricular. Entretanto, com a implantação do SIGAA e como alguns docentes já utilizam os ambientes virtuais e redes sociais, como desencadeador e suporte para discussão das aulas presenciais, a estratégia de um ensino híbrido poderá ser concretizada. A utilização de canais de comunicação, web conferência, videoconferência, dentre outros, para a participação de membros de bancas externos, oriundos de universidades brasileiras ou estrangeiras, quando estes não têm disponibilidade para deslocamento até a sede do programa, também consistem em estratégias factíveis a serem consolidadas.

O curso tem se empenhado para garantir que o egresso tenha condições de atuar como um profissional que possa gerar conhecimentos e trazer soluções relacionadas à conservação e ao uso dos recursos genéticos que impactem de forma a promover melhorias na sociedade brasileira.

Referências

BRASIL. Lei nº 11.151, de 29 de julho de 2005. Dispõe sobre a criação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, por desmembramento da Universidade Federal da Bahia - UFBA. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 ago. 2005. Seção 1, p. 1-2.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. CNPq. **Currículo Lattes**. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br>> Acesso em: 27 ago. 2020.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. CAPES. **Plataforma Sucupira**. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>>. Acesso em: 27 ago. 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. **Serviço Nacional de Proteção de Cultivares**. Disponível em: < http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_protegidas.php>. Acesso em: 27 ago. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA. UFRB. **Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais**. Disponível em: < <https://www.ufrb.edu.br/pgrecvegetais/>>. Acesso em: 27 ago. 2020.

Descritores e diversidade fenotípica em pitangueira

Everton Hilo de Souza
Lucimário Pereira Bastos
Maria Josirene Souza Moreira Bastos
Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa

Introdução

A pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) é uma espécie nativa de regiões tropicais e subtropicais da América do Sul (FAQUETI, PETRY e MEURE-SILVA, 2013). O fruto é chamado de pitanga conhecido no exterior como cerejeira brasileira e é comumente usado para a produção de sucos, polpas, sorvetes, refrigerantes, geleias, licores e vinhos (SILVA, 2006; SOARES *et al.*, 2014; CASTRO *et al.*, 2020; SYAMA *et al.*, 2020). As folhas são muito utilizadas na medicina popular no tratamento de distúrbios digestivos, infecções, resfriados e possuem propriedades antioxidante e anti-inflamatória (CONSOLINI; BALDINI; AMAT, 1999; BAGETTI *et al.*, 2011; FIGUEIROA *et al.*, 2013; MOURA *et al.*, 2018; SYAMA *et al.*, 2020).

Por se tratar de uma espécie nativa e pouco explorada, trabalhos envolvendo caracterizações fenotípicas e genéticas para a espécie são poucos e poucos são observadas, apenas pequenas coleções de germoplasma do gênero (MAYES *et al.*, 2012). Nos últimos anos foram realizados trabalhos de caracterização buscando, principalmente, genótipos que tenham frutos com qualidade tanto para o consumo *in natura* quanto para a agroindústria (BEZERRA *et al.*, 1997; DIAS *et al.*, 2011; CASTRO *et al.*, 2020).

Utilizado como uma ferramenta útil no pré-melhoramento genético, os descritores morfológicos permitem uma avaliação

da diversidade fenotípica existente (RAGHU *et al.*, 2007). Um dos grandes problemas para aplicação dos descritores morfológicos é a alta influência ambiental, principalmente, quando se emprega apenas descritores quantitativos e de baixa herdabilidade, a maioria controlados por um grande número de genes. Os descritores qualitativos possuem alta herdabilidade e estabilidade e quando associados aos quantitativos são eficientes na caracterização de germoplasma (VALLS, 2007; SOUZA *et al.*, 2012a, 2012b; HERREIZ *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2015).

Em estudos utilizando marcadores morfológicos, a influência ambiental pode ser minimizada com alguns cuidados, a exemplo de: época de coleta de dados, padronização do estágio de maturação, cuidados na implantação da coleção evitando manchas de solo que venham a mascarar os resultados. Os descritores morfológicos, além de importantes para estudos conservacionistas, também, possibilitam a caracterização de genótipos, espécies e variedades; os estudos de melhoramento genético e sistemática, e servem como referência para o registro e proteção de cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Considerando que o *Biodiversity Conservation*, antigo *International Plant Genetic Resources Institute*, não possui uma lista de descritores para pitangueira que auxilie na caracterização do germoplasma, esse trabalho objetivou o desenvolvimento, aplicação e validação de uma lista de descritores morfológicos envolvendo caracteres quantitativos e qualitativos, para o estudo da diversidade fenotípica em genótipos de pitangueira.

Material e métodos

O estudo foi realizado em 42 genótipos de pitangueira provenientes da Estação Experimental de Fruticultura Tropical em Conceição do Almeida, Bahia, Brasil. Todas as plantas foram

propagadas por sementes e encontram-se em espaçamento de 5 x 3 metros sob condução livre.

O clima do município de Conceição do Almeida, segundo classificação de Köppen (KÖPPEN, 1936), é uma transição entre as zonas Am e Aw, com precipitação pluviométrica média anual de 1.122 mm, temperatura média de 23,2 °C e umidade relativa de 60,47%. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo distrófico típico, A moderado, textura franco-argilo arenosa, caulinitico, hipoférrico, floresta estacional com declive de 0 a 3%.

O desenvolvimento dos descritores foram baseados nas listas oficiais da *International Plant Genetic Resources Institute* para as culturas da cereja (IBPGR, 1985), citros (IBPGR, 1999) e tomate (IBPGR, 1996) e a lista de acerola desenvolvida pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2014), realizando-se adaptações e ajustes para a espécie em estudo.

Para os estudos de diversidade fenotípica, os descritores morfológicos quantitativos e qualitativos desenvolvidos na etapa anterior deste trabalho foram aplicados na coleção de germoplasma por dois anos consecutivos.

As características quantitativas foram analisadas por estatística descritiva, com o uso do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020), obtendo-se medidas de centralidade e de dispersão: valores mínimos, médios e máximos, desvio padrão e coeficiente de variação. Uma análise conjunta dos dados qualitativos e quantitativos foi realizada para determinação da distância genética, com base no algoritmo de Gower (1971). Os agrupamentos hierárquicos dos acessos foram obtidos pelos métodos de UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average*) a partir da distância euclidiana média entre todos os acessos. A validação dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético (r) (SOKAL; ROHLF, 1962), cuja significância foi calculada

pelos testes *t* e de Mantel (10.000 permutações). Foi utilizado o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020) para as análises de distância genética, de agrupamentos hierárquicos e de correlação cofenética. O dendrograma foi gerado com base na matriz de distâncias pelo programa MEGA 4 (TAMURA *et al.*, 2007).

Resultados e discussão

Os descritores seguiram uma ordem sequencial: planta, folha, flor, fruto e semente, sendo descritos e ilustrados quanto à realização da tomada de dados. As observações frequentes no germoplasma de pitanga resultaram na proposta de lista de descritores na qual constam, quatro descritores quantitativos e quatro qualitativos relacionados à planta, três descritores quantitativos e quatro qualitativos relacionados à folha, três descritores quantitativos e quatro qualitativos relacionados à flor e 12 descritores quantitativos e oito qualitativos relacionados aos frutos e sementes.

A partir de uma tomada criteriosa dos dados pode-se realizar estudos de divergência, permitindo assim, conhecer o grau de seleção da variabilidade genética do germoplasma (AMARAL JUNIOR e THIÉBAUT, 1999), e também subsidiar a seleção de genitores geneticamente mais divergentes, que poderão ser utilizados em hibridações e aumentar a probabilidade de recuperação de genes segregantes superiores em gerações avançadas (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Descritores para a pitangueira

1. Descritores das plantas:

1.1. Hábito da planta (HPL): Observa-se a posição dos ramos e copa em relação ao solo, na planta adulta. ARB = Arbóreo (Figura 1a); ARS = Arbustiva (Figura 1b).

1.2. Altura da planta (ALT): Medida com auxílio de um clinômetro e expresso em metros, medido da base da planta até o último ramo livre da extremidade superior na planta adulta.

1.3. Diâmetro da copa (DC): Devem ser realizadas duas medidas (DC1: Norte-Sul) e (DC2: Leste – Oeste) com auxílio de uma trena e expresso em metros, passando rente ao solo próximo ao caule, até a projeção da ramificação da copa na planta adulta.

1.4. Circunferência do caule (CCA): Medido com o auxílio de uma trena, envolvendo todo o caule principal (maior diâmetro e maior centralidade) na planta adulta, 30 centímetros acima do solo. A medida deve ser expressa em centímetros.

1.5. Número de brotações na base do caule (NBC): Deve ser quantificado o número de caules que surgem diretamente do solo.

1.6. Formato da copa (FCO): Deve ser observado após a colheita dos frutos na planta adulta e classificado conforme: ELI = Elipsóide (Figura 1c); ESF = Esferóide (1d); OBL = Oblóide (Figura 1e); IND = Indeterminado.

1.7. Ramificação Padrão (RAM): Observa-se a posição e pendência dos ramos da planta, com relação ao seu ângulo de inserção na planta adulta e classificado conforme: VER = Vertical (Figura 1f); HOR = Horizontal (Figura 1g); INC = Inclinado (Figura 1h).

1.8. Densidade da ramificação da copa (DRC): Observa-se a densidade de ramificação na planta adulta e após frutificação: ESC = Escassa (Figura 1i); MED = Média (Figura 1j); DEN = Densa (Figura 1k).

2. Descritores das folhas:

As observações foram realizadas em folhas completamente desenvolvidas, de ramos mais jovens de crescimento primaveril e sem sinais de crescimento ativo. Deve ser escolhida a oitava folha (direção do ápice para a base) do ramo localizado da parte mediana

da planta (média de 20 folhas nos quatro quadrantes, sendo cinco folhas em cada quadrante).

2.1. Comprimento da folha (CFO): Medido com auxílio de um paquímetro e expresso em milímetros (Figura 1l).

2.2. Largura da folha (LFO): Medido com auxílio de um paquímetro e expresso em milímetros (Figura 1l).

2.3. Intensidade da coloração verde da folha (ICV): CLA = Claro (Figura 1m); MED = Médio (Figura 1n); ESC = Escuro (Figura 1o).

3.4. Forma da folha (FFO): OVA = Ovalada (Figura 1p); LAN = Lanceolada (Figura 1q); ELP = Elíptica (Figura 1r); OUT = Outro.

2.5. Forma do ápice da folha (AFO): AGU = Agudo (Figura 1s); ACU = Acuminado (Figura 1t); OBT = Obtuso (Figura 1u); OUT = Outro.

2.6. Forma da base da folha (BFO): AGU = Agudo (Figura 1v); CUN = Cuneado (Figura 1w); OBT = Obtuso (Figura 1x); OUT = Outro.

2.7. Comprimento do pecíolo da folha (CPE): Medido com auxílio de um paquímetro e expresso em milímetros.

3. *Descritores das flores*

As observações foram realizadas na época de pleno florescimento, quando 75% das flores estavam completamente abertas, escolheram-se flores e botões (estádio de balão) de ramos terminais localizados na parte mediana da planta (média de 20 flores e botões nos quatro quadrantes, sendo cinco em cada quadrante).

3.1. Largura da flor (LFL): Medido com auxílio de um paquímetro e expressa em milímetros (Figura 1y).

3.2. Número de pétalas da flor (NPE)

3.3. Número de sépalas da flor (NSE)

3.4. Cor dos botões (CBO): BRA = Branco (Figura 1z); BLR = Branco com listras rosas (Figura 1aa); BLV = Branco com listas vermelhas (Figura 1ab); BLX = Branco com listras roxas (Figura 1ac); OUT = Outro.

4.5. Cor da flor (CFL): Avaliada na flor aberta.

3.6. Intensidade do florescimento (IFL): Deve-se observar a intensidade de florescimento nas duas épocas. Primeiro (MF1) e segundo florescimento (MF2).

3.7. Época de florescimento (MF): Deve-se anotar o mês e a quinzena do primeiro (MF1) e segundo florescimento (MF2) caso ocorra, quando a planta apresentar um florescimento intenso.

4. *Descritores dos frutos*

As observações sobre os frutos foram realizadas no ponto de colheita. Os frutos deverão ser observados semanalmente e colhidos quando tiverem mudado a coloração. Devem ser escolhidos frutos de ramos terminais localizados na parte mediana da planta (média de 20 frutos nos quatro quadrantes, sendo cinco em cada quadrante), bem formados e sadios.

4.1. Diâmetro longitudinal do fruto (DLF): Medido com auxílio de um paquímetro e expresso em milímetros (Figura 1ad).

4.2. Diâmetro transversal do fruto (DTF): Medido com auxílio de um paquímetro e expresso em milímetros (Figura 1ad).

4.3. Relação do diâmetro transversal pelo longitudinal do fruto (RTL): $(RTL = DTF / DLF)$.

4.4. Massa do fruto (MFR): Média expressa em gramas com no mínimo duas casas decimais .

4.5. Cor dos frutos (CFR): AMA = Amarelo; LAR = Laranja; VER = Vermelho; ROX = Roxo; PRE = Preto; OUT = Outro.

4.6. Forma do fruto (FFR): REN = Reniforme (Figura 1ae); OBL = Oblato (Figura 1af); CIR = Circular (Figura 1ag); ELP = Elíptico (Figura 1ah).

4.7. Forma do ápice do fruto (FAF): PLA=Plano (Figura 1ai); CVX = Convexo (Figura 1aj).

4.8. Forma da base do fruto (FBF): PLA=Plano (Figura 1ak); CNV = Côncavo (Figura 1al).

- 4.9. Comprimento do pedicelo do fruto (CPF): Medido com auxílio de um paquímetro e expresso em milímetros (Figura 1am).
- 4.10. Número de lóbulos do fruto (NLB): (Figura 1an).
- 4.11. Persistência do pedicelo ao fruto (PPF): Deve ser verificado a persistência dos frutos na planta, retirando-os e avaliando quanto: FRA = Frágil; PER = Persistente; MPE = Muito persistente.
- 4.12. Persistência do cálice (PCA): Deve ser verificado no ápice do fruto a persistência, em muitos genótipos o cálice desprende do fruto antes da colheita (Figura 1ao): FRA = Frágil; PER = Persistente; MPE = Muito persistente.
- 4.13. Intensidade de frutificação (IF): Considerar os dois períodos de florescimento (IF1) e (IF2) caso ocorra. ESC = Escasso; MED = Mediano; ABU = Abundante.
- 4.14. Disposição dos frutos (DFR): SOL = Solitário; CAC = Em cachos; AMB = Ambos.
- 4.25. Número de safras por ano (NSA): A safra deve ser considerada como o pico de produção.

5. *Descritores das sementes*

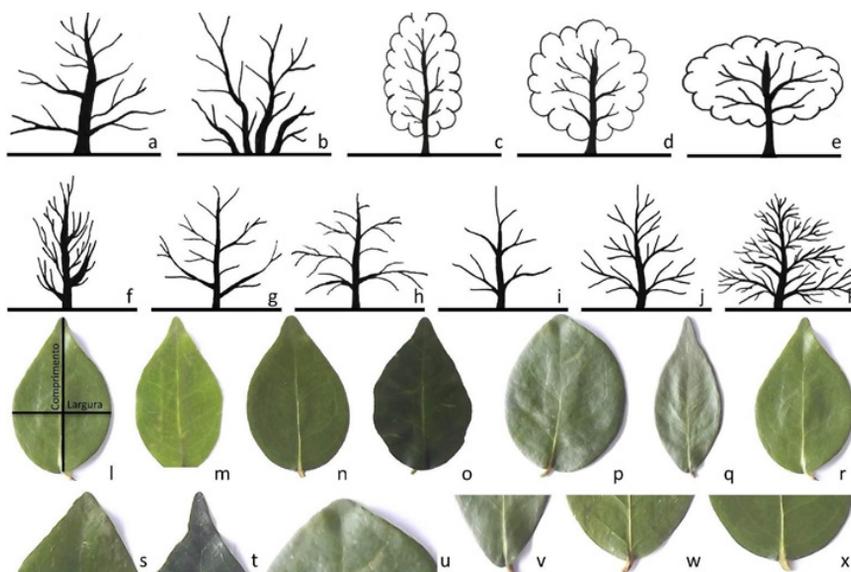
As sementes deverão ser provenientes de frutos normais e de ramos terminais da parte mediana da planta. As observações foram realizadas após coleta, lavagem e secagem a sombra de sementes bem formadas e sadias (média de 20 sementes nos quatro quadrantes, sendo cinco em cada quadrante).

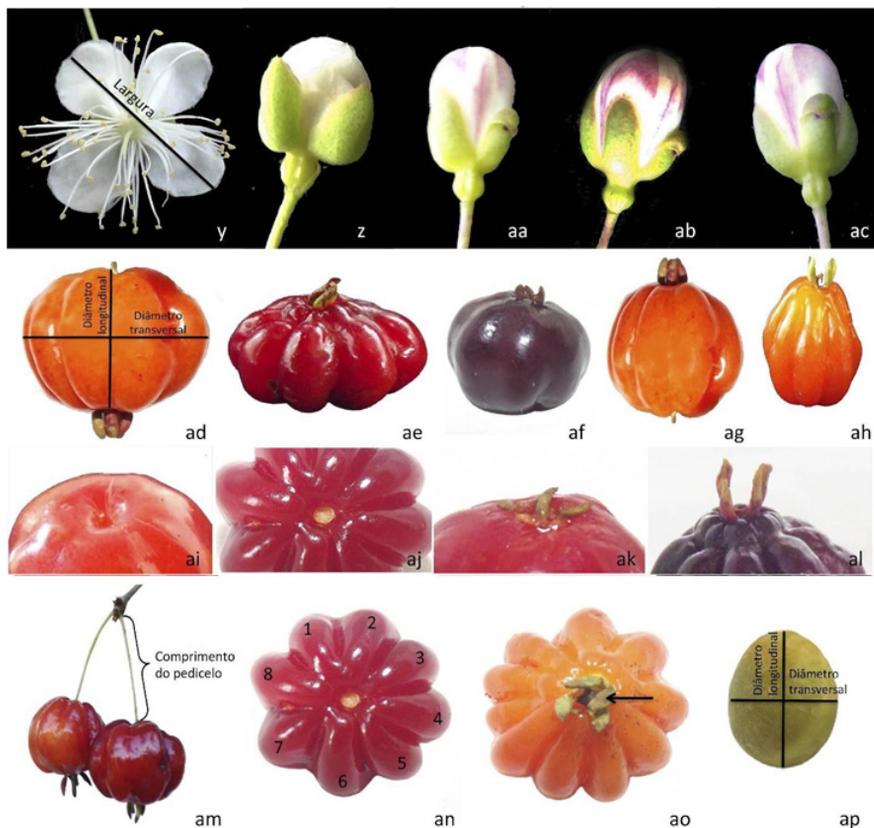
- 5.1. Massa da semente (MSE): Deve ser pesado com auxílio de uma balança de no mínimo duas casas decimais e a média expressa em gramas.
- 5.2. Diâmetro transversal da semente (DTS): Medido com auxílio de um paquímetro e expresso em milímetros (Figura 1ap).
- 5.3. Diâmetro longitudinal da semente (DLS): Medido com auxílio de um paquímetro e expresso em milímetros (Figura 1ap).

5.4. Relação do diâmetro transversal pelo longitudinal da semente (RTS): (RTS = DTS/ DLS).

5.5. Número de sementes por fruto (NSE)

Figura 1. Representação dos descritores qualitativos para a pitangueira. a-b) Hábito da planta (HPL): a) ARB = Arbóreo (a); b) ARS = Arbustiva. c-e) Forma da copa (FCO): c) ELI = Elipsoide; d) ESF = Esferoide; e) OBL = Obloide. f-h) Ramificação Padrão (RAM): f) VER = Vertical; g) HOR = Horizontal; h) INC = Inclinado. i-k) Densidade da ramificação da copa (DRC): i) ESC = Escassa; j) MED = Média; k) DEN = Densa. l) Largura e comprimento da folha (LFO). m-o) Intensidade da coloração verde da folha (ICV): m) CLA = Claro; n) MED = Médio; o) ESC = Escuro. p-r) Forma da folha (FFO): p) OVA = Ovalada; q) LAN = Lanceolada; r) ELP = Elíptica; OUT = Outro. s-u) Forma do ápice da folha (AFO): s) AGU = Agudo; t) ACU = Acuminado; u) OBT = Obtuso. v-x) Forma da base da folha (BFO): v) AGU = Agudo; w) CUN = Cuneado; x) OBT = Obtuso. y) Largura da flor (LFL). z, aa-ac) Cor dos botões (CBO) z) BRA = Branco; aa) BLR = Branco com listras rosas; ab) BLV = Branco com listras vermelhas; ac) BLX = Branco com listras roxas. ad) Diâmetro longitudinal e transversal do fruto. ae-ah) Forma do fruto (FFR): ae) REN = Reniforme; af) OBL = Oblato; ag) CIR = Circular; ah) ELP = Elíptico. ai-aj) Forma do ápice do fruto (FAF): ai) PLA=Plano; aj) CVX = Convexo. ak-al) Forma da base do fruto (FBF): ak) PLA=Plano; al) CNV = Côncavo. am) Comprimento do pedicelo do fruto (CPF). an) Número de lóbulos do fruto (NLB). ao) Persistência do cálice (PCA). ap) Diâmetro longitudinal e transversal da semente.





Imagens: Everton Hilo de Souza.

Diversidade fenotípica

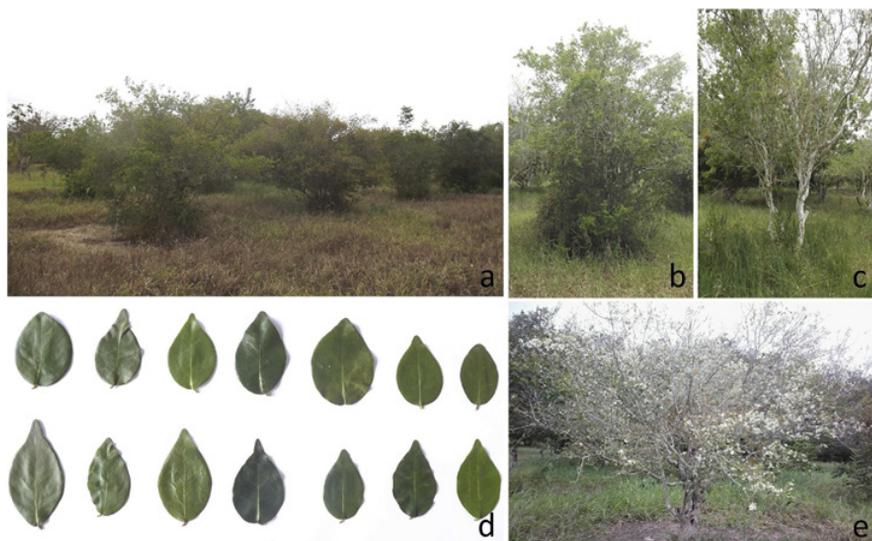
Observou-se variabilidade fenotípica na coleção de germoplasma de pitangueira a partir dos descritores relacionados (Figuras 2 e 3). Os dados quantitativos e qualitativos dos 42 genótipos estão disponíveis no Figshare (<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12489980.v1>).

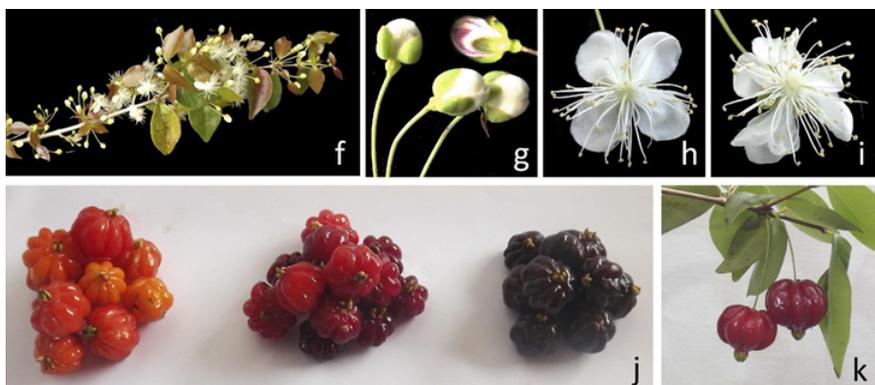
Dos 42 genótipos avaliados, 85,7% tiveram hábito arbustivo e número de brotações na base do caule variando de 1 a 10 (Figura 2 a-c). A altura média das plantas foi de 4,40 m, com variação de 2,1 m

no PIT-09 a 7,8 m no PIT-29. O DC1 (diâmetro da copa Norte-Sul) e o DC2 (diâmetro da copa Leste-Oeste) tiveram um máximo de 7,10 e 6,80 e o mínimo de 1,73 e 2,10, respectivamente. A circunferência do caule teve amplitude de 14 a 83 cm com média de 33,54 cm, o NBC (número de brotações do caule) variou de 1 a 10, não tendo, aparentemente, relação direta com a circunferência do caule.

Nos 42 genótipos avaliados predominaram copas de formato obloide (16) e indeterminado (16), seguidas de esferoide (5) e elipsoide (5). A largura da copa tem uma relação direta com a altura da planta, como ficou evidenciado neste estudo, quanto maior a planta maior a largura de sua copa.

Figura 2. Variabilidade fenotípica de acessos de pitangueiras (*Eugenia uniflora* L.) da Estação Experimental de Fruticultura Tropical, Conceição do Almeida, BA, Brasil. a-c) Plantas em estágio vegetativo. d) Variabilidade de folhas. e) Planta com florescimento abundante. f) Ramo juvenil com flores e botões. g) Variabilidade de botões. h-i) Flores com quatro (h) e oito pétalas (i). j-k) Variabilidade de frutos.





Imagens: Everton Hilo de Souza e Lucimário Pereira Bastos

As ramificações variaram de vertical (82,85%), inclinada (apenas o genótipo PIT-41) a indeterminada, característico de espécies heliófilas, em que os ramos vão em busca do sol, como é o caso da pitangueira (BEZERRA; SILVA JUNIOR; LEDERMAN, 2002). A maioria das plantas teve densa ou média densidade dos ramos (85,72%) em apenas 14% a densidade dos ramos foi escassa.

A avaliação das características da planta é um fator importante, pois incide diretamente no porte da planta e no planejamento e implantação do pomar, sendo poucos os estudos que definem o espaçamento mais racional para a cultura. A altura da planta influencia diretamente na colheita dos frutos. Plantas de porte relativamente baixo facilitam o processo de colheita e minimizam possíveis danos mecânicos dos frutos.

Em relação às folhas, pode-se observar uma variação no tamanho, forma e cor (Figura 2d). O comprimento e a largura variaram de 34,77 mm a 22,60 mm e 67,57 mm a 39,20 mm, respectivamente. A coloração verde variou de intensidade, claro (7%), médio (76%) e escuro (17%) (Figura 2d), vale destacar que todas as folhas foram coletadas no mesmo estágio fisiológico e pleno sol, pois as folhas juvenis apresentam uma coloração castanha clara à castanha

escura (Figura 2f) e na senescência uma coloração ligeiramente avermelhada, uma vez que a pitangueira é uma espécie semidecídua (FRANZON *et al.*, 2008).

O formato das folhas variou de elíptica (79%), ovalada (12%) e lanceolada (9%). Romagnolo e Sousa (2006) descreveram as folhas como de formato ovalada, não identificando folhas de outros formatos.

O formato do ápice da folha mais frequente foi o agudo, com 26 dos 42 genótipos avaliados. Em relação à base da folha foi observado o formato obtuso em 25 dos 42 genótipos. O tamanho, ápice e base das folhas influenciam diretamente no formato das folhas. O comprimento do pecíolo variou de 1,75 mm a 8,91 mm com média de 3,29 mm.

Lira Junior *et al.* (2007) descreveram as folhas com ápice acuminado ou obtuso e base de formato obtuso, e quanto ao formato das folhas os autores não definem categorias, justificando assim a necessidade de se criar uma lista de descritores para a espécie. A morfologia foliar é um descritor primário para muitas espécies, a exemplo da caramboleira (*Averrhoa carambola* L.), na qual mesmo sem as características de flores e frutos, apenas com as folhas podem diferenciar as variedades (ANDRADE; MARTINS, 2007).

As flores apresentaram em média 13,96 mm de largura, porém observaram-se genótipos com flores variando de 6,82 mm (PIT-11) a 19,45 mm (PIT-29). O número de sépalas não variou entre os genótipos, e o número pétalas variou de quatro (98% dos genótipos) a oito, apenas no PIT-15 (Figura 2h-i).

Para o caráter cor dos botões, ficou constatado uma grande variação: branco (33%), branco com listras rosas (24%), branco com listras vermelhas (38%) e branco com listras roxas (5%) (Figura 2g), porém a coloração das flores foi branca em 81% dos genótipos. As flores que apresentaram ainda alguma coloração de rosa, foram bem claras ou com poucas rajadas.

A intensidade do florescimento está relacionada diretamente com a frutificação (quantidade de frutos), característica importante na produtividade. Lira Junior *et al.* (2007) relataram que o clima é um dos fatores mais influentes para a cultura, pois o déficit hídrico pode causar abortamento das flores. Foi constatado também que além do déficit hídrico, chuvas fortes provocam a queda das flores e conseqüentemente reduz a produtividade.

Todos os genótipos avaliados apresentaram duas florações no ano, sendo a segunda safra mais abundante e com frutos de melhor qualidade aparente (tamanho e sintomas de doenças). A primeira florada ocorreu na segunda quinzena de fevereiro até a segunda quinzena de maio e a segunda florada da primeira quinzena de agosto até a segunda quinzena de novembro. Do florescimento à maturação dos frutos, leva em média de 30 a 45 dias, essa variação provavelmente relacionada ao genótipo e a, fatores ambientais, como temperatura e umidade no solo.

Os frutos apresentaram massa média de 4,61 g com variação de 2,68 g (PIT-18) a 6,44 g (PIT-20), a maioria de formato oblongo (relação entre os diâmetros longitudinal e transversal maior que 1 em 38 genótipos).

Existe uma relação direta entre a massa do fruto fresco e massa das sementes. Os frutos com massa acima de 4,61 g tiveram também sementes acima de 0,90 g, com exceção do PIT-13 que apresentou uma maior quantidade de polpa, com frutos grandes e pesados (5,07 g) e sementes leves (0,60 g), podendo ser um indicativo de boa produção para o consumo agroindustrial.

O número de sementes por frutos variou de um a quatro sementes, sendo desuniforme no próprio genótipo. Houve predominância de frutos com uma semente, observando-se outras sementes desuniformes em tamanho e massa em alguns frutos, conforme também verificado por Lira Junior *et al.* (2007).

A coloração do fruto é um importante descritor, visto que os produtos gerados (polpa da fruta e sucos) podem ser mais atrativos

para os consumidores. O epicarpo e a polpa, durante o processo de maturação dos frutos, mudam a coloração passando de verde para outras colorações como o amarelo, laranja, vermelho, vermelho intenso, chegando ao roxo. No presente estudo, os frutos maduros apresentaram coloração laranja (36%), vermelho (38%) e roxo (26%) (Figura 2j-k).

Com relação ao formato do ápice do fruto foram verificados formatos, plano e convexo, sempre com o cálice (restos florais), ambos não apresentando relação direta com o formato do fruto. Formatos plano e côncavo foram constatados para a base do fruto, sendo o côncavo a sua maioria (55%).

O tamanho do pecíolo foi uma das características de maior variação, de 7,81 mm a 30,22 mm. Essa característica não apresentou uma relação direta com o desprendimento dos frutos, pois, pecíolos longos ou curtos foram pouco, ou muito persistentes. Sete genótipos foram classificados como frágeis, 25 persistentes e dez como muito persistente. Essa característica influencia diretamente na rentabilidade da cultura, devido à queda intensa de frutos frágeis.

O número de lóbulos dos frutos variou de sete a nove, com a média de oito. Essa característica não é mantida dentro do próprio genótipo, pois entre as repetições da mesma planta há uma grande variação. Romagnolo e Souza (2006) encontraram genótipos com uma variação de sete a dez lóbulos, valores semelhantes ao encontrado neste trabalho.

A intensidade de frutificação e florescimento variou de escasso, mediano a abundante. Nenhum dos genótipos que apresentou florescimento abundante apresentou frutificação escassa. Os genótipos PIT-01, PIT-16, PIT-20, PIT-29, PIT-30 e PIT-33 foram os que tiveram maior florescimento e frutificação, sendo de interesse para futuros trabalhos de melhoramento.

Observou-se disposição dos frutos de forma solitária, em cachos ou ambos, e relação direta com a frutificação. Os seis

genótipos com frutificação abundante apresentaram disposição dos frutos em cachos.

Todos os genótipos tiveram, por anos consecutivos, duas safras anuais, assim como o florescimento, a primeira safra iniciou a partir da segunda quinzena de março e a segunda safra na primeira quinzena de outubro. A ocorrência de duas safras anuais é um importante fator na escolha de uma fruteira, pois, influencia diretamente na produtividade e por consequência na remuneração do produtor. Essa característica de duas safras anuais é comum na família Myrtaceae, a exemplo do camu-camuzeiro (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O.Berg e araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh) (YUYUMA, 2011).

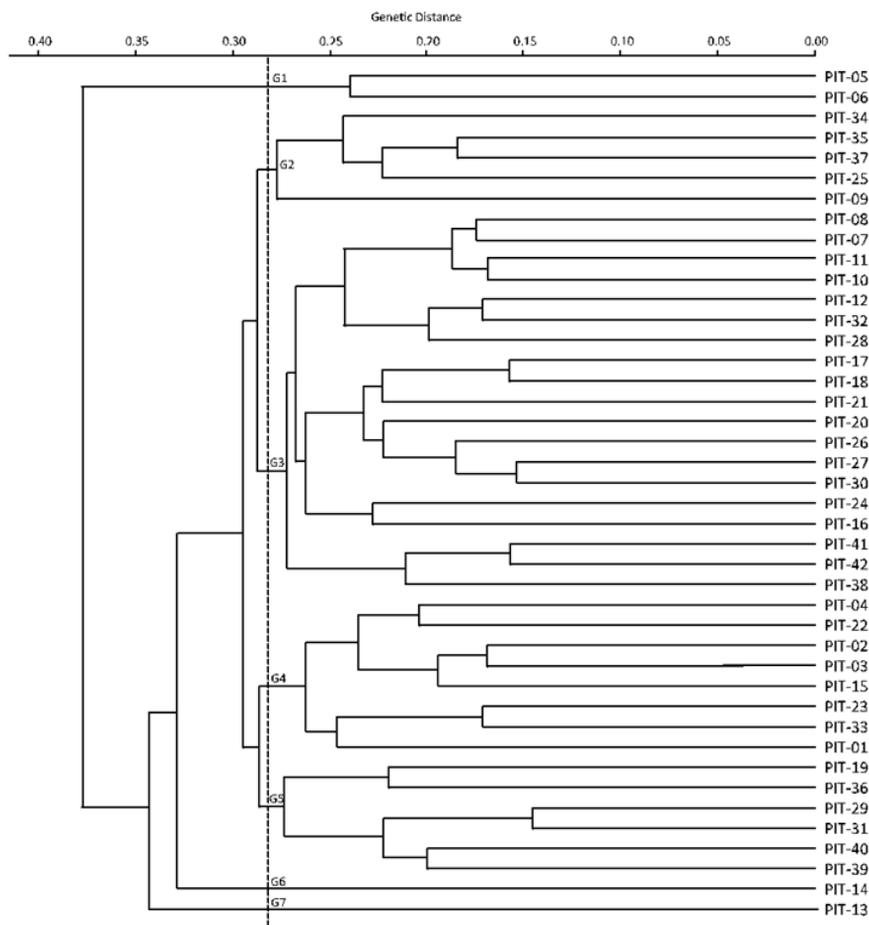
A aplicação dos descritores qualitativos e quantitativos permitiu identificar sete grupos de dissimilaridade, utilizando-se o algoritmo de Gower (GOWER, 1971), gerando o dendrograma a partir do ponto de corte ($D_{dg} = 0,28$) (Figura 3).

O coeficiente de correlação cofenética do dendrograma foi de $r = 0,86$ ($p < 0,0001$, 10.000 permutações) e revelou um bom ajuste entre a representação gráfica das distâncias e a sua matriz original conforme preconizado por Rohlf e Fisher (1968).

O primeiro grupo foi constituído por dois genótipos o PIT-05 e o PIT-06 que apresentam características semelhantes como a massa e tamanho dos frutos, relação transversal/longitudinal, cor dos botões e flores semelhantes. O segundo grupo foi composto por cinco genótipos PIT-09 PIT-25, PIT-34, PIT-35 e PIT-37 todos com frutos de coloração laranja, flores brancas, hábito arbustivo, frutos oblongos e folhas semelhantes.

O terceiro e maior grupo foi formado por 19 genótipos, PIT-07, PIT-08, PIT-10, PIT-11, PIT-12, PIT-16, PIT-17, PIT-18, PIT-20, PIT-21, PIT-24, PIT-26, PIT-27, PIT-28, PIT-32, PIT-32, PIT-38, PIT-41 e PIT-42, esses genótipos agregam características muito próximas, principalmente, em relação às quantitativas.

Figura 3. Dendrograma de dissimilaridade genética gerado pelo método UPGMA obtido com base no algoritmo de Gower, do conjunto de 44 caracteres qualitativos e quantitativos aplicados nos 42 genótipos de pitangueiras (*Eugenia uniflora* L.) anos de 2014 e 2015 da Estação Experimental de Fruticultura Tropical, Conceição do Almeida, BA, Brasil. CCC =0,86.



No quarto grupo foram agrupados oito genótipos PIT-01, PIT-02, PIT-03, PIT-04, PIT-15, PIT-22, PIT-23 e PIT-33. O quinto grupo foi compreendido por seis genótipos, PIT-19, PIT-29, PIT-29, PIT-31, PIT-39 e PIT-40 todos apresentaram frutos de coloração vermelha,

massas de frutos e sementes semelhantes e flores brancas. Os dois últimos grupos foram formados apenas por um genótipo, o grupo seis com o PIT-14 e o grupo sete com o PIT-13.

Conclusões

Os descritores quantitativos e qualitativos aplicados às características da planta, folha, flor, fruto e semente possibilitaram acessar a divergência fenotípica entre os genótipos de pitangueira.

A lista de 42 descritores foi validada e poderá ser utilizada, como ferramenta útil para caracterização de outras coleções ou populações de pitangueira, possibilitando acessar a diversidade genética local existente, auxiliando em futuros trabalhos de melhoramento genético, proteção de cultivares e no desenvolvimento de estratégias conservacionistas.

Referências

AMARAL JÚNIOR, A.T.; THIÉBAUT, J.T.L. **Análise multivariada na avaliação da diversidade em recursos genéticos vegetais**. Campos dos Goytacazes: UENF, 1999. 55 p.

ANDRADE, R.A.; MARTINS, A.B.G. Aspectos morfológicos de folhas na diferenciação de variedades de carambola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 386-388, 2007.

BAGETTI, M.; FACCO, E.M.P.; PICCOLO, J.; HIRSCH, G.E.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KOBORI, C.N.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T. Physicochemical characterization and antioxidant capacity of pitanga fruits (*Eugenia uniflora* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 147-154, 2011.

BEZERRA, J.E.F; SILVA JUNIOR, J.F.; LEDERMAN, I.E. **Pitanga** (*Eugenia uniflora* L.). Jaboticabal: FUNEP, 2002.

BEZERRA, J.E.F.; FREITAS, E.V.; LEDERMAN, I.E.; DANTAS, A.P. Performance of surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.) in Pernambuco, Brazil. II - Productive period 1989-1995. **Acta Horticulturae**, Curitiba, v. 452, n. 1, p. 37-142, 1997.

BRASIL. Instruções para a execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* DC.). **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, n. 170, p. 9-10, 04 set. 2014.

CASTRO, S.C.; ROZYCKI, V.; LATORRE, J.D.C.; ALESSO, C.A.; EXNER, D.J.; PIAGENTINI, A.; PIROVANI, M.É. Variation of *Eugenia uniflora* L. fruit quality attributes in the south of the Argentine Gran Chaco. Forests, **Trees and Livelihoods**, Montpellier, v. 29, n. 2, p. 130-142, 2020.

CONSOLINI, A.E.; BALDINI O.A.; AMAT, A.G. Pharmacological basis for the empirical use of *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) as antihypertensive. **Journal of Ethnopharmacology**, Co Clare, v. 66, n. 1, p. 33-39, 1999.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2001.

DIAS, A.B.; CARVALHO, M.A.P.; DANTAS, A.C.V.L.; FONSECA, V.J.A. Variabilidade e caracterização de frutos de pitangueiras em municípios baianos. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1169-1177, 2011.

FAQUETI, L.G.; PETRY, C.M.; MEYRE-SILVA, C. "Euglobal-like compounds from the genus *Eugenia*. **Natural Product Research**, Stuttgart, v. 27, n. 1, p. 28–31, 2013.

FIGUEIROA, E.O.; SILVA, L.C.N.; MELO, C.M.; NEVES, J.K.; SILVA, N.H.; PEREIRA, V.R.; CORREIA, M.T. Evaluation of antioxidant, immunomodulatory, and cytotoxic action of fractions from *Eugenia uniflora* L. and *Eugenia malaccensis* L.: correlation with polyphenol and flavonoid content. **Scientific World Journal**, New York, Id. 125027, p. 1-7, 2013.

FRANZON, R.C.; GONÇALVES, R.S.; ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B.; TREVISAN, R. Propagação da pitangueira através da enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 488-491, 2008.

GOWER, J.C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, Washington, v. 27, n. 4, p. 857-874, 1971.

HERRAIZ, F.J.; VILANOVA, S.; ANDÚJAR, I.; TORRENT, D.; PLAZAS, M.; GRAMAZIO, P.; PROGENS, J. Morphological and molecular characterization of local varieties, modern cultivars and wild relatives of an emerging vegetable crop, the pepino (*Solanum muricatum*), provides insight into its diversity, relationships and breeding history. **Euphytica**, Wageningen, v. 206, n. 2, p. 301–318, 2015.

IBPGR-International Board for Plant Genetic Resources. **Cherry descriptors**. Rome. 1985. 33p.

IBPGR-International Board for Plant Genetic Resources. **Descriptors for tomato (*Lycopersicon spp.*)**. Rome. 1996. 44p.

IBPGR-International Board for Plant Genetic Resources. **Descriptors for Citrus (*Citrus spp.*)**. Rome. 1999. 66p.

KÖPPEN, W. Das seographische system der climate. In: KÖPPEN W.; GEIGER, R. (ed.) **Handbuch der klimatologie**, v. 1, Part C. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Germany, 1936.

LIRA JÚNIOR, J.S.; BEZERRA, J.E.F.; LEBERMAN, I.E.; SILVA JUNIOR, J.F.D. **Pitangueira**. Recife: Linceu, 2007.

MAYES, S.; MASSAWE, F.J.; ALDERSON, P.G.; ROBERTS, J.A.; AZAM-ALI, S.N.; HERMANN, M. The potential for underutilized crops to improve security of food production. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 63, n. 3, p. 1075-1079, 2012.

MOURA, G.S.; OLIVEIRA, I.J.; BONOME, L.T.S.; FRANZENER, G. *Eugenia uniflora* L.: potential uses as a bioactive plant. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 85, n.1, p.1-9, 2018.

R CORE TEAM. 2020. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 jul. de 2020.

RAGHU, D.; SENTHIL, N.; SARASWATHI, T.; RAVEENDRAN, M.; GNANAM, R.; VENKATACHALAM, R.; SHANMUGASUNDARAM, P.; MOHAN, C. Morphological and simple sequence repeats (SSR) based finger printing of South Indian cassava germplasm. **International Journal of Integrative Biology**, Japan, v. 1, n. 2, p. 141-148, 2007.

ROHLF, F.J.; FISHER, D.R. Tests for hierarchical structure in random data sets. **Systematic Biology**, Oxford, v. 17, n. 4, p. 407-412, 1968.

ROMAGNOLO, M.B.; SOUSA, M.C.O. Gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) na planície alagável do Alto Rio Paraná, Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 20, n. 3, p. 529-548, 2006.

SANTOS, A.R.A.; SOUZA, E.H.; SOUZA, F.V.D.; FADINI, M.; GIRARDI, E.A.; SOARES FILHO, M.W.S. Genetic variation of *Citrus* and related genera with ornamental potential. **Euphytica**, Wageningen, v. 205, n. 4, p. 503-520, 2015.

SILVA, S.M. Pitanga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 1, 2006.

SOARES, D.J.; WALKER, J.; PIGNITTER, M.; WALKER, J.M.; IMBOECK, J.M.; EHRNHOFER-RESSLER, M.M.; BRASIL, I.M.; SOMOZA, V. Pitanga (*Eugenia uniflora* L.) fruit juice and two major constituents thereof exhibit anti-inflammatory properties in human gingival and oral gum epithelial cells. **Food & Function**, Australia, v. 5, n. 11, p. 2981-2988, 2014.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, Berlin, v. 11, n. 1, p. 30-40, 1962.

SOUZA, E.H.; COSTA, M.A.P.C.; SOUZA, F.V.D.; COSTA JUNIOR, D.S.; AMORIM, E.P.; SILVA, S.O.; SANTOS-SEREJO, J.A.

Genetic variability of banana with ornamental potential. **Euphytica**, Wageningen, v. 184, n.2, p. 355–367, 2012a.

SOUZA, E.H.; SOUZA, F.V.D.; COSTA, M.A.P.C.; COSTA JUNIOR, D.S.; SANTOS-SEREJO, J.A.S.; AMORIM, E.P.; LEDO, C.A.S.

Genetic variation of the *Ananas* genus with ornamental potential.

Genetic Resources and Crop Evolution, Dordrecht, v. 59, n.6, p. 1357-1376, 2012b.

SYAMA, S.; PREETHA, M.K.; VYSAKH, H.A.; LATHA, M.S. Health benefits of *Eugenia uniflora* L.: a review. In: GOYAL, M.R.; JOY, P.P.; SULERIA, H.A.R. **Plant secondary metabolites for human health: extraction of bioactive compounds**. Canada: CRC Press, pp. 151-166. 2020.

TAMURA, K.; DUDLEY, J.; NEI, M.; KUMAR, S. MEGA4: molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0.

Molecular Biology and Evolution, Oxford, v. 24, n.8, p. 1596-1599, 2007.

VALLS, J.F.M. Caracterização de recursos genéticos vegetais.

In: NASS, L. L. (Org.) **Recursos genéticos vegetais**. Brasília:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, v. 1, 2007. pp. 283-305.

YUYAMA, K. A cultura do camu-camu no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p.335-690, 2011.

Descritores para caracterização de mamoneira

*Simone Alves Silva
Gilmara de Melo Araujo
Deoclides Ricardo de Souza
Leandro da Silva Conceição
Maurício dos Santos da Silva
Ricardo Franco Cunha Moreira
Laurenice Araujo dos Santos*

Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família Euphorbiaceae, sendo uma valiosa cultura oleaginosa que fornece quase todo o suprimento mundial de hidroxiácido (ácido carboxílico hidroxilado) (TORRES *et al.*, 2015). É uma espécie de grande importância para o Brasil, principalmente para a economia do semiárido nordestino, tanto como cultura alternativa de reconhecida resistência à seca, como fator fixador de mão de obra, gerador de empregos e de matéria-prima, indispensáveis ao progresso da região e do país (FIGUEIREDO NETO *et al.*, 2004).

Dentre as oleaginosas cultivadas no país, ela se destaca em razão das características peculiares do óleo extraído diretamente de suas sementes, podendo ser amplamente utilizado na indústria e fonte de matéria-prima para a fabricação de biodiesel (LUZ, 2012).

Estudos demonstram que a mamoneira possui grande variabilidade genética observada pela caracterização botânicas, agrônômicas e moleculares (BAHIA *et al.*, 2008; BEZERRA NETO, *et al.*, 2010; MACHADO, *et al.*, 2013; BALDANZI *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2017b). Esta variabilidade deve ser conhecida e conservada porque pode se tornar fonte importante de genes para os programas de melhoramento. Todavia, sem o conhecimento da diversidade

existente nas coleções, a utilidade do germoplasma é reduzida. Sendo assim, métodos e processos adequados para caracterização de germoplasma são fundamentais para tornar mais eficiente o uso da variabilidade disponível (JUNIOR e SILVA, *et al.* 2013).

No Brasil, um dos primeiros trabalhos de observação da variabilidade existente na cultura da mamoneira foi publicado pelo IAC em 1942, onde se observou, por meio de características fenotípicas, que as primeiras 96 variedades e tipos reunidos em sua coleção apresentavam extraordinária variabilidade em quase todos os caracteres avaliados (KRUG e MENDES, 1942).

Em 1989, para facilitar os trabalhos dos pesquisadores, Veiga *et al.* (1989), criaram uma lista de 36 descritores para caracterização e avaliação de germoplasma de mamoneira, baseada em observações realizadas em 160 acessos do IAC e em informações obtidas em outras instituições que trabalhavam com a cultura.

Com o mesmo objetivo, porém mais voltado para ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE) em mamoneira, uma das exigências para a solicitação da proteção de cultivares, em agosto de 2008, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), publicou um documento com instruções buscando estabelecer diretrizes para avaliação de DHE na espécie (BRASIL, 2008), no qual consta uma lista composta de 35 descritores, cada qual com uma classe fenotípica correspondente. No mesmo ano, Milani (2008) publicou uma lista de descritores de mamoneira utilizada pela Embrapa Algodão, composta por 52 descritores, sendo 29 qualitativos e 23 quantitativos. Assim como os outros descritores, estes foram avaliados e sugeridos como importantes na caracterização da mamoneira, e adotados ao longo do programa de melhoramento da espécie pelo NBIO, na UFRB (SILVA *et al.*, 2017a).

Mesmo com a grande variedade de descritores disponibilizados para a cultura, muitos pesquisadores ou centros de pesquisa estabelecem seus próprios descritores (BRUM *et al.*, 2011; SILVA

et al., 2017), considerando suas necessidades e objetivos, o que faz com que a quantidade de descritores torne-se ainda maior.

No entanto, avaliar, em uma mesma população, todos os descritores disponíveis, exige um maior dispêndio de tempo e esforço para coleta de dados por parte dos pesquisadores, aumentando assim os custos de avaliação e o tempo necessário para descrições genotípicas precisas (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Por conta disso, a maioria dos pesquisadores que realizaram trabalhos com a cultura da mamoneira optou por utilizar parte dos descritores disponíveis (PASSOS *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2017a). Entretanto, na maioria das vezes, a escolha de qual descritor utilizar é feita de forma aleatória, sem a realização de nenhum estudo que determine quais descritores melhor discriminam a população em estudo e melhor representam a variabilidade existente na cultura.

O fato é que, geralmente, todo caráter deve apresentar uma parcela de contribuição na variação do germoplasma analisado. Entretanto, há uma tendência de que o aumento do número de descritores avaliados ocasione a presença de informações redundantes, posto que essas informações quase sempre estão associadas a outras (DAHER, 1993). Logo, a eliminação dos redundantes seria uma decisão vantajosa, pois reduziria o trabalho de tomada de dados sem ocasionar perda na precisão da caracterização, especialmente se esses caracteres forem de difícil mensuração. Além de permitir antecipar o potencial de cada genótipo face às características genéticas desejadas (PEREIRA, 1989; SILVA JUNIOR *et al.* 2013).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar descritores com maior efeito na caracterização de mamoneiras, sem que ocorra perda de precisão com a eliminação dos descritores redundantes, permitindo identificar aqueles que melhor discriminam indivíduos e melhor representam a variabilidade existente numa população em estudo.

Materiais e métodos

O trabalho foi realizado nas safras agrícolas 2013/2014 e 2014/2015, em área experimental pertencente ao Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), vinculado ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas (BA), localizada a 12°40'39"S, 39°40'23"O, altitude de 220 m. Segundo a classificação de Köppen (1931), o clima é do tipo Af, ou seja, clima quente, com o mês mais frio com temperatura superior a 18 °C e o mais seco com precipitação igual ou superior a 60 mm; a pluviosidade média anual é de 1.200 mm, sendo os meses de março a julho os mais chuvosos, e outubro e janeiro os mais secos, com temperatura média anual de 24,2 °C.

Foram avaliadas 20 linhagens oriundas do programa de melhoramento genético do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia - NBIO/UFRB: UFRB 11; UFRB 15; UFRB 19; UFRB 23; UFRB 32; UFRB 86; UFRB 93; UFRB 151; UFRB 160; UFRB 208; UFRB 214; UFRB 222; UFRB 227; UFRB 241; UFRB 242; UFRB 248; UFRB 255; UFRB 258; UFRB 262 e UFRB 264 e quatro parentais: BRS 149 – Paraguaçu; BRS 188 – Nordestina; Sipeal 28 e EBDA – MPA 17.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de uma única linha com seis plantas espaçadas de três metros entre linha e um metro entre plantas.

Condução do experimento

A área foi reparada de forma convencional, 60 dias antes do plantio, passando pelo processo de aração e gradagem. As necessidades de correções, calagens e adubações de fundação

e cobertura da área experimental foram realizadas com base na análise do solo. A calagem foi realizada a base de calcário dolomítico incorporado ao solo, na ordem de duas toneladas por hectare, no primeiro ano agrícola.

O plantio foi feito por meio de semeadura direta no campo, em covas, abertas com o auxílio de enxada, com profundidade três vezes superior ao tamanho da semente, utilizando três sementes por cova, com desbaste realizado aos quinze dias após emergência (DAE), deixando a mais vigorosa.

Uma adubação de fundação de fósforo com aplicação de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, nos dois anos que precedeu os experimentos, duas adubações de cobertura com potássio e nitrogênio na ordem de 40 kg ha⁻¹ parcelados em 20 kg ha⁻¹ em 30 e 60 DAE. Após o surgimento da primeira folha definitiva foi feito o desbaste, deixando-se apenas uma planta por cova, e 40 dias após o plantio foi aplicado 40 kg/ha⁻¹ de N por cobertura.

Para o controle das plantas invasoras efetuou-se capinas braçal e roçagem mecanizada, sendo que os tratos fitossanitários foram feitos de acordo com a necessidade da cultura, e para evitar o ataque do mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*) foram feitas três pulverizações com intervalo de 15, após as plantas apresentarem mais de 90 dias da germinação.

Avaliações

Foram avaliados 18 descritores quantitativos e 22 qualitativos de acordo com as classes fenotípicas dos descritores apresentados no Formulário de Instruções para Execução dos Ensaio de Distinguidade, Homogeneidade e Estabilidade de Cultivares de Mamona (*Ricinus communis* L.) do MAPA (BRASIL, 2008) e com o auxílio de imagens apresentadas no Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008), acrescidos de outros descritores sugeridos pelo NBIO.

Descritores quantitativos

Descritores MAPA (BRASIL, 2008)

1.1. Inserção do Racemo Primário (IRP): Avaliação em pleno florescimento do racemo primário. Medido com auxílio de uma trena do solo até o ponto de inserção do primeiro racemo.

1.2. Número de Internódios do Caule (NIC): Avaliação em pleno florescimento do racemo primário. Contar a número de cicatrizes presentes no caule.

1.3. Comprimento Médio do Internódio (CMIC): Avaliação em pleno florescimento do racemo primário. Obtido pela relação NIC/IRP.

1.4. Florescimento (FLO): Da emergência até o início da floração feminina do primeiro racemo. Subtração da data de florescimento pela data de germinação.

1.5. Estatura da Planta (EP): Pleno florescimento do último racemo comercial. Medido com auxílio de uma trena do solo até o ápice do ramo mais alto da planta.

1.6. Número de Racemos Colhidos (NRC): Pleno florescimento do último racemo comercial. Contar o número de racemos emitidos por cada planta.

1.7. Comprimento do Racemo Primário (CRP): Pleno florescimento do último racemo comercial. Medido com auxílio de uma régua do ápice do 1º racemo até a cicatriz do primeiro nó.

1.8. Peso de 100 sementes a 9 % de umidade (P100): Sementes extraídas dos frutos após secagem. Determinação da umidade das sementes de acordo com a RAS (BRASIL, 2009) pelo método da estufa a 105 °C, e utilização de uma regra de três simples para determinar o peso de 100 sementes a 9% de umidade.

Descritores NBIO (2014)

1.9. Número de Frutos por Planta (NFP): Contagem do número de frutos dos quatro primeiros racemos.

- 1.10. Número de Sementes por Planta (NSP): Contagem do número de sementes dos quatro primeiros racemos.
- 1.11. Peso de sementes por Planta (PSP): Soma do peso das sementes dos quatro primeiros racemos, utilizando uma balança analítica.
- 1.12. Peso de frutos por planta (PFP): Soma do peso dos frutos dos quatro primeiros racemos, utilizando uma balança analítica.
- 1.13. Produtividade (PROD): Calcular a estimativa para cada planta em Kg ha⁻¹.
- 1.14. Número de frutos do racemo primário (NFRP): Contagem do número de frutos do primeiro racemo.
- 1.15. Número de sementes do racemo primário (NSRP): Contagem do número de sementes do primeiro racemo.
- 1.16. Peso de frutos do racemo primário (PFRP): Pesagem dos frutos do racemo primário utilizando uma balança analítica.
- 1.17. Peso de sementes do racemo primário (PSRP): Pesagem das sementes do racemo primário utilizando uma balança analítica.
- 1.18. Peso do racemo primário (PRPR): Pesagem do racemo primário por completo, utilizando uma balança analítica.

Descritores qualitativos

Descritores MAPA (BRASIL, 2008)

- 1.1. Pigmentação com antocianina (PAH): Até 10 dias após a emergência, observar visualmente, se há presença ou ausência de antocianina no hipocótilo. AUS = Ausente; PRE = Presente.
- 1.2. Cerosidade do Caule (CEC): Em pleno florescimento do racemo primário, registrar se há presença ou ausência de cera no caule. AUS = Ausente; PRE = Presente.
- 1.3. Coloração do Caule (CC): Em pleno florescimento do racemo primário, avaliar de forma visual com auxílio de imagens do

Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) as classes fenotípicas do MAPA (BRASIL, 2008). VCL = Verde-clara; VME = Verde-média; V = VES = Verde-escura; VRO = Verde-rosada; ROS = Rosada; AVE = Avermelhada; MAV = Marrom-avermelhada; ARO = Arroxeadada.

1.4. Face Superior do Limbo (FSL): Em pleno florescimento do racemo primário, avaliar o ângulo formado pelo limbo foliar na face superior. PLA = Plana; PAF = Pouco afunilada; AFU = Afunilada.

1.5. Pigmentação da Nervura Principal (PNP): Em pleno florescimento do racemo primário, avaliar a coloração das nervuras na face inferior das folhas maduras. ESV = Esverdeada; AVE = Avermelhada.

1.6. Cerosidade da Fase Superior do Limbo (CEFSL): Em pleno florescimento do racemo primário, observar se há presença ou ausência de cerosidade no limbo superior das folhas maduras. AUS = Ausente; PRE = Presente.

1.7. Flores Masculinas nos Racemos (FMR): Em pleno florescimento do racemo primário, verificar se há presença ou ausência de flores masculinas. AUS = Ausente; PRE = Presente.

1.8. Localização das Flores Masculinas (LFMR): Em pleno florescimento do racemo primário, observar se as flores masculinas estão em sua maioria na parte inferior do racemo primário ou entremeadas com as femininas. PPI = Predominante na parte inferior do racemo; ECF = Entremeadas com as femininas.

1.9. Coloração do Estigma (CE): Em pleno florescimento do racemo primário, observar a coloração do estigma antes da polinização. AMA = Amarelada; ESV = Esverdeada; ALA = Alaranjada; AVE = Avermelhada; ROS = Rosada.

1.10. Arquitetura da Planta (AQP): Em pleno florescimento do último racemo comercial, avaliar visualmente a arquitetura da planta. ERE = Ereta; SER = Semiereta; ABE = Aberta.

1.11. Densidade do Racemo (DR): Em pleno florescimento do racemo

primário, avaliar visualmente o primeiro racemo. ESP = Esparsa; INT = Intermediária; COM = Compacta.

1.12. Forma do Racemo (FR): Em pleno florescimento do racemo primário, avaliar visualmente o primeiro racemo. GLO = Globosa; CIL = Cilíndrica; CON = Cônica.

1.13. Cerosidade do Fruto (CEF): Em frutos imaturos do racemo primário, avaliar visualmente a cerosidade. AUS = Ausente; PRE = Presente.

1.14. Cor do Fruto (CF): Avaliação visual com auxílio de imagens do Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) e nas classes fenotípicas do MAPA (BRASIL, 2008). AMA = Amarelada; VCL = Verde-clara; VME = Verde-média; VES = Verde-escura; VRO = Verde-rosada; ROS = Rosada; AVE = Avermelhada; ARO = Arroxçada.

1.15. Densidade dos Acúleos dos Frutos (DACF): Avaliação visual da densidade de acúleos dos frutos. BAI = Baixa; MED = Média; ALT = Alta.

1.16. Coloração dos Acúleos dos Frutos (CAF): Avaliação visual com auxílio de imagens do Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) e nas classes fenotípicas do MAPA (BRASIL, 2008). AMA = Amarelada; VCL = Verde-clara; VME = Verde-média; VES = Verde-escura; VRO = Verde-rosada; ROS = Rosada; AVE = Avermelhada; ARO = Arroxçada.

1.17. Deiscência dos Frutos (DEF): Avaliação realizada em frutos ou racemos maduros de acordo com a quantidade de frutos abertos. DEI = Deiscente; SDE = Semideiscente; IND = Indeiscente.

1.18. Presença de Coloração Secundária (PCS): Avaliação visual em sementes colhidas de frutos maduros. AUS = Ausente; PRE = Presente.

1.19. Coloração Principal da Semente (CPS): Avaliação visual em sementes colhidas de frutos maduros com auxílio de imagens do

Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) e nas classes fenotípicas do MAPA (BRASIL, 2008). BRA = Branca; AMA = Amarelada; AVE = Avermelhada; MCL = Marrom-clara; MME = Marrom-média; MES = Marrom-escura; MAV = Marrom-avermelhada; ACI = Acinzentada; PRE = Preta.

1.20. Coloração Secundária da Semente (CSS): Avaliação visual em sementes colhidas de frutos maduros com auxílio de imagens do Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) e nas classes fenotípicas do MAPA (BRASIL, 2008). BRA = Branca; AMA = Amarelada; AVE = Avermelhada; MCL = Marrom-clara; MME = Marrom-média; MES = Marrom-escura; MAV = Marrom-avermelhada; ACI = Acinzentada; PRE = Preta.

1.21. Forma da Semente (FS): Avaliação visual em sementes colhidas de frutos maduros quanto ao formato. ARR = Arredondada; ELI = Elipsoide.

1.22. Protuberância da Carúncula (PDC): Avaliação visual em sementes colhidas de frutos maduros quanto a protuberância da carúncula. LEV = Leve; ACE = Acentuada.

Para os descritores quantitativos, mesmo o MAPA sugerindo classes para cada intervalo de valores das características avaliadas, optou-se por não classificar os dados segundo os intervalos, de modo a obter o máximo de informação possível dos mesmos. Para os descritores qualitativos seguiram a recomendação do MAPA de atribuição de códigos de acordo com a característica apresentada.

Os dados destes descritores foram inicialmente submetidos à análise de variância e, em seguida, realizou-se a análise multivariada mediante as variáveis canônicas, conforme Cruz (2006), com base nos 18 descritores quantitativos avaliados. Foi realizada a identificação dos

descritores redundantes, por meio da metodologia proposta por Jolliffe (1973), sendo indicado para descarte todo descritor que apresentou maior coeficiente de ponderação em valor absoluto (autovetor), na variável canônica de autovalor menor, partindo-se da última variável até aquela que seu autovalor não excedeu 0,70. Para auxiliar na decisão de descarte, foram estimados os coeficientes de correlação de Spearman entre todos os descritores quantitativos, para verificar a associação entre os descritores descartados e os remanescentes. A significância do coeficiente de correlação foi verificada pelo teste de *t*. Para os descritores qualitativos, foi estimado o nível de entropia dos caracteres (*H*) por meio do coeficiente de entropia de Renyi. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos Programas Genes (CRUZ, 2006) e Programa R (RAO, 2013).

Resultados e discussão

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas imagens representativas das variações fenotípicas observadas nas populações de mamoneira em estudo, seguindo os diferentes estádios fenológicos da cultura, nos dois anos de cultivo, o que permitiu avaliar os descritores qualitativos e quantitativos obtidos neste trabalho.

Figura 1. Variações fenotípicas observadas nos estádios fonológicos. 1A) Hipocótilo, 1B) Planta, 1C) Caule e 1D) Folha, nas populações de mamoneira nos dois anos de cultivo.



1A - Hipocótilo: pigmentação com antocianina

Ricinus communis L.



1B - Planta: arquitetura, estatura.



1C - Caule: coloração, diâmetro, entrenós, cerosidade.



1D - Folha: face superior do limbo, pigmentação das nervuras.



Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia
www.nbio.ufrb.edu.br

Imagens: arquivos NBIO/UFRB.

Figura 2. Variações fenotípicas observadas nos estádios fonológicos. 2A) Inflorescência, 2B) Fruto e 2C) Semente, nas populações de mamoneira nos dois anos de cultivo.



2A - Inflorescência: flores masculinas, femininas, coloração.



2B - Fruto: número, comprimento, densidade, forma, acúleos, coloração de racemos



2C - Semente: coloração principal, secundária, forma, peso rendimento.

Os descritores quantitativos avaliados nos dois anos de cultivo e a amplitude dos valores apresentados para as variáveis estudadas são demonstrados na Tabela 1. Os coeficientes de variação oscilam de 11,65% a 37,66%, para os descritores Florescimento (FLO) e Número de Racemos Colhidos (NRC), respectivamente, inferiores aos apresentados por Cargnelutti Filho *et al.* (2010), que, avaliando dois híbridos de mamoneira encontraram valores para o caráter Dias para o Florescimento (DIAF) de 12,01 e 12,47 e Número de Racemos por Planta (NRP) de 66,27 e 79,53 para os híbridos Sara e Lyra, respectivamente.

Tabela 1. Estatística descritiva e teste de normalidade dos descritores quantitativos estudados em 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira no primeiro e segundo ano de cultivo. Cruz das Almas, BA, Brasil.

Descritores	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Teste de Normalidade
FLO	48,63	74,63	55,91	6,51	11,65	0,82*
EP	128,96	330,88	214,58	47,30	22,04	0,97 ^{ns}
IRP	50,71	132,35	84,58	21,33	25,22	0,96 ^{ns}
NIC	10,40	20,83	15,71	2,41	15,32	0,96 ^{ns}
CMIC	3,90	7,33	5,39	0,93	17,3	0,96 ^{ns}
CRP	19,41	39,35	27,87	5,89	21,12	0,93*
NFRP	20,13	66,38	37,17	11,28	30,34	0,93*
NSRP	60,38	199,13	111,51	33,84	30,34	0,93*
PRPR	72,01	234,61	129,24	37,64	29,13	0,93*
PFRP	63,98	179,09	106,53	26,48	24,85	0,92*
PSRP	42,11	138,33	78,46	23,21	29,58	0,93*
NFP	91,50	334,13	210,11	64,74	30,81	0,97 ^{ns}
NSP	338,63	1002,38	654,62	176,86	27,02	0,97 ^{ns}

PPF	273,70	965,53	572,65	166,50	29,08	0,97 ^{ns}
NRC	6,04	29,00	13,14	4,95	37,66	0,94*
PSP	176,43	610,27	377,68	110,64	29,29	0,98 ^{ns}
PROD	588,08	2013,90	1247,79	365,98	29,33	0,98 ^{ns}
P100	34,35	80,65	62,63	9,76	15,59	0,91*

FLO: Florescimento; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; NIC: Número de internódio do caule; CMIC: Comprimento médio dos internódios do caule; CRP: Comprimento do racemo primário; NFRP: Número de frutos do racemo primário; NSRP: Número de sementes do racemo primário; PRPR: Peso do racemo primário; PFRP: Peso do fruto do racemo primário; PSRP: Peso das sementes do racemo primário; NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de sementes por planta; PFP: Peso de frutos por planta; NRC: Número de racemos colhidos; PSP: Peso de sementes por planta; PROD: Produtividade; P100: Peso de cem sementes.

Ao analisar as estimativas dos autovalores associados às variáveis canônicas e suas respectivas variâncias relativas e acumuladas obtidas para os 18 caracteres morfológicos quantitativos percebe-se que as três primeiras variáveis canônicas conseguem explicar 75,75% da variação total acumulada no ano 1 e 87,79% no ano 2 (Tabela 2). A variância acumulada do ano 1 é semelhante à encontrada por Negreiros *et al.* (2013), que avaliando a divergência genética entre progênies de pupunheira quanto a caracteres de palmito indicam que as três primeiras variáveis canônicas somam 75,12% da variância original dos dados. Oliveira *et al.* (2013), por sua vez, avaliando a divergência genética em uma população segregante F3 de mamoneira no Recôncavo Baiano, observou que as duas primeiras variáveis canônicas obtidas pela metodologia Ward-MLM explicou 95% da variação total.

As variâncias acumuladas são concentradas até a 12^a variável canônica no ano 1 e até a 11^a no ano 2, correspondendo, respectivamente, a 98,94% e a 98,99%, de toda a variação disponível (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativas dos autovalores associados às variáveis canônicas e suas variâncias total e acumulada, obtidas a partir dos dezoito descritores morfológicos avaliados nas 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira em dois anos de cultivo. Cruz das Almas, BA, Brasil.

Variáveis Canônicas	Autovalores		Variância (%)		Variância acumulada (%)	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
1	16,86	37,42	45,09	60,36	45,09	60,36
2	8,82	13,63	23,60	21,99	68,69	82,34
3	2,64	3,38	7,06	5,44	75,75	87,79
4	2,42	2,59	6,47	4,17	82,21	91,96
5	1,66	1,31	4,43	2,12	86,64	94,08
6	1,31	1,08	3,52	1,75	90,16	95,83
7	1,07	0,57	2,86	0,92	93,02	96,74
8	0,76	0,44	2,02	0,71	95,04	97,45
9	0,54	0,41	1,44	0,66	96,48	98,11
10	0,48	0,30	1,29	0,48	97,76	98,59
11	0,24	0,25	0,65	0,41	98,42	98,99
12	0,19	0,19	0,52	0,31	98,94	99,30
13	0,15	0,16	0,39	0,26	99,33	99,56
14	0,09	0,09	0,23	0,15	99,56	99,71
15	0,06	0,07	0,17	0,11	99,72	99,82
16	0,06	0,06	0,16	0,09	99,88	99,91
17	0,02	0,04	0,07	0,07	99,95	99,98
18	0,02	0,01	0,05	0,02	100,00	100,00

Segundo Pereira, Silva e Souza (1992), estudando seleção de descritores em mandioca, a distribuição da variância está associada

ao número de descritores utilizados na análise, sendo concentrada nas primeiras variáveis canônicas apenas quando se utiliza um número reduzido de descritores de interesse agrônomo, ou quando os descritores estão em um mesmo grupo (folha, floração, frutos, etc.).

A análise de variáveis canônicas permite realizar o descarte de descritores morfológicos, eliminando, desta forma, aqueles que oferecem pouca contribuição na caracterização da população em estudo (NEGREIROS *et al.*, 2008). Utilizando-se da metodologia proposta por Jolliffe (1972; 1973), que estabelece a eliminação dos descritores de maior peso nas variáveis canônicas cuja associação entre autovetores e autovalores são inferiores a 0,7, sendo descartados nove descritores quantitativos no primeiro ano e 12 no segundo ano, na seguinte ordem: Ano 1: FLO, PFRP, NRC, NFRP, PSRP, PSP, NSP, PROD e NIC (Tabela x). Ano 2: FLO, CMIC, NFRP, PFRP, PROD, NSRP, PFP, IRP, NFP, NIC, CRP e EP (Tabela 3 e 4). Indicando que no primeiro e no segundo ano, 50,00% e 66,67%, respectivamente, dos descritores quantitativos são desnecessários para a caracterização das linhagens de mamoneira.

Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de ponderação associados às variáveis canônicas de autovetores inferiores 0,70 e identificação dos caracteres com indicação para descarte, em cada componente, pela seleção direta das 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira no primeiro ano de cultivo. Cruz das Almas, BA, Brasil.

Variáveis	Variáveis Canônicas									
	VC9	VC10	VC11	VC12	VC13	VC14	VC15	VC16	VC17	VC18
FLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.57
EP	-0.18	-0.04	-0.47	0.67	-0.93	0.41	-0.61	0.09	0.20	0.49
IRP	-0.38	0.26	0.22	-0.07	0.25	0.06	0.29	1.24	-0.88	-0.30
NIC	2.73	-0.39	-1.06	0.41	-0.49	-0.49	-0.01	2.93	-2.69	0.11

CMIC	-0.06	0.28	0.20	-0.59	0.81	-0.44	-0.60	-0.41	1.27	-0.31
CRP	1.13	0.83	-0.11	-0.03	0.04	0.34	0.39	-1.11	0.56	-0.48
NFRP	-	-	-	-	-	-	-0.67	-0.59	1.05	0.01
NSRP	-1.33	-0.04	0.84	0.73	-0.90	0.10	0.29	-1.78	1.63	0.27
PRPR	0.45	-0.26	-0.15	1.99	-1.26	0.35	-0.18	2.98	-3.05	0.07
PFRP	-	-	-	-	-	-	-	-	4.63	-0.08
PSRP	-	-	-	-	-	-0.87	-0.10	0.07	1.32	-0.19
NFP	-2.63	1.56	0.27	0.38	-0.70	0.33	-0.38	0.90	-0.69	-0.14
NSP				-2.54	1.71	0.58	-0.12	-2.50	2.94	0.01
PFP	-1.90	2.01	0.23	-0.86	1.05	0.14	0.10	-0.96	0.48	0.18
NRC	-	-	-	-	-	-	-	3.45	-2.30	-0.01
PSP	-	-	-	-	-3.11	-0.30	0.05	1.53	-1.20	0.07
PROD	-	-	-1.22	-2.32	2.34	0.16	-0.08	-0.66	0.32	0.15
P100	0.53	-1.30	0.65	0.27	0.14	-0.04	-0.28	1.00	-1.36	0.00

FLO: Florescimento; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; NIC: Número de internódio do caule; CMIC: Comprimento médio dos internódios do caule; CRP: Comprimento do racemo primário; NFRP: Número de frutos do racemo primário; NSRP: Número de sementes do racemo primário; PRPR: Peso do racemo primário; PFRP: Peso do fruto do racemo primário; PSRP: Peso das sementes do racemo primário; NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de sementes por planta; PFP: Peso de frutos por planta; NRC: Número de racemos colhidos; PSP: Peso de sementes por planta; PROD: Produtividade; P100: Peso de cem sementes.

Ao analisar o descarte preliminar, para os descritores quantitativos, com o uso das estimativas dos coeficientes de ponderação associados às variáveis canônicas de autovetores, verifica-se que o primeiro caráter indicado para descarte em ambos os anos é o Florescimento (FLO), visto que teve o maior peso no módulo com a última variável canônica, tanto no primeiro ano como no segundo ano, com (-1,57) e (-4,13), respectivamente (Tabela 3 e 4).

Tabela 4. Estimativas dos coeficientes de ponderação associados as variáveis canônicas de autovetores inferiores 0,70 e identificação dos caracteres com indicação para descarte, em cada componente, pela seleção direta das 20 linhagens e 4 parentais de mamoneira no segundo ano de cultivo. Cruz das Almas, BA, Brasil.

Descritores	Variáveis Canônicas											
	VC7	VC8	VC9	VC10	VC11	VC12	VC13	VC14	VC15	VC16	VC17	VC18
FLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.13
EP	-6174.82	6175.30	-0.24	-0.78	0.33	1.08	-1.32	-0.55	-0.24	4.79	-3.89	0.54
IRP	-	-	-	-	0.86	1.18	-1.64	0.09	-0.21	-1.14	2.26	-0.23
NIC	-	-	-1.04	-1.22	0.42	-0.41	-0.39	0.54	-0.09	3.90	-3.32	0.92
CMIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-6.05	0.78
CRP	-	-6193.56	0.11	-0.74	-0.22	-0.19	-0.38	1.02	-0.33	0.17	-0.07	0.52
NFRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.84	-4.98	0.72
NSRP	-	-	-	-	-	-	1.81	-0.02	0.10	-1.47	1.75	-0.08
PRPR	-1428.50	1428.12	-0.72	-0.08	0.60	-0.74	0.20	0.03	0.35	-3.27	3.77	-0.47
PFRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.48	0.02	0.13	-0.43
PSRP	-1787.81	1787.32	-0.81	1.59	0.08	1.39	-1.54	0.14	0.06	-5.31	4.97	-0.19
NFP	-	-	-	-2.14	0.45	0.28	-1.12	0.87	0.22	-3.65	3.36	-0.24
NSP	1704.40	-1704.22	-0.43	0.41	0.83	-1.34	1.52	-0.27	0.00	-0.91	0.70	0.10
PFP	-	-	-	-	-	1.83	-1.14	-0.69	-0.14	1.71	-1.54	0.25
NRC	2421.01	-2420.70	-0.93	1.08	-0.52	-0.94	0.44	0.77	0.35	-0.74	0.54	-0.06
PSP	-872.93	872.75	0.81	-0.35	0.03	-0.40	-0.27	0.48	0.43	0.83	-0.62	-0.34
PROD	-	-	-	-	-	-	-	1.17	0.03	-2.16	0.95	-0.09
P100	450.19	-449.97	-0.54	-0.75	0.68	-0.66	0.32	0.19	0.01	-0.08	0.07	0.06

FLO: Florescimento; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; NIC: Número de internódio do caule; CMIC: Comprimento médio dos internódios do caule; CRP: Comprimento do racemo primário; NFRP: Número de frutos do racemo primário; NSRP: Número de sementes do racemo primário; PRPR: Peso do racemo primário; PFRP: Peso do fruto do racemo primário; PSRP: Peso das sementes do racemo primário; NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de sementes por planta; PFP: Peso de frutos por planta; NRC: Número de racemos colhidos; PSP: Peso de sementes por planta; PROD: Produtividade; P100: Peso de cem sementes.

Com base nas análises dos dois anos de cultivo, cinco descritores são coincidentes em relação ao descarte, sendo assim, os descritores eliminados são os descartados em ambos os anos, desta forma, fazem parte do descarte final os descritores: FLO, NIC, NFRP, PFRP e PROD (Tabela 5).

Tabela 5. Descritores pré-selecionados e selecionados baseados nos procedimentos de Jolliffe (1972). Cruz das Almas, BA, Brasil.

Descritores	Pré-selecionados		
	Ano 1	Ano 2	Selecionados
FLO	Desc (1)	Desc (1)	Descartado
EP	Sel	Desc (12)	Selecionado
IRP	Sel	Desc (8)	Selecionado
NIC	Desc (9)	Desc (10)	Descartado
CMIC	Sel	Desc (2)	Selecionado
CRP	Sel	Desc (11)	Selecionado
NFRP	Desc (4)	Desc (3)	Descartado
NSRP	Sel	Desc (6)	Selecionado
PRPR	Sel	Sel	Selecionado
PFRP	Desc (2)	Desc (4)	Descartado
PSRP	Desc (5)	Sel	Selecionado
NFP	Sel	Desc (9)	Selecionado
NSP	Desc (7)	Sel	Selecionado
PFP	Sel	Desc (7)	Selecionado
NRC	Desc (3)	Sel	Selecionado

PSP	Desc (6)	Sel	Selecionado
PROD	Desc (8)	Desc (5)	Descartado
P100	Sel	Sel	Selecionado

FLO: Florescimento; **EP:** Estatura de planta; **IRP:** Inserção do racemo primário; **NIC:** Número de internódio do caule; **CMIC:** Comprimento médio dos internódios do caule; **CRP:** Comprimento do racemo primário; **NFRP:** Número de frutos do racemo primário; **NSRP:** Número de sementes do racemo primário; **PRPR:** Peso do racemo primário; **PFRP:** Peso do fruto do racemo primário; **PSRP:** Peso das sementes do racemo primário; **NFP:** Número de frutos por planta; **NSP:** Número de sementes por planta; **PFP:** Peso de frutos por planta; **NRC:** Número de racemos colhidos; **PSP:** Peso de sementes por planta; **PROD:** Produtividade; **P100:** Peso de cem sementes.

Os descritores selecionados nos dois anos são o PRPR e P100. Entretanto, para a seleção final são considerados os descritores selecionados em pelo menos um ano de avaliação, sendo assim, os descritores que compõem a seleção final são: EP, IRP, CMIC, CRP, NSRP, PRPR, PSRP, NFP, NSP, PFP, NRC, PSP E P100. Figueiredo Neto *et al.* (2004), também afirmaram que P100, foi um dos caracteres que mais discriminaram acessos de mamoneira.

Os resultados obtidos neste estudo, corroboram com Rodrigues *et al.* (2010), Silva *et al.* (2017a) e Silva *et al.* (2017b) verificaram que o descritor estatura de planta (EP) foi um dos que mais contribuíram para a divergência. Rodrigues *et al.* (2010) afirmaram ser os caracteres altura de caule e número de racemos foram os que mais contribuintes para a divergência, portanto, os com maior poder de discriminação.

Como os resultados demonstram pelo teste de normalidade, que apenas metade dos descritores são significativos pelo teste de Shapiro-Wilks a 5% de significância (Tabela 8), dir-se-á que os dados não seguem distribuição normal, portanto optou-se por calcular a correlação de Spearman (Figura 1) para medir a relação entre os descritores e para auxiliar na decisão de descarte, verificando a associação entre descritores descartados e os remanescentes.

Tabela 6. Estatística descritiva e teste de normalidade das variáveis quantitativas estudadas nas 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira no segundo ano de cultivo. Cruz das Almas, BA, Brasil.

Descritores	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Teste de Normalidade
FLO	48,63	74,63	55,91	6,51	11,65	0,82*
EP	128,96	330,88	214,58	47,30	22,04	0,97 ^{ns}
IRP	50,71	132,35	84,58	21,33	25,22	0,96 ^{ns}
NIC	10,40	20,83	15,71	2,41	15,32	0,96 ^{ns}
CMIC	3,90	7,33	5,39	0,93	17,3	0,96 ^{ns}
CRP	19,41	39,35	27,87	5,89	21,12	0,93*
NFRP	20,13	66,38	37,17	11,28	30,34	0,93*
NSRP	60,38	199,13	111,51	33,84	30,34	0,93*
PRPR	72,01	234,61	129,24	37,64	29,13	0,93*
PFRP	63,98	179,09	106,53	26,48	24,85	0,92*
PSRP	42,11	138,33	78,46	23,21	29,58	0,93*
NFP	91,50	334,13	210,11	64,74	30,81	0,97 ^{ns}
NSP	338,63	1002,38	654,62	176,86	27,02	0,97 ^{ns}
PFP	273,70	965,53	572,65	166,50	29,08	0,97 ^{ns}
NRC	6,04	29,00	13,14	4,95	37,66	0,94*
PSP	176,43	610,27	377,68	110,64	29,29	0,98 ^{ns}
PROD	588,08	2013,90	1247,79	365,98	29,33	0,98 ^{ns}
P100	34,35	80,65	62,63	9,76	15,59	0,91*

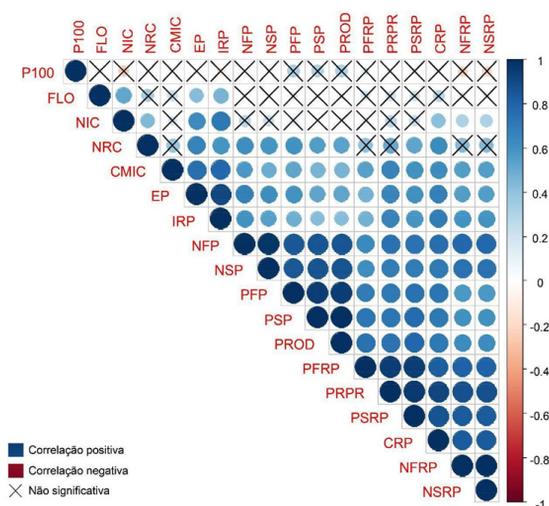
FLO: Florescimento; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; NIC: Número de internódio do caule; CMIC: Comprimento médio dos internódios do caule; CRP: Comprimento do racemo primário; NFRP: Número de frutos do racemo primário; NSRP: Número de sementes do racemo primário; PRPR: Peso do racemo primário; PFRP: Peso do fruto do racemo primário; PSRP: Peso das sementes do racemo primário; NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de sementes por planta; PFP: Peso de frutos por planta; NRC: Número de racemos colhidos; PSP: Peso de sementes por planta; PROD: Produtividade; P100: Peso de cem sementes.

Nesse estudo é possível observar (Figura 3) que existe correlação positiva, significativa, entre o descritor FLO e os descritores NIC, EP e IRP. O descritor NIC, por sua vez, correlaciona-se positivamente e significativamente com os descritores NRC, EP e IRP. Silva *et al.* (2017a), avaliando as correlações e análise de trilha para descritores morfoagronômicos em linhagens e parentais de mamoneira, também encontraram correlação positiva e significativa entre NIC x EP e NIC x IRP.

O descritor NFRP correlaciona-se positivamente e significativamente com a maioria dos demais descritores, exceto com NRC e FLO, com os quais a correlação é positiva, porém não significativa e com P100 com o qual a correlação é negativa e não significativa.

O descritor PFRP correlaciona-se positiva e significativamente com a maioria dos demais descritores, exceto com P100, FLO, NIC e NRC, com os quais, embora a correlação tenha sido positiva, não é significativa.

Figura 3. Estimativas dos coeficientes de correlação de Spearman, com as suas respectivas significâncias, entre os 22 descritores qualitativos, Cruz das Almas, BA, Brasil.



Existe correlação positiva e significativa entre o descritor PROD e a maioria dos descritores, exceto com P100, com o qual a correlação é positiva, porém não significativa e com os descritores FLO e NIC, com os quais não observa correlação. Corroborando com os resultados encontrados por Silva *et al.* (2017a) que verificou correlação positiva e significativa entre PROD e EP.

É possível perceber que todos os descritores quantitativos descartados correlaciona-se com alguns dos selecionados, resultando em descarte dos mesmos sem que possa resultar em perdas para a caracterização da população.

Além disso, mesmo havendo o descarte de descritores como o PROD, considerado importante na avaliação de uma população, é possível selecioná-lo de forma indireta, via os descritores NFP, NSP, PFP e PSP que possuem correlação positiva de alta magnitude com PROD.

Quanto aos descritores qualitativos, verifica-se que não houve diferença significativa nos dois anos de avaliação. Isso é possível devido ao fato dos mesmos serem de herança monogênica, condicionados por um ou poucos genes, portanto, menos influenciados pelo ambiente. (VIEIRA *et al.*, 2013).

As classes fenotípicas, a frequência percentual das linhagens e parentais (em cada uma das classes) e o nível de entropia de Renyi dos descritores qualitativos estão apresentados na tabela 7. São considerados como descritores descartados todas aquelas que apresentam nível de entropia inferior a 0,60. Os descritores descartados inicialmente, por não serem capazes de discriminar os indivíduos, são apresentados na análise de entropia com uma frequência de 100%, ou seja, esses acessos ficam concentrados na mesma classe dos descritores em questão, apresentando nível de entropia igual a zero, são eles: PAH, CEF, FMR e LFMR. Baldanzi *et al.* (2015) no trabalho de descrição de 90 linhagens de mamoneira verificaram que todas as plantas da população avaliada apresentam coloração no hipocótilo, sendo algumas com menor intensidade.

Os descritores que apresentam maiores níveis de entropia, ou seja, os que melhor caracterizam a população em estudo são: CC (1,17), AQP (0,68), FSL (0,92), CEF (0,60), FR (0,92), DACF (0,64), CE (0,66), CAF (1,26), CPS (1,12), PCS (0,69) e CSS (0,82). Destaca-se, entre esses os descritores relacionados a cor do caule (CC), cor dos acúleos (CAF) e a cor principal das sementes (CPS) que apresentam $H > 1,00$, em função de apresentarem elevado número de classes e um maior equilíbrio na proporção entre a frequência dos acessos nas diferentes classes fenotípicas.

Tabela 7. Descritores qualitativos avaliados, categorias fenotípicas (classes), frequência percentual e nível de entropia das 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira. Cruz das Almas, BA, Brasil.

Descritores	Classes	Frequência (%)	Nível de Entropia (H)
PAH	Presente	100,00	0
CC	Verde-clara	50,00	1,17
	Verde-rosada	12,50	
	Vermelha	8,33	
	Roxa	29,17	
AQP	Semi ereta	41,67	0,68
	Aberta	58,33	
CEC	Ausente	12,50	0,38
	Presente	87,50	
FSL	Pouco afunilada	54,17	0,69
	Afunilada	45,83	
PNP	Esverdeada	79,17	0,51
	Avermelhada	20,83	
CEF	Ausente	29,17	0,60
	Presente	70,83	
DEF	Deiscente	4,17	0,34
	Semideiscente	91,67	
	Indeiscente	4,17	

DR	Intermediária	91,67	0,29
	Compacta	8,33	
FR	Globosa	41,67	0,92
	Cilíndrica	50,00	
	Cônica	8,33	
DACF	Média	66,67	0,64
	Alta	33,33	
CE	Alaranjada	62,50	0,66
	Avermelhada	37,50	
CEFSL	Ausente	100,00	0
FMR	Presente	100,00	0
LFMR	Predominante na parte inferior	100,00	0
CF	Verde-clara	29,17	0,76
	Verde-média	4,17	
	Verde-escura	66,67	
CAF	Amarelada	20,83	1,26
	Verde-clara	54,17	
	Verde-escura	8,33	
	Vermelha	12,50	
	Roxa	4,17	
CPS	Branca	16,67	1,12
	Avermelhada	4,17	
	Marrom-avermelhada	4,17	
	Acinzentada	12,50	
PCS	Preta	62,50	0,69
	Ausente	54,17	
	Presente	45,83	
CSS	Branca	8,33	0,82
	Marrom-clara	25,00	
	Preta	66,67	

FS	Arredondada	87,50	0,38
	Elipsóide	12,50	
PDC	Leve	83,33	0,45
	Acentuada	16,67	

PAH: Pigmentação com antocianina; CC: Coloração do caule; AQP: Arquitetura da planta; CEC: Cerosidade do caule; FSL: Face superior do limbo; PNP: Pigmentação da nervura principal; CEF: Cerosidade do fruto; DEF: Deiscência dos frutos; DR: Densidade do racemo; FR: Forma do racemo; DACF: Densidade dos acúleos dos frutos; CE: Coloração do estigma; CEFSL: Cerosidade da Fase superior do limbo; FMR: Flores masculinas nos racemos; LFMR: Localização das flores masculinas; CF: Cor do fruto; CAF: Coloração dos acúleos dos frutos; CPS: Coloração principal da semente; PCS: Presença de coloração secundária; CSS: Coloração secundária da semente; FS: Forma da semente; PDC: Protuberância da carúncula.

As variáveis que apresentam os menores valores em relação ao nível de entropia são: CEC (0,38), PNP (0,51), DEF (0,34), DR (0,29), FS (0,38) e PDC (0,45), por isso são candidatas a serem descartadas por não apresentarem um nível aceitável de entropia que possa ser determinante para discriminação da população em estudo (Tabela 7). Ao contrário do que ocorrem com os descritores que apresentam altos níveis de entropia, baixos valores de H estão associados a uma menor quantidade de classes fenotípicas para o descritor utilizado e a um maior desequilíbrio na proporção entre a frequência dos indivíduos nas diferentes classes fenotípicas.

Sendo assim, dos 22 descritores qualitativos avaliados 59% são relevantes na discriminação da população em estudo.

Conclusões

A seleção de 13 descritores quantitativos EP, IRP, CMIC, CRP, NSRP, PRPR, PSRP, NFP, NSP, PFP, NRC, PSP E P100 e 11 descritores qualitativos CC, AQP, FSL, CEF, FR, DACF, CE, CAF, CPS, PCS e CSS são importantes na caracterização de linhagens de mamoneira.

O descarte de 28% dos descritores quantitativos não provoca perda de informação, considerando que os descritores redundantes estão correlacionados aos descritores remanescentes, com possibilidade de redução de custos e melhor dinâmica no manejo e caracterização da cultura.

Referências

BAHIA, H.F.; SILVA, S.A.; FERNANDEZ, L.G.; LEDO, C.A.S.; MOREIRA, R.F.C. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 357-362, 2008.

BALDANZI, M.; MYCZKOWSKI, M.L.; SALVINI, M.; MACCHIA, M. Description of 90 inbred lines of castor plant (*Ricinus communis* L.). **Euphytica**, Heidelberg, v. 202, n. 1, p.13–33, 2015.

BEZERRA NETO, F.V.; LEAL, N.R.; GONÇALVES, L.S.A.; RÊGO FILHO, L.M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 294-299, 2010.

BRASIL. Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 147, p. 14-15, 01 agosto 2008. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/RegistroAutorizacoes/Fo mularios%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20Cultivares/MAMONA%20FORMULRIO%2001%2008%202008%20P.doc](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/RegistroAutorizacoes/Fo%20mularios%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20Cultivares/MAMONA%20FORMULRIO%2001%2008%202008%20P.doc). Acesso em: 15 jan. 2018.

BRUM, B.; LOPES, S.J.; STORCK, L.; LÚCIO, A.D.; OLIVEIRA, P.H.; MILANI, M. Correlações canônicas entre variáveis de semente, plântula, planta e produção de grãos em mamoneira. **Ciência rural**, Santa Maria. v. 41, n. 3, p. 404-411, 2011.

CARGNELUTTI FILHO, A.; LOPES, S.J.; BRUM, B.; SILVEIRA, T.R.D.; TOEBE, M.; STORCK, L. Tamanho de amostra de caracteres em híbridos de mamoneira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 250-257, 2010.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: análise multivariada e simulação. Viçosa: Ed. UFV, p. 175, 2006.

DAHER, R.F. **Diversidade morfológica e isoenzimática em capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. 1993. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1993.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 126p, 1993.

FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F.A.C.; GOUVEIA, J.P.G.; NÓBREGA, M.B. M.; CARNEIRO, R.M.; PEDROZA, J.P. Divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis* L.) Baseada nas características das sementes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. II: real data. **Journal of the Royal Statistical Society Series C - Applied Statistics**, London, n. 1, v. 22, 1973, p. 21-31.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I. Artificial data. **Applied Statistics**, London, v. 21, n. 2, p.160-173, 1972.

JUNIOR e SILVA, W. C.; CARVALHO, S. I. C.; DUARTE, J. B. Identification of minimum descriptors for characterization of *Capsicum* spp. germplasm. **Horticultura Brasileira**, v.31, p.190-202, 2013.

KOPEN, W. **Grundcriss der Klimakunde**: Outline of climate Science. Berlin: Walter de Gruyter. 1931.

KRUG, C. A.; MENDES, P. T. Melhoria da mamoneira (*Ricinus communis* L.) II — Observações gerais sobre a variabilidade do gênero *Ricinus*. **Bragantia**, Campinas, v.2, n.5, 1942.

LUZ, R.P. **Caracterização morfofisiológica, molecular e agrônômica de cultivares de mamona**. 2012. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MACHADO, E.L.; SILVA, S.A.; SANTOS, A.S.; BASTOS, L.A.; PESTANA, C.N.; SANTOS, K.S.; FERREIRA, C.F.; DIAMANTINO, M.S.A.S. Dissimilaridade genética entre cultivares de mamoneira por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 3, p. 342-345, 2013.

MILANI, M. **Descritores de Mamona utilizados pela Embrapa Algodão**. Campina Grande:Embrapa Algodão, Documento 192, 2008. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Descritores_de_mamona_utilizados_pela_embrapa_algodao_000h4tvry6m02wx7ha0awymty2vut27z.pdf. Acesso em: 15 Jan 2018.

NEGREIROS, J.R.S.; BERGO, C.L.; MIQUELONI, D.P.; LUNZ, A.M.P. Divergência genética entre progênies de pupunheira quanto a caracteres de palmito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 5, p. 496-503, 2013.

NEGREIROS, J.S.; ALEXANDRE, R.S.; ÁLVARES, V.S.; BRUCKNER, C.H.; CRUZ, C.D. Divergência genética entre progênies de maracujazeiro-amarelo com base em características das plântula. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 197-201, 2008.

OLIVEIRA, E.J.; DIAS, N.L.P.; DANTAS, J.L.L. Selection of morpho agronomic descriptors for characterization of papaya cultivars. **Euphytica**, Heidelberg, v. 185, n. 3, p. 253–265, 2012.

OLIVEIRA, R.S.; SILVA, S.A.; BRASILEIRO, B.P.; MEDEIROS, E.P.; ANJOS, E.V.A. Genetic divergence on castor bean using the ward-mlm strategy. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 564-570, 2013.

PASSOS, A.R.; SILVA, S.A.; SOUZA, C.S.; SOUZA, C.M.M.; FERNANDES, L.S. Parâmetros genéticos de caracteres agrônômicos em genótipos de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 709-714, 2010.

PEREIRA, A.V.; VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) germplasm. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 15, n. 2, p.115-124, 1992.

PEREIRA, V.A. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.)**. 1989. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1989.

PINTO, J.F.N.; REIS, E.F.; FALEIRO, F.G.; BARBOSA, E.C.C.; NUNES, H.F.; PINTO, J.F.N. Seleção de descritores vegetativos para caracterização de acessos de guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 832-840, 2010.

RAO, R. C. **Advanced statistical methods in biometric research** J. Wiley. 1952.

R. Development Core Team (2013). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3 - 900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/2013>

RODRIGUES, H.C.A.; CARVALHO, S.P.; CARVALHO, A.A.; CARVALHO FILHO, J.L.S.; CUSTÓDIO, T.N. Avaliação da diversidade genética entre acessos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio de caracteres morfoagronômicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 6, p.773-777, 2010.

SANTOS, D. B. *et al.* Influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos de mamoeiro. **Magistra**, v.27, N.1, p.44-53, 2015.

SILVA, A.R.; SILVA, S.A.; ALMEIDA, V.O.; ARAÚJO, G.M.; LEDO, C.A.S. Correlations and track analysis for morphoagronomic descriptors in pedigree and parental lines of castor bean. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, n.4, 2017a.

SILVA, A.R.; SILVA, S.A.; SANTOS, L.A.; SOUZA, D.R.; ARAUJO, G.M.; MOREIRA, R.F.C. Genetic divergence among castor bean lines and parental strains using ward's method based on morpho-agronomic descriptors. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 39, n. 3, 2017b.

SILVA, J.A.G.; BANDEIRA, T.P.; MANJABOSCO, C.D.; KRÜGUER, C.A.M.B.; SILVA, S.D.A.; CRESTANI, M.; CARBONERA, R. Caracterização e herdabilidade em caracteres morfológicos e fisiológicos da mamona. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 3-4, p. 348-358, 2011.

SILVA, W.C.J.; CARVALHO, S.I.C.; DUARTE, J.B. Identification of minimum descriptors for characterization of *Capsicum* spp. germplasm. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 190-202, 2013.

TORRES, F.E.; TEODORO, P.E.; GOMES, A.C.; HERNANDES, F.B.; FERNANDES, R.L.; RIBEIRO, L.P. Adaptability, agronomic performance and genetic divergence of castor genotypes grown in the Cerrado-Pantanal ecotone. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 58, n. 1, p. 1-5, 2015.

VEIGA, R.F.A.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V. **Descritores Mínimos para a Caracterização e Avaliação de Mamoneira (*Ricinus communis* L.) Aplicados no Instituto Agrônomo**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1989. 16 p. (Boletim Técnico, 125).

VIEIRA, E.A.; FIALHO, J.F.; FALEIRO, F.G.; BELLON, G.; FONSECA, K.G.; SILVA, M.S.; PAULA-MORAES, S.V.; CARVALHO, L.J.C.B.

Caracterização fenotípica e molecular de acessos de mandioca de indústria com potencial de adaptação às condições do Cerrado do Brasil Central. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 567-582, 2013.

Caracterização e divergência genética em tabaco

*Ricardo Franco Cunha Moreira
Tuany Priscila Pereira Costa
Carlos Alberto da Silva Ledo
Clailto Carvalho dos Santos
Luciana Lima dos Reis
Cassia da Silva Linge*

Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor de tabaco do mundo, com a produtividade anual de fumo na média de 500 toneladas por ano, com liderança na exportação entre o campo e a indústria (ABIFUMO, 2020; FAOSTAT, 2020). Em 2018, o tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) representou US\$ 1,99 bilhão do total de exportação brasileira com distribuição em todos os continentes, sendo que a União Europeia representa 41% deste comércio (ABIFUMO, 2020). Em torno de 15% das exportações são oriundas da Bahia, com destino aos países asiáticos (SINDITABACO, 2007).

No Brasil, os tipos de fumo cultivados são classificados de acordo com a finalidade de uso e o método de cura: os fumos tipo estufa, galpão, oriental e outros pequenos grupos. Os fumos do tipo estufa compreendem os grupos varietais Virgínia e Amarelinho com colheita de folhas individuais e cura por meio de calor artificial, em estufas apropriadas. Os fumos do tipo galpão compreendem os grupos varietais Burley, Comum, Dark e Maryland, para os quais a colheita é feita pelo corte da planta inteira e a cura é realizada em galpões sem utilização de calor artificial (MASSOLA *et al.*, 2005).

Os grupos varietais mais utilizados na fabricação de charutos, como o arapiraca, (cigarrilhas e charutos) e o tipo corda, são

cultivados em menor escala no Brasil. O uso medicinal, na produção de produtos biofarmacêuticos como vacinas, hormônios, anticorpos e insulina, são outras finalidades da utilização do tabaco em outros países (BINDER *et al.*, 2007).

Os materiais que serviram como base para o melhoramento do fumo foram, na sua maioria, provenientes da América do Norte, indicando que a base genética é muito estreita. Essa hipótese pode estar relacionada ao processo reprodutivo e obtenção dessas plantas (SANTOS, 2002). A determinação da diversidade genética, existente entre e dentro de populações naturais, em bancos de germoplasma ou desenvolvidas nos programas de melhoramento genético e em populações segregantes, pode ser predita pelas diferenças entre os valores fenotípicos mensurados em suas unidades, tais como: indivíduos, famílias, dentre outras (CRUZ; REGAZZI, 2001). Nas caracterizações morfoagronômicas objetiva-se identificar e agrupar genótipos similares, de maneira que as maiores diferenças ocorram entre os grupos formados. Técnicas multivariadas, como análise discriminante, componentes principais, análise de coordenadas e de agrupamento, podem ser aplicadas neste tipo de estudo (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011).

Normalmente, os dados qualitativos utilizados nas análises multivariadas são de natureza binária, isto é, ausência ou presença de determinada característica, porém para a caracterização morfoagronômica são mais utilizadas as variáveis multicategóricas, com mais de duas classes (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Para estas variáveis utiliza-se um índice de similaridade, cujo valor indica a porcentagem de similaridade em relação aos caracteres observados (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Em relação à cultura do fumo, Torrecilla (2010) avaliou a coleção de germoplasma de Cuba, composta de 758 acessos de *N. tabacum* e 19 espécies selvagens, através de 40 caracteres morfológicos qualitativos e quantitativos. A análise multivariada

permitiu o agrupamento dos acessos de acordo com o tipo de fumo. Foi observada elevada variabilidade genética entre acessos cultivados e selvagens, inclusive quanto à resistência a doenças.

O trabalho teve como objetivo avaliar a divergência genética entre genótipos de *N. tabacum*, com base em variáveis multicategóricas.

Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido no campo de produção da Ermor Tabarama Tabacos do Brasil Ltda., localizado no município de Cruz das Almas, Bahia, situado em altitude de 220 m, que apresenta precipitação pluviométrica anual média de 1,224 mm, temperatura média anual de 23,8 °C e umidade relativa do ar de 80%. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de cinco linhas de 12 plantas e cada linha com 4,5 metros de comprimento e espaçamento de 1,0 metros entre linhas e 0,36 metros entre plantas. Foram utilizados 13 genótipos de tabaco da espécie *N. tabacum*, do programa de melhoramento genético da referida empresa: ER 9227 (tipo Fumo de corda, proveniente do Rio Grande do Sul, RS), ER 9477, ER 560, ER 561, ER 562, ER 33-021, ER 33-022, ER 33-023, ER 33-027, ER 33-046, ER 564, ER 565 e ER 35-109 (todos do tipo Sumatra e provenientes de Cruz das Almas, BA, Brasil).

Para a caracterização dos genótipos dez plantas, selecionadas aleatoriamente, foram avaliadas quanto aos 26 descritores multicategóricos consideradas importantes pelo SINDIFUMO (2007) (Subcomissão de Sementes), com base na descrição recomendada pela UPOV (2016): 1-Forma da planta; 2-Coloração do caule: início do florescimento; 3-Presença de brotos: início do florescimento; 4-Tipo de folha; 5-Forma das folhas medianas centrais (10^a a 15^a Folhas): início do florescimento; 6-Coloração das folhas: 10^a folha, início do florescimento; 7-Coloração da nervura central, face inferior; 8-Curvatura

da ponta da lâmina foliar: 10^a folha, início do florescimento; 9-Superfície da lâmina foliar: 10^a folha, início do florescimento; 10-Perfil transversal da 10^a folha: início do florescimento 11-Perfil longitudinal da folha; 12-Ângulo nervuras laterais em relação à nervura central 10^a folha, início do florescimento; 13-Margem lâmina foliar: 10^a folha, início do florescimento; 14-Ponta da lâmina foliar: 10^a folha, início do florescimento; 15-Formato da aurícula: 10^a folha, início do florescimento; 16-Tipo de flor: presença ou ausência de anteras 17-Cor da corola: início do florescimento; 18-Formato do limbo da corola: forma da seção vista do alto 19-Desenvolvimento dos estames; 20-Desenvolvimento do pistilo em relação aos estames 21-Expressão dos ápices da corola; 22-Forma da inflorescência: pleno florescimento 20 a 30 frutos formados; 23-Posição da inflorescência em relação às folhas superiores; 24-Densidade da inflorescência; média 20 a 30 frutos maduros; 25-Tipo de deiscência do fruto: na maturação completa e 26-Formato do fruto: média de 20 a 30 frutos formados.

Em relação a análise estatística, para a obtenção da matriz de dissimilaridade foi utilizada a moda de cada variável por genótipo. Com as medidas de dissimilaridade e com auxílio do programa GENES (CRUZ, 2009), foram realizadas as análises de agrupamento pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*) (SNEATH; SOKAL, 1973), calculado o coeficiente de correlação e a média da matriz de distância de Cole Rogers (COLE-ROGERS; SMITH; BOSLAND, 1997). O programa STATISTICA 7.1 (STATSOFT, 2009) foi utilizado para gerar o dendrograma.

Resultados e discussão

As variações nas classes relacionadas aos descritores multicategóricos estão listados nas Tabelas 1 a 3. Dos 26 descritores utilizados, apenas 11 apresentaram polimorfismo. Estes descritores

polimórficos foram utilizados para formação dos grupos por meio da matriz de dissimilaridade, sendo capazes de caracterizar a variabilidade existente.

Tabela 1. Classes dos caracteres morfológicos da forma da planta e da folha para os genótipos de tabaco avaliados nas condições de Cruz das Almas, BA.

GENÓTIPOS	FFMC	SLF	MLF	FA	PLF	PL
	CLASSES					
ER 9477	Largo-elíptica	Médio	Ausente ou muito fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Fortemente recurvado
ER 9227	Estreito-elíptica	Fraco	Ausente ou muito fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Ligeiramente recurvado
ER 560	Largo-elíptica	Fraco	Fraca	Muito Forte	Medianamente pontiaguda	Ligeiramente recurvado
ER 561	Largo-elíptica	Fraco	Ausente ou muito fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Ligeiramente recurvado
ER 562	Largo-elíptica	Fraco	Ausente ou muito fraca	Forte	Ligeiramente pontiaguda	Ligeiramente recurvado
ER 33-021	Largo-elíptica	Fraco	Ausente ou muito fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Moderadamente recurvado
ER 33-022	Largo-elíptica	Fraco	Ausente ou muito fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Ligeiramente recurvado
ER 33-023	Largo-elíptica	Fraco	Ausente ou muito fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Ligeiramente recurvado
ER 33-027	Estreito-elíptica	Médio	Fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Moderadamente recurvado
ER 33-046	Largo-elíptica	Fraco	Fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Moderadamente recurvado
ER 564	Largo-elíptica	Fraco	Ausente ou muito fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Ligeiramente recurvado
ER 565	Largo-elíptica	Fraco	Fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Moderadamente recurvado
ER 35-109	Largo-elíptica	Médio	Ausente ou muito fraca	Forte	Medianamente pontiaguda	Fortemente recurvado

Forma das folhas medianas centrais (FFMC), superfície da lâmina da folha (SLF), margem da lâmina da folha (MLF), formato da aurícula (FA); perfil da lâmina foliar (PLF); perfil longitudinal (PL); respectivamente

Tabela 2. Classes dos caracteres morfológicos da flor e da cor do caule, da folha e da nervura, para os genótipos de tabaco avaliados nas condições de Cruz das Almas, BA.

GENÓTIPOS	CCRL	EAC	CC	CF	CN
	CLASSES				
ER 9477	Rosa-médio	Forte	Verde-média	Verde-clara	Verde esbranquiçada
ER 9227	Rosa-claro	Média	Verde-clara	Verde-amarelada	Verde esbranquiçada
ER 560	Rosa-médio	Forte	Verde-média	Verde-clara	Verde esbranquiçada
ER 561	Rosa-claro	Forte	Verde-média	Verde-clara	Verde esbranquiçada
ER 562	Rosa-médio	Forte	Verde-média	Verde-clara	Verde esbranquiçada
ER 33-021	Rosa-claro	Forte	Verde-média	Verde-médio	Verde esbranquiçada
ER 33-022	Rosa-médio	Forte	Verde-média	Verde-amarelada	Verde esbranquiçada
ER 33-023	Rosa-médio	Forte	Verde-clara	Verde-clara	Verde esbranquiçada
ER 33-027	Rosa-médio	Forte	Verde-clara	Verde-clara	Verde esbranquiçada
ER 33-046	Rosa-claro	Forte	Verde-média	Verde-clara	Esbranquiçada
ER 564	Rosa-claro	Forte	Verde-média	Verde-médio	Verde esbranquiçada
ER 565	Rosa-forte	Média	Verde-média	Verde-médio	Verde esbranquiçada
ER 35-109	Rosa-médio	Forte	Verde-média	Verde-escuro	Verde esbranquiçada

Tipo de flor (TFLR); cor da corola (CCRL); formato da corola (FCRL); desenvolvimento dos estames (DEST); desenvolvimento do pistilo em relação aos estames; (DPE) e expressão do ápice da corola; Cor do caule (CC), cor da folha (CF), cor da nervura (CN), respectivamente.

Os caracteres polimórficos permitiram detectar estreita base genética; devido à baixa variabilidade observada nas classes representadas em cada variável. O perfil longitudinal da folha e a cor da corola apresentaram três classes distintas. A cor da folha, característica de fundamental importância, por estar relacionado à classificação da cor da capa de fumo, apresentou quatro classes. As demais variáveis multicategóricas, que apresentaram variação em apenas duas classes, foram: forma das folhas medianas centrais; superfície e margem da lâmina foliar; formato da aurícula; perfil lâmina foliar e expressão do ápice da corola.

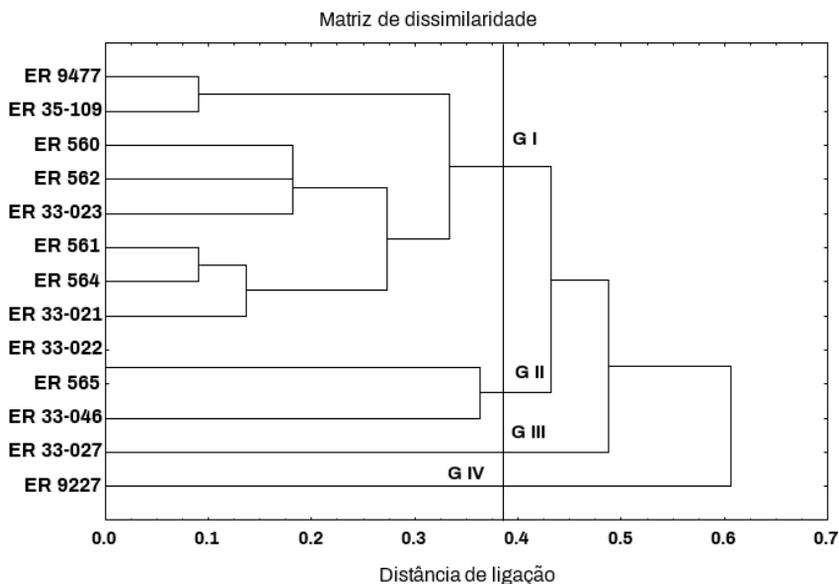
Os genótipos ER 9227 e ER 33-027 diferenciam dos demais por apresentarem forma da folha estreito-elíptica característica indesejável para confecção de capas para charuto, por possuir a largura da folha mais estreita. No entanto, a possibilidade de utilização para esse fim está sendo estudada, por ter a vantagem de ser plantado fora do sombrite, reduzindo custos. Ainda para estes genótipos os descritores cor do caule e cor da folha apresentaram uma maior variação das classes. Para primeira característica, dos treze genótipos avaliados, três apresentaram cor verde-claro e os demais verde-médio. E para segunda característica, sete apresentaram cor verde-claro; três verde-médio; dois verde-amarelada e um verde-escuro. A coloração verde-escuro é preferencial na confecção das capas para charuto, o genótipo ER 35-109 se destacou por apresentar esta característica.

Os descritores relacionados à inflorescência e aos frutos não apresentaram variação. As maiores divergências foram observadas entre os genótipos ER 9227 e ER 9477; ER 9227 e ER 33-046; ER 9227 e ER 35-109, com valor aproximadamente de 0,72). Rangel *et al.* (1996), visando ampliar a base genética como alternativas sugerem realizar cruzamento entre genitores divergentes provenientes de outros programas de melhoramento genético para as características agrônômicas desejadas, como também a utilização de vários cruzamentos entre acessos de germoplasma exótico e de

genótipos elite não-parentes, ou genótipos com um pequeno grau de parentesco.

Concernente a formação do agrupamento houve a formação de quatro grupos (ponto de corte de 0,369): grupo I formado por oito genótipos, grupo II pelos ER 33-022, ER 565 e ER 33-046; grupo por III ER 33-027 e grupo IV por ER 9227 (Figura 1). A maior homogeneidade foi observada no grupo I. O valor do coeficiente de correlação cofenética obtido foi de 0,85**.

Figura 1. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 13 genótipos de tabaco resultante do agrupamento pelo método UPGMA obtido pela distância genética de Cole-Rogers estimada em 11 variáveis qualitativas.



Sokal e Rohlf (1962) relatam que, dos métodos hierárquicos aglomerativos, o UPGMA (*Unweighted pair-group method with arithmetic averaging*), é o que apresenta os dendrogramas com coeficiente de correlação cofenético (CCC) máximo. Segundo os referidos autores, a adequação do método é feita por meio do CCC, que é calculado pelos elementos da matriz de dissimilaridade e os

elementos da matriz cofenética. Essa medida é a concordância entre os valores originais de dissimilaridade e os representados no dendrograma, obtendo-se somente os valores encontrados acima da diagonal das referidas matrizes.

Sokal e Rohlf (1962) consideram valores de CCC iguais ou acima de 0,80 como bons, quando correlacionam a matriz de distância e a matriz de agrupamento. Embora a cultura possua uma base genética restrita (SANTOS, 2002), observou-se um baixo número de variáveis com poder discriminatório na caracterização, identificação e formação dos grupos, especialmente aquelas relacionadas à cor da folha, do caule e da corola, inclusive com referência, também, à forma das folhas medianas centrais, superfície, margem e perfil longitudinal da folha.

Os descritores utilizados na formação dos agrupamentos foram eficientes em quantificar a variabilidade existente. Foram produzidos resultados úteis ao programa de melhoramento genético e de conservação do tabaco na região do Recôncavo baiano.

Conclusões

Existe restrita variabilidade genética entre os treze genótipos de tabaco, considerando as características morfológicas.

A coloração da folha, que é um importante descritor para a cultura, contribuiu expressivamente para a divergência genética.

Referências

ABIFUMO. **Associação Brasileira da Indústria do Fumo**. 2016. Disponível em: <https://abifumo.org.br/cadeia-produtiva/>. Acesso em 21 jun. 2020

BINDER, E. M.; TAN, L. M.; CHIN, L. J. ; HANDL, J. ; RICHARD, J. Worldwide. Occurrence of mycotoxins in commodities, feeds

and feed ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 137, n. 3-4, p. 265-282, 2007.

COLE-RODGERS, P. ; SMITH, D. W. ; BOSLAND, P. W. A novel statistical approach to analyze genetic resource evaluations using Capsicum as an example. **Crop Science**, Oxford, v. 37, n. 3, p. 1000–1002, 1997.

CRUZ, C. D. ; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Vol.2, Editora: UFV, Viçosa. 2003.

CRUZ, C. D. ; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Editora: UFV, Viçosa. 2011.620 p.

CRUZ, C. D. ; REGAZZI, A. J.. Divergência Genética. In: CRUZ, C. D. ; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 2ed. rev. 2001, p. 287-323.

CRUZ, C. D. **Programa Genes (versão Windows)**: aplicativo computacional em genética e estatística. 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTAT). **Statistics**: Brazil. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 21 jun. 2020.

MASSOLA JR., N. S.; PULCINELLI, C. E.; JESUS JR., W. C.; GODOY, C.V. Doenças do fumo. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres. Piracicaba, v. 2. 2005, pp. 361-371.

RANGEL, P.H.N.; GUIMARÃES, E.P.; NEVES, P.C.F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.5, p.349-357, 1996.

SANTOS, MARIANGELA **Caracterização fenotípica e molecular de genótipos de fumo utilizados no Sul do Brasil**. 2002.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO TABACO DO ESTADO DA BAHIA (SINDIFUMO). **A agroindústria do fumo no Sul do Brasil**. Santa Cruz do Sul. 2007. Disponível em: <http://www.sindicatodaindustria.com.br>. Acesso em 21 jun.2020

SNEATH, P.H.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy**: The principles and practice of numerical classification. San Francisco: W.H. Freeman, 1973.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, Bratislava, v. 11, n. 2, p.33-40, 1962.

STATSOFT, Inc. **Statistica for Windows (data analysis software system), version 7.1**. Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA), 2009.

TORRECILLA, G. G. Cuban germ plasma bank of the *Nicotiana* genus. **Tobacco irrigation**. Cruz das Almas, v. 1, n. 1, p. 13-17, 2010.

UNION POUR LA PROTECTION DES OBTENTION VARIETALES (UPOV). Disponível em: <http://www.upov.int/tabaco>. Acesso em: 20 jun. 2016.

Divergência genética em tabaco variedade Bahia

Ricardo Franco Cunha Moreira
Rosivaldo Santana de Lima
Carlos Alberto da Silva Ledo
Clailto Carvalho dos Santos

Introdução

Envolvendo cerca de 33 milhões de empregos na lavoura, sendo cultivado em mais de 100 países, o tabaco representa economicamente, a cultura não alimentícia mais importante do mundo – (ABIFUMO, 2020), ocupando o Brasil o segundo lugar na produção em termo mundial, com a produtividade anual de fumo na média de 500 toneladas por ano, com hegemonia no que se refere a exportação entre o campo e a indústria –(FAOSTAT, 2020; ABIFUMO,2020).

Esta importância tem feito com que ocorram avanços significativos na genética e melhoramento da espécie, a fim de possibilitar o desenvolvimento de cultivares com alto rendimento, qualidade e resistência a moléstias (LEEG e SMEETON, 1999). A ampliação da base genética para aplicação em programas de melhoramento justifica o estudo de divergência genética em tabaco. Alguns estudos, que levam em consideração análises isoladas e/ ou conjuntas, são encontrados na literatura. Conceição *et al.* (2014) analisaram variabilidade genética e importância relativa de caracteres em genótipos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) tipo broad leaf por meio de caracteres quantitativos. Mwadzingeni *et al.* (2013) estudaram divergência genética de variedades exóticas de tabaco do tipo Flue-Cured no Zimbábue, usando como base características fenotípicas e repetições de sequências simples. Darvishzadeh *et al.* (2013)

estudaram variação genética em tabaco oriental por marcadores agromorfológicos e traços simples de repetição de sequência. Costa (2012) estudou acessos de *N. tabacum* com base em caracteres qualitativos e quantitativos isoladamente e em conjunto por meio do algoritmo de Gower.

O estudo de divergência genética é o processo pelo qual a variação entre indivíduos ou grupos de indivíduos ou populações é analisada por um método específico ou uma combinação de métodos. Os dados frequentemente envolvem medidas numéricas e, em muitos casos, combinações de diferentes tipos de variáveis (MONTEIRO *et al.*, 2010).

Para isto existem procedimentos para estimar medidas de dissimilaridade com base em variáveis quantitativas e qualitativas, como as distâncias de Mahalanobis, e a distância de Cole-Rodgers, respectivamente (CRUZ, FERREIRA e PESSONI, 2011). Dentre as opções de análise simultâneas de diferentes tipos de variáveis, o algoritmo de Gower (1971) é um procedimento de pouca complexidade e que tem produzido resultados confiáveis, e muito utilizado por pesquisadores que atuam na área de recursos genéticos vegetais para detecção da variabilidade em bancos de germoplasmas. Trabalhos vêm descrevendo o uso dessa metodologia em diferentes culturas (RODRÍGUEZ *et al.*, 2005; GONÇALVES *et al.*, 2008; BERTAN *et al.*, 2009; TSIVELIKAS *et al.*, 2009; MOURA *et al.*, 2010; ROCHA *et al.*, 2010). Esta técnica possibilita que valores da matriz de distância fiquem compreendidos entre 0 e 1, necessitando desta forma de uma padronização das variáveis quantitativas e qualitativas (SANTOS, 2010).

Este trabalho teve como objetivo estimar a divergência genética entre 15 genótipos de tabaco da variedade Bahia, utilizando dados quantitativos e qualitativos, isoladamente e em conjunto.

Materiais e métodos

Foram avaliados 15 genótipos de tabaco: TB-MF25 (B1), TB-DNC (B2), TB-BB DMF (B3), TB_RM (B4), TB-BEN (B5), TB-GUI (B6), TB-B49 (B7), TB-MFINA (B10), TB-AJS (B11), TB-PSJ (B12), TB-BBL (B13), TB-BSP (B14), TB-LENCOIS (B15), TB-BB 2P (B-16), TB-R M (B19).

O trabalho foi conduzido no campo de produção da Ermor Tabarama Tabacos do Brasil Ltda., localizado no município de Cruz das Almas, Bahia. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de sete linhas de 10 plantas e cada linha com 5 metros de comprimento, com espaçamento de 1,0 metros entre linhas e 0,42 metros entre plantas. Foram utilizados 19 descritores, sendo nove qualitativos e 10 quantitativos. Os nove descritores qualitativos utilizados na avaliação foram: coloração do caule (CCF), cor das folhas (CF), superfície da lâmina foliar (SLF), perfil longitudinal da folha (PLF), margem da lâmina foliar (MFL), ponta da lâmina foliar (PLAMF), cor da corola (CCOR), formato do limbo da corola (FLC), desenvolvimento do pistilo em relação aos estames (DESEN-P). E 10 descritores quantitativos: rendimento (kg ha^{-1}) (REND), número de folhas (-) (NF), largura da 5ª folha (cm) (LF5), largura da 3ª folha (cm) (LF3), largura da base da 5ª folha (cm) (LB5), índice cilíndrico (-) (IC), diâmetro médio do caule (cm) (DMC), comprimento dos internódios (cm) (CI), comprimento da flor (cm) (CFRL) e comprimento da corola (cm) (CCFRL).

Foi realizada, inicialmente, análise de divergência individual para as variáveis qualitativas e quantitativas. Nas variáveis qualitativas calculou-se a distância de Cole Rodgers (COLE RODGERS, SMITH e BOSLAND, 1997) e para as variáveis quantitativas calculou-se a distância de Mahalanobs (D^2). Na sequência, foi realizada análise de divergência de caracteres qualitativos e quantitativos, simultaneamente, pelo algoritmo de Gower (Gower, 1971), expresso

por:

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{ijk} \cdot S_{ijk}}{\sum_{k=1}^p W_{ijk}}$$

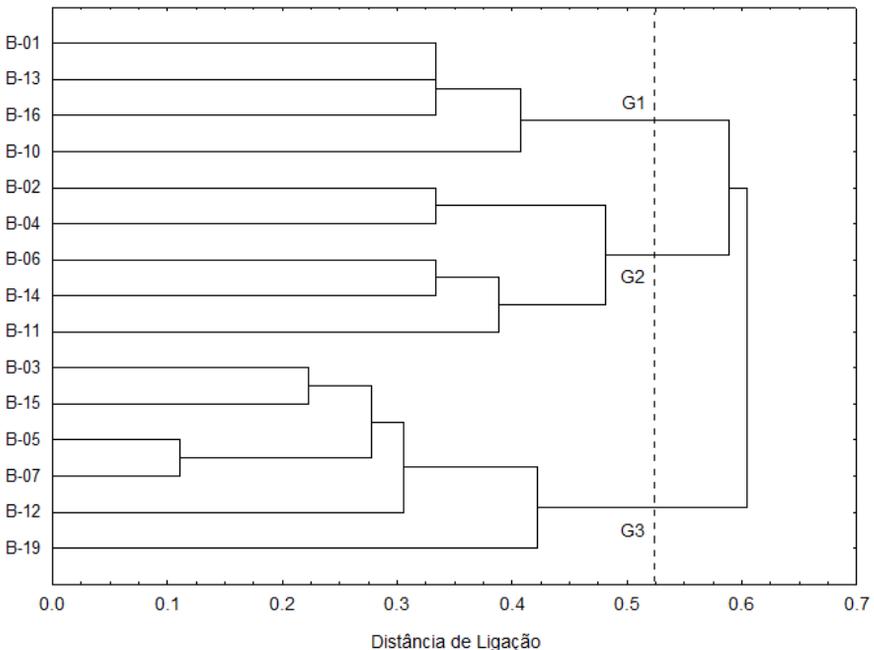
Em que K é o número de variáveis ($k = 1, 2, \dots, p =$ número total de variáveis avaliadas); i e j dois indivíduos quaisquer; W_{ijk} é um peso dado a comparação ijk , atribuindo valor 1 para comparações válidas e valor 0 para comparações inválidas (quando o valor da variável está ausente em um ou ambos indivíduos); S_{ijk} é a contribuição da variável k na similaridade entre os indivíduos i e j , ele possui valores entre 0 e 1. Para uma variável nominal, se o valor da variável k é a mesma para ambos os indivíduos, i e j , então $S_{ijk} = 1$, caso contrário, é igual a 0; para uma variável contínua $S_{ijk} = 1 - |x_{ik} - x_{jk}| / R_k$ onde x_{ik} e x_{jk} são os valores da variável k para os indivíduos i e j , respectivamente, e R_k é a amplitude de variação da variável k na amostra. A divisão por R_k elimina as diferenças entre escalas das variáveis, produzindo um valor dentro do intervalo $[0, 1]$ e pesos iguais.

O método *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*-UPGMA (SNEATH e SOKAL, 1973) foi utilizado para obter os agrupamentos hierárquicos das análises individuais e simultâneas das matrizes de distância genética. A confiabilidade dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenética de acordo com Sokal e Rohlf (1962). A significância dos coeficientes de correlação cofenética foi calculada pelo teste de Mantel com 1000 permutações (MANTEL, 1967).

O programa Genes (CRUZ, 2016) foi utilizado para obtenção das matrizes de distância das análises individuais e para o cálculo de correlação cofenética. Para a obtenção da matriz de distância genética da análise conjunta utilizando o algoritmo de Gower, foi utilizado o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2016). Os dendrogramas foram obtidos pelo programa Statistica 7.0 (Statsoft, 2005). Neste

Com base no dendrograma foram detectados a formação de três grupos. O grupo 1, constituído pelos genótipos B-01, B-13, B-16 e B-10, é caracterizado por apresentar predominantemente, caule de coloração verde claro (CCF) e perfil longitudinal da folha ligeiramente recurvada (PLF), comparado aos outros grupos. O grupo 2, constituído pelos genótipos B-02, B-04, B-06, B-14 e B-11, caracteriza-se por apresentar todas as flores com corola de cor rosa claro (CCOR) em relação aos outros grupos. O grupo 3, formado pelos genótipos B-03, B-05, B-15, B-07, B-12 e B-19, apresenta como principal característica a predominância de folhas com coloração verde-médio (CF) (Figura 1).

Figura 1. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 15 genótipos de tabaco resultante do agrupamento pelo método UPGMA obtido pela distância de Cole-Rogers estimados em 9 variáveis qualitativas.

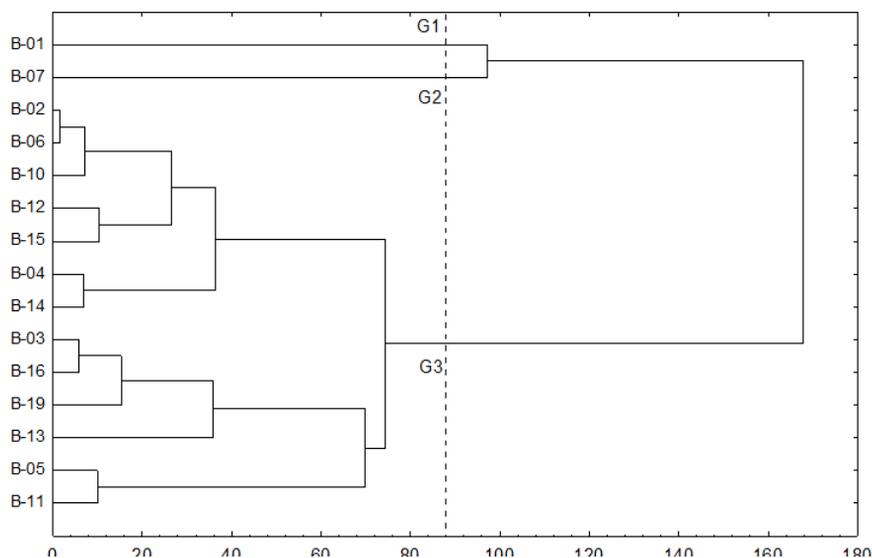


No que concerne aos dez descritores quantitativos a magnitude apresentada foi de 1,56 a 367,07, indicando, também, presença de

variabilidade entre os genótipos relacionados às variáveis em estudo. Os mais divergentes foram o B-01 com o B-013 e os menos distantes foram o B-02 com o B-06 (Tabela 2). O CCC foi altamente significativo e igual a $r = 0,70^{**}$. Conceição *et al.* (2014), em estudo de variabilidade genética em genótipos de tabaco do tipo Broad Leaf, encontrou para os dados quantitativos, CCC de $0,60^{**}$. Bussab, Miazaki e Andrade (1990), afirmam que as análises de agrupamento são aceitáveis se produzirem um coeficiente de correlação cofenética a partir de 0,80. Entretanto, alguns autores, como Vaz Patto *et al.* (2004) consideram que coeficientes de correlação cofenética maiores ou iguais a 0,56 refletem boa concordância com os valores de similaridade genética, justificando que coeficientes com valores compreendidos entre 0,60 e 0,80 são possivelmente provenientes do pequeno número de variáveis utilizadas. Contudo, sabe-se que existem outros fatores que também podem influenciar nos valores dos coeficientes como tipo e quantidade das variáveis e a qualidade dos dados obtidos (SANTOS, 2010).

O dendrograma obtido para as variáveis quantitativas formou também três grupos. O grupo 1, formado por um único genótipo, B-01, distinto dos demais por apresentar plantas com maior número de folhas (NF). O grupo 2, também formado por um único genótipo, B-07, caracteriza-se por apresentar rendimento (REND), diâmetro médio do caule (DMC), largura da terceira folha (LF3), largura da quinta folha (LF5) e largura da base da quinta folha (LB5) com valores abaixo dos demais grupos. O grupo 3 reuniu os outros 13 genótipos e caracteriza-se por possuir valores médios intermediários para todas as variáveis quantitativas analisadas em relação aos demais grupos (Figura 2).

Figura 2. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 15 genótipos de tabaco, variedade Bahia, resultante do agrupamento pelo método UPGMA obtido pela distância de Mahalanobis estimados em 10 variáveis quantitativas.



Tomando como base a Distância de Gower, na qual os descritores qualitativos e quantitativos selecionados foram avaliados, percebeu-se que a magnitude foi de 0,24 a 0,62, o que indica presença de

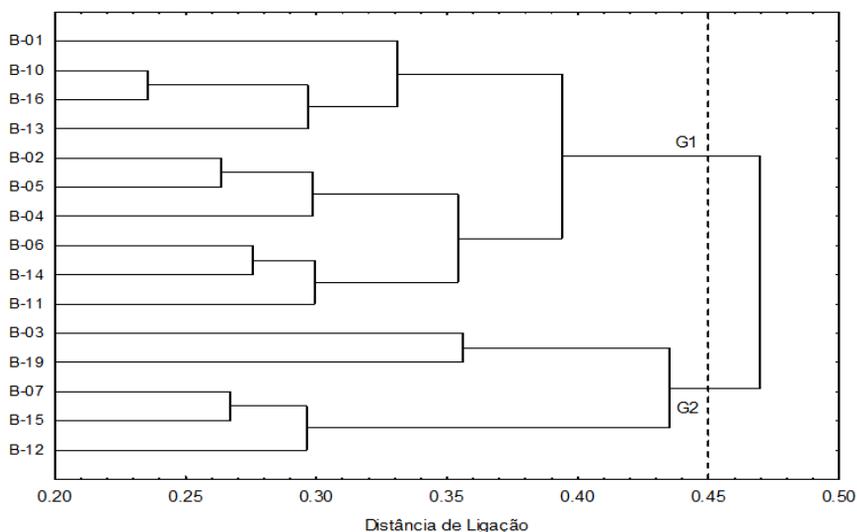
variabilidade entre os genótipos em relação às variáveis analisadas. Os genótipos com menor distância foram o B-10 com o B-02 e o B-16 com o B-10 e os mais divergentes foram o B-19 com o B-13. O CCC foi de 0,71**, revelando moderado ajuste com a consistência da análise de agrupamento com a matriz de dissimilaridade. (Tabela 3).

Tabela 3. Matriz de dissimilaridade genética entre os 15 genótipos de tabaco tipo Bahia, baseado na distância de Gower em relação a 10 variáveis quantitativas e 9 variáveis qualitativas simultaneamente.

Genótipos	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05	B-06	B-07	B-10	B-11	B-12	B-13	B-14	B-15	B-16
B-02	0,49													
B-03	0,50	0,40												
B-04	0,40	0,28	0,56											
B-05	0,47	0,26	0,31	0,31										
B-06	0,39	0,26	0,43	0,35	0,46									
B-07	0,56	0,49	0,44	0,45	0,30	0,55								
B-10	0,36	0,24	0,44	0,38	0,42	0,30	0,51							
B-11	0,44	0,34	0,49	0,44	0,36	0,29	0,58	0,35						
B-12	0,48	0,43	0,43	0,40	0,33	0,50	0,31	0,32	0,60					
B-13	0,32	0,33	0,41	0,37	0,36	0,34	0,53	0,33	0,37	0,58				
B-14	0,48	0,32	0,45	0,29	0,37	0,28	0,47	0,45	0,31	0,47	0,56			
B-15	0,57	0,48	0,42	0,57	0,40	0,55	0,27	0,43	0,57	0,28	0,57	0,54		
B-16	0,32	0,36	0,45	0,29	0,42	0,31	0,49	0,24	0,42	0,45	0,27	0,50	0,43	
B-19	0,50	0,50	0,36	0,49	0,29	0,46	0,47	0,49	0,34	0,37	0,62	0,29	0,49	0,47

No dendrograma baseado na dissimilaridade de variáveis qualitativas e quantitativas conjuntas foram formados dois grupos. O grupo 1, constituído pelos genótipos B-01, B-10, B-16, B-13, B-02, B-05, B-04, B-06, B-14 e B-11, caracterizado principalmente por possuir acessos com perfil longitudinal da folha ligeiramente recurvados (PLF). O grupo 2 formado pelos acessos B-03, B-19, B-07, B-15 e B-12, caracteriza-se principalmente por apresentar folhas da cor verde-claro (CF) (Figura 3).

Figura 3. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 15 genótipos de tabaco, tipo Bahia, resultante do agrupamento pelo método UPGMA estimadas a partir da matriz de dissimilaridade da distância genética, com base no algoritmo de Gower (1971), através de 10 descritores quantitativos e 9 descritores qualitativos.



Os descritores morfoagronômicos selecionados mostraram-se eficientes na caracterização fenotípica, indicando presença de variabilidade genética dos genótipos avaliados na região em estudo. A utilização da análise molecular associada à morfoagronômica, poderá contribuir ampliando o conhecimento sobre a variabilidade genética dos genótipos de tabaco sob condições do Recôncavo baiano.

Conclusões

Os genótipos de tabaco da variedade Bahia apresentaram variabilidade para alguns caracteres morfoagronômicos analisados com identificação de genótipos diferentes entre si. Podendo, possivelmente, ser útil na seleção de genótipos para programas de melhoramento genético e conservação da espécie.

A análise simultânea de dados qualitativos e quantitativos é viável e pode permitir uma maior eficiência no conhecimento da divergência genética entre os genótipos de tabaco da variedade Bahia, na região de Cruz das Almas.

Referências

ABIFUMO. **Associação Brasileira da Indústria do Fumo**. 2016. Disponível em: <https://abifumo.org.br/cadeia-produtiva/>. Acesso em 21 jun. 2020

BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; BENIN, G.; VIEIRA, E.A.; VALÉRIO, I.P. Morphological pedigree, and molecular distances and their association with hybrid wheat performance. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 155-163, 2009.

BUSSAB, W.O.; MIAZAKI, E.S.; ANDRADE, D.F. Introdução à análise de agrupamento. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA**, Anais [...]. São Paulo: ABE, p. 105, 1990.

COLE-RODGERS, P.; SMITH, D. W.; BOSLAND, P. W. A novel statistical approach to analyze genetic resource evaluations using *Capsicum* as an example. **Crop Science**, Oxford, v. 37, n. 3, p. 1000-1002, 1997.

CONCEIÇÃO, A.L.S.; SILVA, M.S.; SANTOS, C.C.; RAUJO, G.M.; MOREIRA, R.F.C. Variabilidade genética e importância relativa de caracteres em acessos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) Tipo broad leaf por meio de marcadores fenotípicos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19; p. 1900-1907, 2014.

COSTA, T.P.P. **Caracterização Morfoagronômica de Genótipos de Tabaco na Região do Recôncavo da Bahia**. 2012. Dissertação

(Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, Brasil. Maio, 2012.

CRUZ, C.D. **Programa Genes** - Aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV, Viçosa, 1997. Disponível em: www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm. Acesso em: 28 jun. 2016.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011.

DARVISHZADEH, R.; MIRZAEI, L.; MALEKI, H. H.; LAURENTIN, H.; ALAVI, S. R. Genetic variation in oriental tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) by agro-morphological traits and simple sequence repeat markers. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p.1806-6690, 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTAT). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 21 jun. 2020.

GONÇALVES, L.S.A.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; KARASAWA, M.; SUDRÉ, C. P. Comparison of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 7, n. 4, p. 1289- 1297, 2008.

GOWER, J.C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, Arlington, v. 27, n. 3, p. 857-871, 1971.

LEGG, P.D.; SMEETON, B.W. Breeding and genetics. In: DAVIS, D.L.; NIELSEN, M. (Ed.). **Tobacco, Production, Chemistry and Technology**. [S.l.: s.n.], 1999.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. **Cancer Research**, Baltimore, v. 27, n. 2, p. 209-220, 1967.

MONTEIRO, E.R; BASTOS, E.M.; LOPES, A.C. de A.; GOMES, R.L.F.; NUNES, J.A.R. Diversidade genética entre acessos de espécies cultivadas de pimentas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 258-263, 2010.

MOURA, M.C.C.L.; GONÇALVES, L.S.A.; SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; PEREIRA, T.N.S. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 155-161, 2010.

MWADZINGENI, L.; KASHANGURA C.; GASURA, E.; GARWE, D.; LEWIS, R. Genetic diversity of Zimbabwean and exotic flue-cured tobacco varieties based on phenotypic traits and simple sequence repeats. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 8, n. 46, p. 5845-5853, 2013.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 21 jul. 2016.

ROCHA, M.G.; GONÇALVES, L.S.A.; RODRIGUES, R.; SILVA, P.R.A.; CARMO, M.G.F.; ABBOUD, A.C.S. Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 402-406, 2010.

RODRÍGUEZ, V.M.; CARTEA, M.E.; PADILLA, G.; VELASCO, P.; ORDÁS, A. The nabicol: a horticultural crop in northwestern Spain. **Euphytica**, Heidelberg, v. 142, n. 3, p.237-246, 2005.

ROHLF, F.J.; FISHER, D.L. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematic Biology**, Washington, v. 17, n. 4, p. 407-412, 1968.

SANTOS, D.B. **Procedimentos multivariados no agrupamento de genótipos de maracujazeiro com base em matriz de distância conjunta e em separado para características quantitativas e categóricas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias),

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, Brasil, 2010.

SNEATH, P.H.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy**: The principles and practice of numerical classification. San Francisco: W.H. Freeman, 1973.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, Bratislava, v. 11, n. 1, p.33-40, 1962.

STATSOFT, Inc. **Statistica for Windows** (data analysis software system), version 7.1. Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA), 2005.

TSIVELIKAS, A.L.; KOUTITA, O.; ANASTASIADOU, A.; SKARACIS, G.N.; TRAKA-MAVRONA, E.; KOUTSIKA-SOTIRIOU, M. Description and analysis of genetic diversity among squash accessions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 2, p. 271-283, 2009.

VAZ PATTO, M.C.; SATOVIC, Z.; PÊGO, S.; FEVEREIRO, P. Assessing the genetic diversity of Portuguese maize germoplasm using microsatellite markers. **Euphytica**, Heidelberg, v. 137, n. 1, p. 63-72, 2004.

Otimização de iniciadores SSR para fruteira-pão

*Poliana dos Santos Pereira da Silva
Ciro Ribeiro Filadelfo
Elaine Costa Cerqueira Pereira
Ricardo Franco Cunha Moreira
Ana Cristina Vello Loyola Dantas*

Introdução

A fruteira-pão é uma Moraceae de origem asiática, de valor alimentício, medicinal e madeireiro (RAGONE, 1997). Seus frutos e sementes são utilizados como fonte de alimento por apresentar alto valor energético de carboidratos, vitaminas e minerais (MAXWELL *et al.*, 2013). No Brasil, são conhecidas duas variedades de *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg: *apyrena* e *seminífera*. A variedade *apyrena* é conhecida como fruta de massa e a variedade *seminífera* é chamada de fruta pão de caroço ou semente (SACRAMENTO *et al.*, 2009).

O passo fundamental para programas de mapeamento genético consiste na otimização/validação de marcadores moleculares, dentre estes, há uma alternativa bastante informativa que são os microssatélites, ou também conhecidos como iniciadores com sequências simples repetidas (do inglês *Simple Sequence Repeats* - SSR). Marcadores microssatélites são codominantes, multialélicos e muito informativos, pois são capazes de apresentar níveis de heterozigose e polimorfismo entre linhagens, tornando-os uma ferramenta bastante utilizada para traçar níveis de variabilidade alélica dentro de uma população.

O número de marcadores microssatélites desenvolvidos para a espécie da fruteira-pão é baixo, dentre estes estão: 25 validados

por Witherup *et al.* (2013), 15 por Gardner *et al.* (2015) e 50 por Bellis *et al.* (2016). Portanto, a necessidade de produzir mais marcadores SSR são cruciais para o entendimento da composição do genoma e suas alterações em indivíduos distintos de uma mesma população e entre populações de bancos de germoplasmas ou áreas cultivadas.

A produção de um marcador é dada por uma reação de polimerase em cadeia – PCR, porém, é necessária atenção para: a concentração do tampão da reação, de cloreto de magnésio, dos iniciadores, dos ácidos desoxirribonucleicos (amostra) e da DNA polimerase, bem como testes com diversas temperaturas de anelamento (MARKOULATOS, SIAFAKAS e MONCANY, 2002).

O foco deste trabalho foi otimizar os pares de iniciadores microssatélites SSR para a variedade semínifera, visando conhecer a diversidade genética em populações da espécie.

Material e métodos

Extração DNA

Foram coletadas folhas jovens de 27 plantas de fruteira-pão variedade semínifera oriundas da Coleção do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas-BA (latitude - 12°40'39" sul e longitude 39°06'07" oeste, altitude 220 metros, precipitação média de 1773,9 mm, temperatura média anual de 23,4 °C e umidade relativa do ar de aproximadamente 82%) (SEI, 2010). Após a coleta foi adicionada água às folhas ensacadas para conservação durante o transporte até o laboratório. No laboratório, as folhas foram lavadas com água destilada e armazenadas sem nervura central em microtubos de 2,0 mL em freezer (-20 °C, por 44 horas, em seguida, a -80 °C por 96 horas). Após liofilização por 26 horas e 30 minutos, as folhas foram maceradas dentro do microtubo de 2,0 mL e armazenadas em freezer a - 20 °C.

A extração de DNA das folhas liofilizadas foi de acordo Murray e Thompson (1980). A quantificação e análise da integridade do DNA foi realizada comparando a quantidades pré-definidas (5, 50, 100 e 200 ng) de DNA lambda (Invitrogen, Carlsbad, CA, EUA) por eletroforese em gel de agarose a 0,8% com brometo de etídeo a 0,5 mg.mL⁻¹. A concentração de DNA utilizada para as Reações de Polimerase em Cadeia – PCR foram ajustadas em tampão Tris-EDTA para 5 ng.µL⁻¹.

Os primers SSR foram desenvolvidos para a variedade apyrena de *A. altilis* pelo Serviços de Identificação Genética (Chatsworth, Califórnia, EUA), pelos métodos de Jones, Levine e Banks (2002) de acordo Witherup *et al.* (2013). As bibliotecas foram enriquecidas com quatro motivos - (GA)_n, (CA)_n, (ATG)_n e (TAGA)_n e otimizadas em 27 plantas de *A. altilis* var. seminífera com o uso de 25 locos totais de microssatélites.

Otimização iniciadores microssatélites

A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) foi realizada com base no método proposto por Witherup *et al.* (2013) com pequenas alterações, com o dobro das concentrações dos componentes da primeira PCR em que 20 µL continha: 4,34 µL de tampão 10x, 2,16 µL de MgCl₂ 50 mM, 3,48 µL de DNTP 2,5 mM, 1 µL de Taq DNA polymerase (5U/µL), 0,5 µL de primer forward de 10 µM, 0,5 µL de primer reverso 10 µM, 4,02 µL de H₂O e 4 µL de DNA 5 ng/µL. O tempo e a quantidade de ciclos foram alterados também, com base no somatório das duas PCRs, em que as condições para o PCR foram 94 °C durante 6 min; 40 ciclos a 94 °C durante 59 s, temperatura de anelamento de 59,8 °C durante 60 s e 72 °C durante 2 minutos e uma extensão final de 72 °C durante 10 min em termociclador ®MicroAmp 3x32-Well Retainer for Veriflex™ Systems modelo 4481669. A partir da reação de PCR, os fragmentos amplificados foram visualizados em gel de agarose a 3% corado com brometo de etídeo, em tampão TBE

0,5x conduzido a 100 V por 2 horas. Os tamanhos dos fragmentos amplificados foram definidos pelo marcador DNA Ladder de peso molecular 100 pb, fotodocumentados em transiluminador (L-PIX).

Análise dos dados

O tamanho dos fragmentos amplificados foi determinado comparando a distância da migração ao peso molecular de marcadores de tamanho conhecidos, na escala de 100 pares de bases (pb). O número de alelos por locos foi calculado usando o programa MolKin versão 2.0 (GUTIÉRREZ *et al.*, 2005) e para caracterização do polimorfismo foram considerados *locus* monomórficos (indivíduos homocigotos) ou polimórficos (indivíduos heterocigotos).

Resultados e discussão

As 27 amostras de DNA extraídas de folhas de *A. altifolia* variedade *seminifera* apresentaram-se íntegras (Figuras 1 e 2) e com quantidades suficientes para as PCRs, 5 ng/ μ L, com total de 25 ng. Esta quantidade adequada dos DNAs extraídos é proporcional aos 300 mg de macerado de folhas utilizados, bem como a qualidade/quantidades dos reagentes usados para o método de Murray e Thompson (1980) padronizado.

Para a construção de iniciadores SSR é necessário atender a alguns pré-requisitos como: tamanho tanto do iniciador como do produto; temperatura de desnaturação, produção de dímeros e porcentagem de guanina e citosina-GC%. Segundo Robinson *et al.* (2004), para ser classificado como adequado, este último pré-requisito, deve estar entre 30 a 70%, sendo proposto o ideal 50% para que a PCR seja considerada fidedigna a previsão de amplificação. Essa porcentagem está relacionada a uma temperatura de desnaturação dada pela quantidade de guanina e citosina, devido à presença de

três ligações de hidrogênio entre estas bases nitrogenadas, que conferem maior ou menor quantidade de calor empregada sobre este ácido nucleico semipareado.

Figura 1. Quantificação do DNA das 27 plantas de *Artocarpus altilis* var. *seminifera* em gel de agarose a 0,8%. Amostras com concentrações de DNA lambda (λ) padrão (50, 100 e 200 ng).

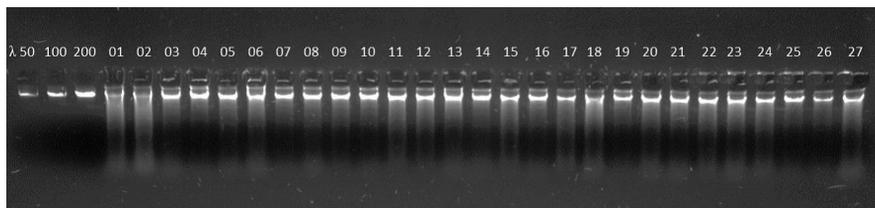
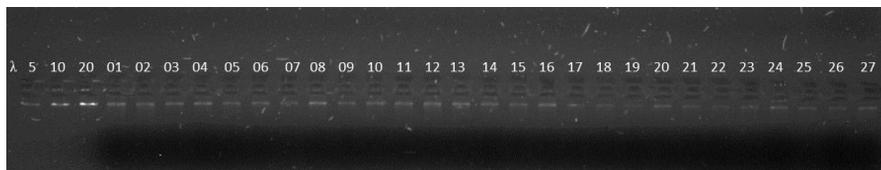


Figura 2. Diluição do DNA das 27 plantas de *Artocarpus altilis* var. *seminifera* em gel de agarose a 0,8%. Amostras com concentrações de DNA lambda (λ) padrão (5, 10 e 20 ng).



A média da GC% encontrada para os iniciadores utilizados foi de 44,82% com o máximo de 56% e mínimo de 36% (Tabela 1), considerados como adequados para as amplificações e a temperatura de desnaturação foi de 94 °C para todos os iniciadores, que corrobora a relação supracitada entre a GC% e temperatura de desnaturação, bem como com a quantidade de 1 a 5 motivos dinucleotídicos encontrados (WITHERUP *et al.*, 2013).

Tabela 1. Iniciadores SSR utilizados na *Artocarpus altilis* var *seminifera* a partir de sequências do genoma de *Artocarpus altilis* var *apyrena* depositadas no Herbário do Jardim Tropical Nacional de Botânica (Kalaheo, Hawaii).

PRIMERS	LOCUS*	SEQUENCIADOS PRIMERS (5' - 3')	T _m (°C)	Motivos*	GC (%)	pb	Tipo de repetição*	Nº de alelos	Nº do código de acesso*
SSR-01	MAA3	F: TGTTCTAGCTGACGAAATTATG R: CTTGAATCAACAGGCCAAATTA	59,8	(TA) ₅	41	185-200	dinucleotídeos	4	JX415243
SSR-02	MAA9	F: AACAGGGTTAAAAATCCCTTCAC R: GTTCCCGTTTTGTTCAAAGAG	59,8	(CA) ₁₃	41	146-185	dinucleotídeos	10	JX415244
SSR-04	MAA40	F: AGCATTTACAGTTGGTGAC R: GTTGTCTGTTGGCCTCATC	59,8	(TG) ₁₈	47	133-146	dinucleotídeos	6	JX415245
SSR-07	MAA71	F: TTCCTATTCTTCAGAGATTCTC R: AGTGGTGTAGATTCAAAGTG	59,8	(CT) ₁₁ (CA) ₁₃	36	143-158	composto dinucleotídeos	6	JX415246
SSR-08	MAA85	F: TCAGGGGTAGCGGAGACA R: AGGGCTCCCTTGGTGGAA	59,8	(CA) ₁₁	41	155-169	dinucleotídeos	5	JX415247
SSR-09	MAA96	F: GGACCTCAAGGATGTGATCTC R: ACACGGTCTCTTTGGATAGC	59,8	(CA) ₁₄ (TA) ₁₁ (TG) ₃	52	177-190	composto dinucleotídeos	4	JX415248
SSR-10	MAA105	F: GTTGGAGACTGTGAACATTC R: AAAAGCTAGTGATTAGATGCA	59,8	(GT) ₁₁	45	177-185	dinucleotídeos	3	JO952765
SSR-11	MAA122	F: CTGGCTTCAGTTTTGTGAC R: CACCAGGCTCAAGATGAAA	59,8	(GT) ₁₁ (GA) ₁₄ (GA) ₁₁	48	193-223	composto dinucleotídeos	6	JO952766
SSR-13	MAA140	F: CCATCCCCCATCTTTCT R: TCTCGTITGGCCACAGTG	59,8	(CT) ₂₅	56	143-155	dinucleotídeos	5	JO952767
SSR-14	MAA145	F: CCAAGCATAGCCAAATC R: AAATCCCAACCCCAACGT	59,8	(CT) ₁₁ (GA) ₁₁ (GA) ₁₃	50	205-223	composto tri e dinucleotídeos	4	JO952768
SSR-15	MAA156	F: CTGGTCTCAGCCTAATG R: TCAGCGTCAAAAGTAAGTACTCG	59,8	(GA) ₁₃ (GA) ₁₃ (GA) ₁₆ (GA) ₁₃	53	211-230	composto dinucleotídeos	4	JO952769
SSR-16	*MAA178a	F: GATGGAGACACTTTGAACTAGC R: CACCAGGGTTTAAAGTGAAC	59,8	(GT) ₁₁ (GT) ₁₆ (GT) ₁₆ (GA) ₁₃ (GA) ₁₃	45	162-200	composto dinucleotídeos	10	JO952770
SSR-17	*MAA178b	F: GATGGAGACACTTTGAACTAGC R: CACCAGGGTTTAAAGTGAAC	59,8	(GT) ₁₁ (GT) ₁₆ (GA) ₁₃ (GA) ₁₁	45	181-211	composto dinucleotídeos	7	JO952771

Continuação...

PRIMERS	LOCUS*	SEQUENCIA DOS PRIMERS (5' - 3')	Ta (°C)	Motivos*	GC (%)	pb	Tipo de repetição*	Nº de alelos	Nº do código de acesso
SSR-18	MAA182	F: TACTGGGCTGAAAGAATGCT R: CGTTTGGCTTTGGATAAAT	59,8	(CT) ₁₉	41	177-205	dinucleotídeos	7	JO62772
SSR-19	*MAA198a	F: GGAATGTGGTAGTAGAACTCC R: CGACAAAAAACAAGGAGAC	59,8	(CT) ₁₁ (GA) ₄	45	195-223	composto dinucleotídeos	6	JO62773
SSR-21	MAA201	F: GGTCAATTCACACATACAGG R: TTGAGGCTAAAAGAAATGAGG	59,8	(GA) ₁₅	43	223-245	dinucleotídeos	4	JX415250
SSR-23	MAA251	F: ATCGTCTTTGCACCACCAC R: ATAGCGAGTACTGGATGGA	59,8	(ATC) ₁₀	50	133-143	trinucleotídeos	5	JX415252
SSR-24	MAA287	F: CTCCCACTAAATGTAAACG R: TCTCAACAATGGAGTGATC	59,8	(TCTA) ₅	40	146-169	tetranucleotídeos	7	JX415253
SSR-25	MAA293	F: TCCCTTCACCTTCGGAT R: CGATTTGACCCACCATTTC	59,8	(CTAT) ₅	50	146-158	tetranucleotídeos	5	JX415254
Média									5,7

Do total de 25 pares de marcadores SSR desenvolvidos para a espécie *A. altilis* (WITHERUP *et al.*, 2013), 19 foram amplificados em *A. altilis* variedade *seminifera*. O número de alelos por loco variou de 3 (MAA105) a 10 (MAA9 e MAA178a), com uma média de 5,7 alelos. Quando comparado ao trabalho de Witherup *et al.* (2013), com um a 15 alelos por loco, há uma intersecção, bem como na média de alelos dentro de uma espécie desses autores que variou de 2 a 9. O trabalho de Bellis *et al.* (2016) apresentou uma variabilidade alélica semelhante com 2 a 19 alelos por loco e uma média de 7, também para fruta-pão.

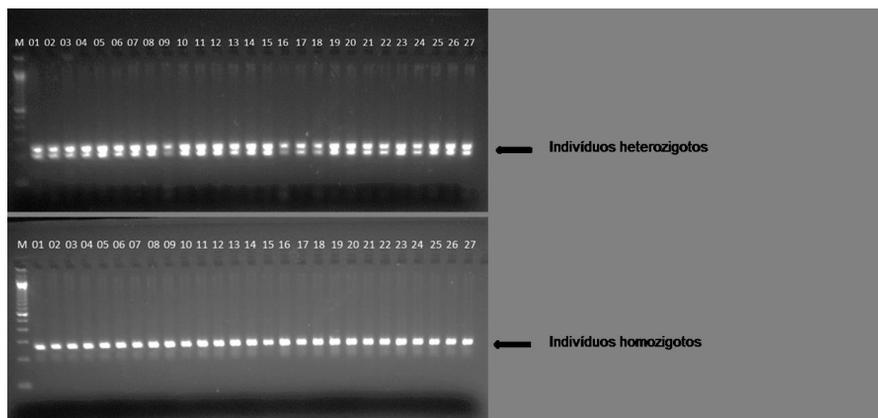
Os tamanhos dos produtos amplificados, por meio dos pares de iniciadores, variaram de 133 a 245 pb. Gardner *et al.* (2015) observaram que os marcadores microssatélites desenvolvidos apresentam amplitude de variação de 163-278 pb para *Artocarpus odoratissimus* e 169-299 pb para *A. altilis*.

Dos marcadores SSR utilizados na fruteira-pão var *seminifera*, 76% foram classificados como adequados, sendo 45,0, 5,0 e 10,0% com repetições de di, tri e tetranucleotídeos, respectivamente ou compostos dinucleotídeos (35,0%) e trinucleotídeos (5,0%) (Tabela 1).

O número médio de alelos por loco encontrado indica que os iniciadores se apresentam como uma ótima ferramenta para detectar a frequência alélica de uma população, dado importante a ser utilizado em programas de conservação e melhoramento genético, fato corroborado por outros autores. Este dado está intimamente relacionado à faixa de tamanho dos fragmentos amplificados, pois caracteriza os alelos que indicam uma diversidade genética para predições de alto fluxo de alelos por gerações (MCMANUS *et al.*, 2010), resultados observados (Tabela 1 e Figura 3).

Nos 25 pares de marcadores microssatélites utilizados nas 27 plantas fruteira-pão variedade *seminifera* foi possível observar a caracterização de indivíduos homocigotos e heterocigotos (Figura 3).

Figura 3. Padrão eletroforético obtido pela amplificação do DNA em 27 plantas de *Artocarpus altilis* var. *seminifera*, utilizando os primers de microssatélites MAA178a e MAA196. M = Marcador Ladder 100 pb.



Conclusões

As concentrações ajustadas para amplificação foram: tampão para Taq polimerase 2,17x, 1,08 mM de MgCl₂, 1,74 μM de DNTP, 0,5 U de Taq DNA polymerase, 0,25 μM de primer forward/reverse e 25 ng de DNA. Todas essas concentrações foram o dobro das utilizadas por uma das etapas de PCR realizada por Witherup *et al.* (2013).

A temperatura de anelamento foi de 59,8 °C para todos iniciadores.

Todos os pares de iniciadores foram considerados polimórficos para fruteira-pão (*A. altilis* var. *seminifera*).

Referências

BELLIS, F.; MALAPA, R.; KAGY, V.; LEBEGIN, S.; BILLOT, C.; LABOUISSSE, J.P. New development and validation of 50 SSR markers in breadfruit (*Artocarpus altilis*, Moraceae) by next-generation sequencing. **Applications in Plant Sciences**, St. Louis, v. 4, n. 8, p.1-7, 2016.

RAGONE, D. Breadfruit. ***Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg**. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 10. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute. 1997.

ROBINSON, A.J.; LOVE, C.G., BATLEY, J.; BARKER, G.; EDWARDS, D. Simple sequence repeat marker loci discovery using SSR primer. **Bioinformatics**, London, v. 20, n. 9, p. 1475-1476, 2004.

SACRAMENTO, C.K.; LEITE, J.B.V.; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O. Fruta-pão. In: SANTOS-SEREJO, J.A.; DANTAS, J.L.L.; SAMPAIO, C.V.; COELHO, Y.S. **Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas**. 1ª edição. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. pp. 185-200.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Estatística dos municípios baianos**, v. 13. Salvador: SEI, 2010. 382 p.

WITHERUP, C.; RAGONE, D.; WIESNER- HANKS, T.; IRISH, B., SCHEFFLER, B.; SIMPSON, S.; ZEREGA, N. J. Development of microsatellite loci in *Artocarpus altilis* (Moraceae) and cross-amplification in congeneric species. **Applications in plant sciences**, n. 1, v. 7, p. 1-6, 2013.

Repetibilidade para variáveis dendrométricas do jenipapeiro

*Deoclides Ricardo de Souza
Admilson de Santana Sacramento
Simone Alves Silva
Elton da Silva Leite
Liniker Fernandes da Silva*

Introdução

A *Genipa americana* L. (jenipapeiro) é uma espécie de ocorrência natural em regiões de clima tropical úmido, comum no nordeste brasileiro e de valor econômico e ambiental para produção madeireira e não madeireira, recuperação de ecossistemas degradados e recomposição de matas ciliares (LORENZI, 2016). A exploração econômica desta espécie tem ocorrido de forma extrativista, sem observar os princípios de sustentabilidade da produção.

Apesar do potencial produtivo e da adaptabilidade do jenipapeiro nos trópicos, há poucas evidências de pesquisas sobre esta espécie em cultivo florestal, principalmente sobre ecologia, domesticação e silvicultura. Desta forma, o desenvolvimento de pesquisas sobre os aspectos ecológicos e silviculturais do jenipapeiro, por meio de ensaios experimentais, são importantes para os programas de reflorestamento, melhoramento genético e conservação da espécie.

Entre os métodos aplicados na conservação e melhoramento, a repetibilidade tem proporcionado resultados precisos na identificação de indivíduos superiores por meio do efeito genético (CRUZ *et al.*, 2012; LESSA *et al.*, 2014). A repetibilidade trata-se da correlação entre as medições de certo caráter no mesmo indivíduo, sendo avaliada repetidamente no tempo ou no espaço (ABEYWARDENA, 1972; CRUZ *et al.*, 2012).

Informações sobre medições das variáveis dendrométricas repetidas no tempo são essenciais para a constatação da estabilidade de espécies florestais. Quando medições repetidas de uma mesma variável são efetuadas em cada indivíduo, a variância fenotípica serve para quantificar o ganho de precisão, e explicitando a variação causada pelo ambiente (FALCONER, 1987). Isso garante informações essenciais para os programas de reflorestamento, melhoramento e conservação da espécie, estimando um tempo necessário para observar o real valor do fenótipo do indivíduo, com alto grau de acurácia.

Estudos com a repetibilidade em espécies arbóreas têm sido desenvolvidos com *Pinus* L. (CORNACCHIA et al., 1995), *Bertholletia excelsa* O.Berg. (AZEVEDO, et al., 2020), *Ormosia excelsa* Benth. (TOMAZ, 2017), *Eucalyptus* L'Hér. (ARAÚJO et al., 2015), *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Ravenna (ROVERI NETO e PAULA, 2017), *Caryocar Brasiliense* Cambess (SOARES, 2014), *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A.Juss.) Müll.Arg. (GONÇALVES, ROSSETTI e PAIVA, 1982), *Paullinia cupana* Kunth (NASCIMENTO FILHO et al., 2009), *Spondias mombin* Jacq. (SILVA et al., 2015), *Bertholletia excelsa* O.Berg (PEDROZO et al., 2015), auxiliando na definição do número e época de avaliação dos genótipos para maior eficiência de melhoramento e conservação de espécies. Entretanto, para o jenipapeiro não há evidências de registros em literatura sobre a estimativa de repetibilidade com dados dendrométricos, visando à determinação do número mínimo de medições periódicas de crescimento para seleção de indivíduos promissores em menor tempo e custo.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo estimar os coeficientes de repetibilidade para as variáveis dendrométricas altura total (HT), diâmetro ao nível do solo (DAS) e área basal (AB) do jenipapeiro, visando identificar o número mínimo de medições para seleção de indivíduos promissores em plantios florestais.

Material e métodos

O estudo foi conduzido no Campus Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia (12°40'12" latitude sul e 39°06'07" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 226 metros). O clima de acordo com a classificação de Köppen (1931) é quente e úmido, com índice pluviométrico médio de 1.240 mm ano⁻¹, temperatura média anual de 24,0°C.

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com 96 tratamentos (genótipos) e quatro repetições. Cada parcela consistiu 25 plantas, dispostas em cinco linhas com cinco plantas cada.

Foram medidas as variáveis dendrométricas altura total (HT) e diâmetro ao nível do solo (DAS) e aferida à área basal (AB) durante cinco anos (ano 1, ano 2, ano 3, ano 4 e ano 5), representando os anos de 2010 a 2014. Para medição da HT foi utilizada uma régua milimetrada e o DAS paquímetro digital. A área basal foi calculada pela expressão .

$$AB = \frac{\pi \cdot DAS^2}{40.000}$$

Os coeficientes de repetibilidade foram estimados por meio de quatro métodos estatísticos, descritos por Cruz *et al.* (2012):

1) análise de variância (ANOVA), adotando o modelo estatístico:

$Y_{ij} = \mu + G_i + A_j + \epsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} é média do i -ésimo genótipo no j -ésimo ano, μ é a média geral do caráter no experimento, G_i é o efeito aleatório do i -ésimo genótipo sob a influência do ambiente permanente, A_j corresponde ao efeito fixo do j -ésimo ano, e ϵ_{ij} corresponde ao erro experimental que envolve outras causas de variação;

2) componentes principais com base na matriz de correlação (CPCR), estimado pela expressão:

$$r = \frac{\lambda_1 - 1}{n - 1}$$
, em que λ_1 corresponde ao auto valor da matriz de correlação, e n o número de medições em cinco anos;

3) componentes principais com base na matriz de covariância (CPCV), estimada pela expressão:

$$r = \frac{\lambda_1 \sigma_y^2}{\sigma_y^2 - (n - 1)}$$
, em que σ_y^2 é a variância fenotípica;

4) análise estrutural com base na matriz de correlação (AER) estimada pela expressão:

$$r = \frac{\alpha \hat{R}(\alpha - 1)}{n - 1}$$
, sendo α o auto vetor associado ao maior autovalor de \hat{R} .

Para estimar o número de medições considerou os coeficientes de determinação (R^2) pré-estabelecidos de 80%, 90%, 95% e 99%, sendo calculados pela expressão

$$n = \frac{R^2(1 - r)}{(1 - R^2)r}$$
 descrita por Cruz *et al.* (2012).

Com base no número de medições ($n = 5$) e o coeficiente de repetibilidade (r), conforme os diferentes métodos utilizados, foi obtido o coeficiente de determinação (R^2) calculado pela expressão

$$R^2 = \frac{n}{[1 + r(n - 1)]}$$
. O R^2 representa a porcentagem de certeza da predição do valor real dos indivíduos, selecionados com base no número de medições.

As médias das cinco medições, para cada variável dendrométrica, foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas pelo programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

Resultados e discussão

Diferenças significativas pelo teste de Scott & Knott ($P \leq 0,05$) são observadas na Tabela 1 para as variáveis diâmetro do caule ao nível do solo (DAS), altura total (AT) e área basal (AB), para os genótipos de jenipapeiro, nos cinco anos avaliados, indicando heterogeneidade e variabilidade nos genótipos com possibilidades de seleção de indivíduos promissores. As médias anuais, também apresentam diferenças para as variáveis, indicando que as plantas crescem ao longo dos anos avaliados, mantendo a estabilidade dos genótipos ao longo do tempo (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação de médias para as variáveis dendrométricas altura total (AT), diâmetro do caule ao nível do solo (DAS) e área basal (AB), Cruz das Almas, Bahia.

Medição	AT	DAS	AB
Ano 1	0,517e	1,92e	0,0003e
Ano 2	0,972d	3,01d	0,0007d
Ano 3	1,281c	3,46c	0,0010c
Ano 4	1,715b	4,47b	0,0017b
Ano 5	2,064a	5,52a	0,0025a

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) por meio dos quatro métodos utilizados (ANOVA, CPCV, CPCR e AER), permitem avaliar com eficiência uma população, diminuindo os efeitos de ambiente sob a natureza das variáveis avaliadas.

No método ANOVA, os valores dos coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) são menores, em comparação aos métodos componentes principais da matriz de variância e covariância (CPCV), dos componentes principais da matriz de correlação (CPCR) e da análise estrutural (AER) com base na matriz de correlação para as variáveis dendrométricas AT, DAS e AB (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) para as variáveis dendrométricas altura total (AT), diâmetro do caule ao nível do solo (DAS) e área basal (AB), obtidos pelos métodos: análise de variância (ANOVA); componentes principais de uma matriz de variância e covariância (CPCV); componentes principais de uma matriz de correlação (CPCR); análise estrutural de uma matriz de correlação (AER), Cruz das Almas, BA, Brasil

Método	AT		DAS		AB	
	r	R^2	r	R^2	r	R^2
ANOVA	0,78	94,48	0,84	96,33	0,59	88,16
CPCV	0,95	99,08	0,96	99,22	0,94	98,83
CPCR	0,92	98,29	0,94	98,93	0,87	97,26
AER	0,91	98,28	0,94	98,93	0,87	97,24
Média	0,89	97,62	0,92	98,35	0,81	95,37

Essas correlações justificam a necessidade de aplicação de mais de um método na estimativa dos coeficientes. Os métodos CPCR e AER apresentam valores semelhantes, tanto para o coeficiente de repetibilidade (r) quanto para o coeficiente de determinação (R^2) em todas as variáveis dendrométricas avaliadas. Assim, demonstram que para as variáveis dendrométricas AT, DAS e AB podem ser aplicados qualquer um desses métodos, sem perdas nas informações necessárias para avaliação de medições do jenipapeiro. Segundo Cruz *et al.* (2012), as estimativas obtidas pelos respectivos métodos na maioria das vezes, estão bem próximas.

O método CPCV apresenta-se com as maiores estimativas para o coeficiente de repetibilidade (r) e o coeficiente de determinação

(R^2) em todas as variáveis dendrométricas avaliadas (Tabela 2), que segundo Abeywardena (1972) resulta em um comportamento cíclico dos acessos, configurando em alternância de produção. O método dos componentes principais permite isolar o efeito da alternância, o que não ocorre na análise de variância, ficando esse componente incluído no erro experimental, elevando seu valor e causando tendência na estimativa de repetibilidade que será subestimada quando existe efeito da alternância (ABEYWARDENA, 1972; VASCONCELLOS *et al.*, 1985).

Os valores para todos os métodos utilizados são considerados altos (0,78 a 0,95), exceto ANOVA para a área basal (0,59) (Tabela 2). Segundo Resende (2002), o coeficiente de repetibilidade é considerado alto quando $r \geq 0,6$, médio para $0,3 < r < 0,6$ e baixo quando $r < 0,3$. As estimativas de repetibilidade podem variar com as características avaliadas, propriedades genéticas dos genótipos, condições em que os indivíduos se desenvolvem e se o genótipo em que se realizam as medidas repetidas se encontra estabilizado (CRUZ *et al.*, 2012).

Valores de r superior a 0,6 foram observados em trabalhos de algumas espécies arbóreas, como em frutos de pequi (SOARES, 2014), DAP e altura de árvores de clones de eucalipto (ARAÚJO *et al.*, 2015), frutos e sementes de *Ceiba speciosa* (ROVERI NETO, *et al.*, 2017), frutos de *Bertholletia excelsa* (AZEVEDO *et al.*, 2020), indicando eficácia na seleção de indivíduos promissores para os caracteres desejados.

Os valores para o coeficiente de determinação (R^2) são superiores a 88% (88,2 a 99,1) em todos os métodos, indicando confiabilidade e consistência dos dados avaliados (Tabela 2). Segundo Cruz *et al.* (2012), R^2 acima de 80% pode ser considerado de boa acurácia.

As estimativas do número de medições necessárias para os coeficientes de determinação (R^2) pré-estabelecidos apresenta boa

qualidade das variáveis dendrométricas avaliadas para um R^2 de 95% (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas do número de avaliações para as variáveis dendrométricas altura total (AT), diâmetro do caule ao nível do solo (DAS) e área basal (AB), obtidos pelos métodos: análise de variância (ANOVA); componentes principais de uma matriz de variância e covariância (CPCV); componentes principais de uma matriz de correlação (CPCR); análise estrutural de uma matriz de correlação (AER) e coeficiente de determinação (R^2), Cruz das Almas, BA, Brasil

Variável	R^2 (%)	ANOVA	CPCV	CPCR	AER
AT	80	1,08 (1)	0,18 (1)	0,34 (1)	0,34 (1)
	85	1,54 (2)	0,26 (1)	0,49 (1)	0,49 (1)
	90	2,44 (2)	0,41 (1)	0,77 (1)	0,78 (1)
	95	5,12 (5)	0,88 (1)	1,64 (1)	1,65 (2)
	99	26,89 (27)	4,59 (5)	8,56 (9)	8,62 (9)
DAS	80	0,76 (1)	0,15 (1)	0,21 (1)	0,21 (1)
	85	1,07 (1)	0,22 (1)	0,30 (1)	0,30 (1)
	90	1,71 (2)	0,34 (1)	0,48 (1)	0,48 (1)
	95	3,61 (4)	0,73 (1)	1,02 (1)	1,02 (1)
	99	18,85 (19)	3,84 (4)	5,31 (5)	5,33 (5)
AB	80	2,68 (3)	0,23 (1)	0,56 (1)	0,56 (1)
	85	3,80 (4)	0,33 (1)	0,79 (1)	0,80 (1)
	90	6,03 (6)	0,53 (1)	1,26 (1)	1,27 (1)
	95	12,74 (13)	1,12 (1)	2,67 (3)	2,69 (3)
	99	66,42 (66)	5,85 (6)	13,91 (14)	4,04 (14)

O coeficiente de determinação de 95% é obtido a partir de uma medição para todas as variáveis dendrométricas com aplicação dos métodos CPCV e CPCR (Tabela 3). Esta acurácia pode ser obtida em uma avaliação para HT e DAS e de uma e três avaliações para a AB. No método AER são necessárias duas avaliações para a HT, uma avaliação para o DAS e três avaliações para AB. Para atingir esse

valor de coeficiente de determinação pela ANOVA, para as variáveis HT, DAS e AB são necessárias cinco, quatro e 13 avaliações, respectivamente. Isso significa dizer que o método CPCV pode ser considerado o mais eficiente para determinar o menor período de medições das variáveis analisadas, com confiabilidade de 95%, permitindo controle do ambiente sob a expressão fenotípica destas variáveis. Assim, o método CPCV permite uma seleção mais rápida, com menos medições para altura total, diâmetro ao nível solo e área basal em jenipapeiro, comparando aos demais métodos avaliados.

A maior eficiência do método dos componentes principais da matriz de covariância (CPCV) foi de 95%, na obtenção das estimativas do número de medições para as variáveis DAS, AT e AB, indicando alta confiabilidade do número de medidas durante os cinco anos de avaliação do crescimento do jenipapeiro. Portanto, a redução do número de medições permite rapidez e precisão na obtenção de resultados, bem como avaliar um grande número de genótipos e conhecer a estabilidade da planta no ambiente em que está inserida e com isto prever estratégias para os programas de reflorestamento, conservação e melhoramento da espécie.

Conclusões

Os coeficientes de repetibilidade apresentam valores de alta magnitude, demonstrando regularidade na predição do valor real para as variáveis altura total, diâmetro do caule ao nível do solo e área basal do jenipapeiro.

O método da análise de componentes principais, com o uso da matriz de covariâncias (CPCV) apresenta eficiência e rapidez para a estimativa do coeficiente de repetibilidade.

Pelo método dos CPCV é necessário, no mínimo, uma medição, com 95% de acurácia, para avaliar o efeito genético sob o real valor fenotípico das variáveis altura total, diâmetro ao nível do solo e área

basal nos genótipos do jenipapeiro, sob cultivo florestal.

Referências

ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. **Journal of Genetics**, Heidelberg, n. 1, v. 61, p. 27-51, 1972.

ARAÚJO, M.J.; COSTA, D.; SCARPINATI, E.A.; PAULA, R.C. Número de repetições, de plantas por parcela e de avaliações para testes clonais de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 10, p. 923-931, 2015.

AZEVEDO, V.R.; OLIVEIRA, L.H.; PEDROZO, C.A.; FONSECA, F.L.; RESENDE, M.D.V. Coeficiente de repetibilidade para produção de frutos e seleção de matrizes de *Bertholletia excelsa* (Bonpl.) em castanhais nativos do estado do Acre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 135-144, 2020.

CORNACCHIA, G.; CRUZ, G.C.D.; LOBO, P.R.; PIRES, I.E. Estimativas do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguiluz, Perry e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret, Golfari. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 333-345, 1995.

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

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

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987.

GONÇALVES, P.S.; ROSSETTI, A.G.; PAIVA, J.R. Coeficiente de repetibilidade e eficiência do miniteste de produção na seleção de plantas de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p.233-237, 1982.

KOPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**: Outline of climate Science. Berlin: Walter de Gruyter. 1931.

LESSA, L.S.; LEDO, C.A.S.; AMORIM, E.P.; SILVA, S.O. Estimativa de repetibilidade de híbridos diploides (AA) de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 2, p. 109-117, 2014.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2016.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Repetibilidade da produção de sementes em clones de guaraná (*Paullinia cupana*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 605-612, 2009.

PEDROZO, C.A.; TONINI, H.; RESENDE, M.D.V.; JORDÃO, S.M.S. Repeatability of fruits and seeds production and selection of brazil nut genotypes in native populations in Roraima. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 5, p.863-871, 2015.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

ROVERI NETO, A.; PAULA, R.C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 318-327. 2017.

SILVA, C.A.; DETONI, J.L.; COSTA, P.R.; SCHMILDT, O.; ALEXANDRE, R.S.; SCHMILDT, E.R. Estimativa de repetibilidade em características de cajá-mirim no Norte do Espírito Santo.

Revista Brasileira de Agroambiente, Roraima, v. 9, n. 3, p. 284-291, 2015.

SOARES, B.C. **Repetibilidade de variáveis físicas e químicas em frutos de pequi**. 2014. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha, Diamantina, 2014.

TOMAZ, J.S. **Estimativa de parâmetros genéticos em caracteres de sementes e crescimento inicial de mudas de *Ormosia excelsa* Benth.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

VASCONCELOS, M.E.C.; GONÇALVES, P.S.; PAIVA, J.R.; VALOIS, A.C.C. Métodos de estimação do coeficiente de repetibilidade da seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 433-437, 1985.

Plasticidade de ipê-roxo em irradiâncias contrastantes

Viviane Peixoto Borges
Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Rogério Ferreira Ribas
Fabiano Machado Martins

Introdução

A Mata Atlântica é considerada uma das regiões ecológicas mais ricas em biodiversidade do planeta. O bioma abrange cerca de 15% do total do território brasileiro e abriga 72% da população. Contudo, atualmente restam apenas 12,4% da sua cobertura original., (INPE, 2019). Essa crescente degradação das formações florestais brasileiras, demanda o conhecimento dos aspectos fisiológicos de espécies florestais nativas para o adequado manejo e êxito nos processos de recomposição florestal.

Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos (Bignoniaceae), popularmente conhecida como ipê-roxo ou ipê-roxo-de-sete-folhas é uma espécie nativa do Brasil que se destaca pelo valor econômico, ecológico e medicinal, sendo comumente encontrada na vegetação secundária abrangendo capoeiras e capoeirões. A madeira tem grande valor comercial devido à alta densidade e elevada durabilidade, a casca e folhas são utilizadas na medicina popular. É uma árvore muito utilizada no paisagismo urbano, além de ser indicada para compor reflorestamentos mistos (CARVALHO, 2014; LORENZI, 2020). O ipê-roxo é considerado como uma espécie secundária tardia (LONGHI, 1995; CARVALHO, 2014). Apesar de toda a potencialidade, estudos ecofisiológicos que servem como base para a produção e estabelecimento de mudas para seu uso eficiente

em programas de restauração florestal ou plantios comerciais, ainda são escassos para esta espécie.

Um fator essencial para o estabelecimento e crescimento das mudas de espécies florestais tropicais é entender a resposta destas diferentes espécies à disponibilidade de luz (MONTGOMERY; CHAZDON, 2002; LÜTTGE, 2008). A luz atua qualitativa e quantitativamente na regulação de vários processos do desenvolvimento vegetal, como a taxa de fotossíntese, biossíntese de pigmentos e anatomia foliar (SCHLUTER *et al.*, 2003). Assim, as plantas crescidas em locais sombreados apresentam uma série de características distintas, tanto no aspecto fisiológico quanto morfológico, daquelas desenvolvidas sob maior intensidade luminosa.

A plasticidade fisiológica e a capacidade de aclimação luminosa a diferentes regimes de luz estão relacionadas ao grupo sucessional ao qual a espécie pertence. A plasticidade descreve a taxa do potencial fenotípico, que é expressa pela resposta às condições ambientais enquanto a aclimação (ou flexibilidade) é vista como o processo pelo qual a plasticidade é expressa (CHAZDON *et al.*, 1996). O processo de aclimação luminosa envolve um conjunto complexo de ajustes fisiológicos, bioquímicos e estruturais, com o objetivo de aumentar o aproveitamento da radiação luminosa dentro dos limites da constituição genética da espécie (COSTA *et al.*, 2019; STRAUSS-DEBENEDETTI; BAZZAZ, 1996; VALLADARES; SNACHES-GOMEZ; ZAVALA, 2006). Respostas à variação da irradiância podem ocorrer em nível de folha e envolvem aclimação do maquinário fotossintético e alterações anatômicas, ou em nível de planta inteira como resultado das mudanças dos padrões de crescimento e alocação de biomassa (CHAZDON *et al.*, 1996; VALLADARES; NIINEMETS, 2008).

Considerando que o conhecimento do grau de aclimação frente a variáveis ambientais, é fator primordial para uma exploração racional das potencialidades de espécies nativas, este estudo objetivou avaliar a tolerância e plasticidade de *H. heptaphyllus* a

alta (pleno sol) e baixa irradiância (70% de sombreamento), durante o desenvolvimento inicial, por meio de parâmetros fisiológicos e anatômicos foliares.

Material e métodos

Material vegetal e cultivo

O estudo foi realizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, no município de Cruz das Almas, BA, situado no Recôncavo Baiano a 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'22" de longitude Oeste e 220 m de altitude. O clima do município de Cruz das Almas, segundo classificação de Köppen (KÖPPEN, 1936), é uma transição entre as zonas Am e Aw, com precipitação pluviométrica média anual de 1.170 mm, temperatura média de 24,5 °C e umidade relativa de 80 %.

Para verificar a plasticidade da espécie quanto à intensidade luminosa, foram avaliados os tratamentos pleno sol ($1.686 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e 70% de sombreamento ($595 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), obtido com uso de tela preta tipo "sombrite". Plântulas de *H. heptaphyllus*, emergidas sob os mesmos tratamentos, foram mantidas em vasos plásticos de 1,7 L contendo o substrato comercial Vivatto (Technes Agrícola Ltda). A umidade do substrato foi mantida próxima à capacidade de campo, via irrigações periódicas.

Trocas gasosas e fluorescência

As taxas de assimilação líquida de carbono (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e a razão entre a concentração interna e ambiente de CO_2 (C_i/C_a), foram medidas em sistema aberto por meio de um sistema de medição de trocas gasosas portátil LCpro+ (ADC Bioscientific Ltd., England) equipado com uma fonte de luz azul/vermelho. As medidas foram realizadas das 8:00 às 12:00

h, sob luz saturante artificial de $1.000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e c\u00e2mara foliar ajustada para trabalhar com concentra\u00e7\u00e3o de CO_2 , temperatura e vapor de H_2O sob condi\u00e7\u00f5es do ambiente-

As curvas de resposta fotossint\u00e9tica em fun\u00e7\u00e3o da intensidade luminosa (A_{max}) foram avaliadas em oito n\u00edveis de densidade de fluxo de f\u00f3tons (DFF) (0, 43, 87, 217, 435, 870, 1305 e 1740), em ordem decrescente com intervalos de 120s entre cada leitura.

Os dados de fluoresc\u00eancia da clorofila *a* foram obtidos utilizando um fluor\u00f4metro port\u00e1til modulado OS5p (Opti-Sciences, Hudson, USA). O rendimento qu\u00e2ntico potencial do fotossistema II (FSII) (VAN KOOTEN; SNEL, 1990) foi calculado ap\u00f3s 30 minutos de adapta\u00e7\u00e3o ao escuro como $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$, em que F_0 \u00e9 a fluoresc\u00eancia m\u00ednima, excitada por uma luz vermelha modulada de baixa intensidade ($0,03 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e F_m \u00e9 a fluoresc\u00eancia m\u00e1xima obtida pela aplica\u00e7\u00e3o de um pulso de 0,8s de luz act\u00ednica saturante ($>6000 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Os rendimentos das vias competitivas de desexcita\u00e7\u00e3o da energia absorvida no FSII: rendimento qu\u00e2ntico efetivo, $Y(\text{II})$; rendimento qu\u00e2ntico de dissipa\u00e7\u00e3o regulada, $Y(\text{NPQ})$; e o rendimento qu\u00e2ntico de dissipa\u00e7\u00e3o n\u00e3o-regulada, $Y(\text{NO})$; foram determinados de acordo com Kramer *et al.* (2004); Klughammer e Schreiber (2008). O $Y(\text{II})$ foi utilizado para estimar a taxa aparente de transporte de el\u00e9trons (ETR) de acordo com Bilger *et al.* (1995): $\text{ETR} = Y(\text{II}) \times \text{DFF} \times 0,5 \times 0,84$, onde DFF \u00e9 a densidade de fluxo de f\u00f3tons ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) incidente sobre a folha, 0,5 o valor correspondente \u00e0 fra\u00e7\u00e3o da energia de excita\u00e7\u00e3o distribu\u00edda para o fotossistema II (FSII) (LAISK; LORETO, 1996), e 0,84 o valor correspondente \u00e0 fra\u00e7\u00e3o de luz incidente que \u00e9 absorvida pelas folhas (EHLERINGER, 1981).

Pigmentos cloroplast\u00eddicos

Os teores de clorofila e caroten\u00f3ides foram determinados segundo o m\u00e9todo proposto por Hiscox e Israelstam (1979). Discos

foliares de área conhecida (0,3927 cm²/disco) foram colocados em tubos vedados e envoltos em papel alumínio, contendo 5 mL de dimetilsulfóxido (DMSO). Os tubos foram mantidos no escuro em temperatura ambiente por 48 horas. Após a extração, a absorbância das amostras foi determinada em Espectrofotômetro Digital Ultravioleta Microprocessado - Q798U2M. O cálculo dos teores de clorofila e carotenóides foi realizado de acordo com as equações propostas por Wellburn (1994) para extratos em DMSO e expressos em base de massa.

Estudo anatômico

Amostras de folhas completamente expandidas foram coletadas e fixadas em FAA (formalina, ácido acético, álcool etílico 50%, 1:1:18 v/v) por 24 horas, submetidas a vácuo em dessecador durante o processo de fixação e estocadas em álcool etílico 70% (JOHANSEN, 1940).

As amostras foram isoladas e transferidas para álcool butílico terciário 70, onde permaneceram por aproximadamente sete dias, desidratadas em série butílica e incluídas em parafina histológica (Histosec/Merck) (JOHANSEN, 1940). Secções seriadas transversais e longitudinais com espessura de aproximadamente 14 µm foram realizadas com uso de um micrótomo rotativo. As secções foram coradas com safranina alcoólica 1,5% e azul de astra aquoso 1% (GERLARCH, 1969) e as lâminas permanentes montadas em resina sintética (Permout/Fisher).

As fotomicrografias foram obtidas em microscópio Olympus BX51 equipado com câmera digital Olympus E330. As escalas das figuras foram obtidas através da projeção de uma lâmina micrométrica fotografada/digitalizada nas mesmas condições ópticas das demais ilustrações.

Delineamento e análise estatística

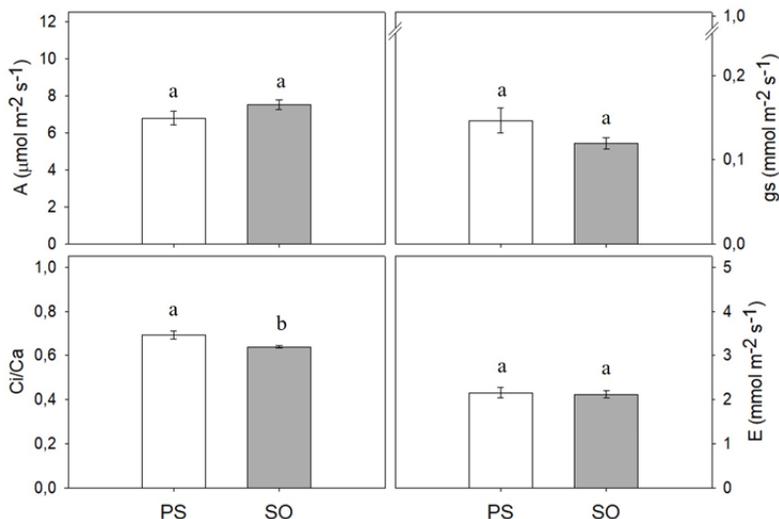
O experimento, em delineamento inteiramente casualizado, constou de dois tratamentos (pleno sol e 70% de sombreamento), 40 repetições por tratamento e parcelas de uma muda por vaso. Foram avaliadas 10 plantas por tratamento aos 120 dias após a emergência (DAE). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste F a 5% de probabilidade. Foi utilizado o software estatístico R (R CORE TEAM, 2018) para comparação das médias e o SigmaPlot v. 8 (SPSS Inc., USA) (HILBE, 2005) para elaboração dos gráficos.

Resultados e discussão

As plantas de *H. heptaphyllus* crescidas sob pleno sol ($1.686 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e 70% de sombreamento ($595 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) apresentaram valores semelhantes de taxa fotossintética (A) ($p=0,099$), condutância estomática (g_s) ($p=0,065$) e transpiração (E) ($=0,797$) (Figura 1). Endres *et al.* (2009) ao avaliar *Tabebuia chrysotricha* (Ipê amarelo) sob diferentes irradiâncias, também não encontraram variação significativa nestes parâmetros em plantas sob pleno sol e 70% de sombreamento. Contudo, Gonçalves *et al.* (2013) encontrou redução na taxa fotossintética e condutância estomática em plantas de *Tabebuia aurea* quando crescidas sob 70% de sombreamento em relação às plantas sob irradiância plena. Estudos semelhantes com demais espécies florestais também relatam maior taxa de fotossíntese nas plantas sob pleno sol que naquelas sombreadas (COSTA *et al.*, 2019; KUPTZ; GRAMS; GUNTER, 2010; LIMA JUNIOR *et al.*, 2005; MAGALHÃES; MARENCO; MENDES, 2009; PEREIRA *et al.*, 2019).

Figura 1. Valores médios de taxa fotossintética (A), condutância estomática (g_s), relação entre a concentração interna e ambiente de CO_2 (C_i/C_a) e transpiração (E) em plantas de *Handroanthus heptaphyllus* aos 120 dias após emergência, sob pleno sol (PS) e 70% de sombreamento (SO). Cruz das Almas - BA. Barras indicam o erro

padrão da média e letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$).



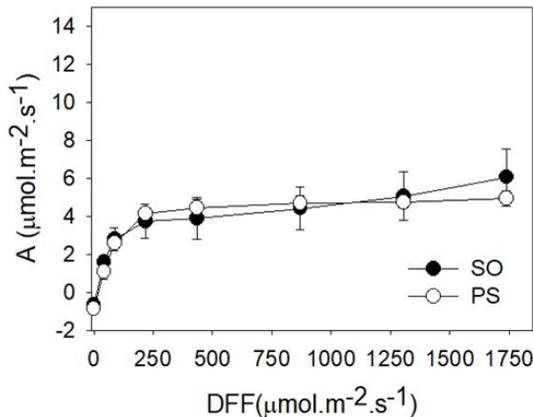
Em geral, plantas submetidas a uma maior densidade de fluxo de fótons (DFF) apresentam maior capacidade fotossintética que aquelas sombreadas. Porém, sob condição de elevada irradiância, as plantas, principalmente as não-pioneiras, podem absorver densidades de fluxo de fótons além daquelas requeridas para a fixação de CO_2 , resultando num decréscimo da eficiência e/ou da capacidade máxima fotossintética e em danos foto-oxidativos ao maquinário fotossintético, a fotoinibição (LONG; HUMPHRIES; FALKOWSKI, 1994). Assim, a ausência de variação significativa na taxa fotossintética e condutância estomática entre os tratamentos, sugerem que as plantas sob pleno sol poderiam estar fotoinibidas. Adicionalmente, foram observados danos foto-oxidativos nas folhas, caracterizados por manchas não definidas de coloração amarronzada que, contudo, não evoluíram para necrose ou perda das mesmas.

A relação entre a concentração interna e atmosférica de CO_2 (Ci/Ca) integra as respostas estomáticas e metabólicas do processo

fotossintético. Normalmente a concentração de CO_2 no ambiente é constante e a concentração interna varia em função da demanda de CO_2 no mesófilo (MOTT, 1988). A maior relação C_i/C_a observada nas plantas em alta irradiância pode ter ocorrido como consequência de danos fotoinibitórios ao fotossistema II (FSII). Em condição de luz saturante, a alta temperatura inibe a assimilação de CO_2 pelo decréscimo do estado de ativação da Rubisco via inibição da rubisco ativase (LAW; CRAFTS-BRANDNER, 1999) ou pela limitação no transporte de elétrons e redução na capacidade de regeneração da ribulose 1,5 bifosfato (WISE *et al.*, 2004).

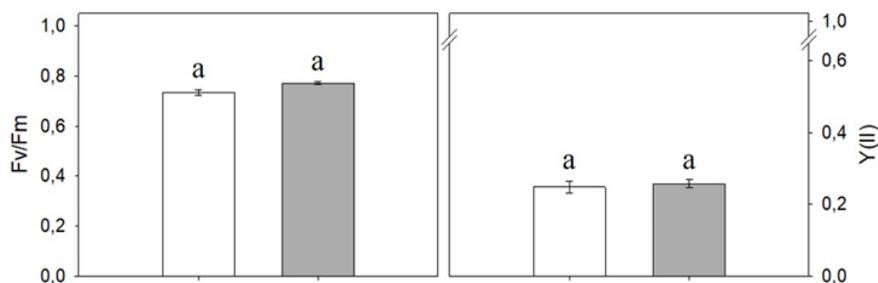
A Figura 2 apresenta a curva da assimilação de CO_2 em resposta à densidade de fluxo de fótons (DFF). Observam-se valores semelhantes entre os tratamentos, indicando que a espécie possui baixa capacidade de aclimação à alta irradiância. Contudo, as taxas fotossintéticas atingidas estão de acordo com o indicado por Bazzaz e Pickett (1980), em que as espécies consideradas tardias submetidas à alta irradiância apresentam A_{max} entre 1,38 e 9,4 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

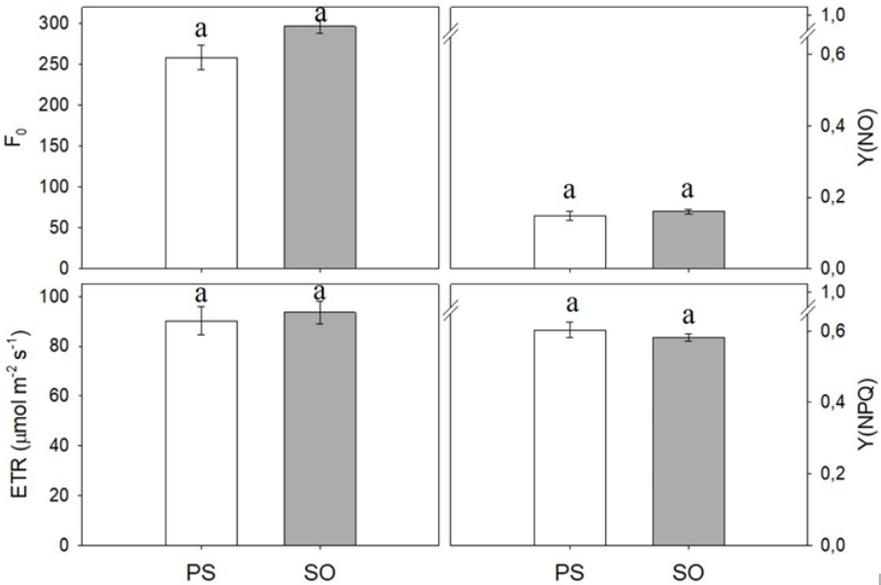
Figura 2. Curva de resposta fotossintética (A_{max}) à densidade de fluxo de fótons (DFF) em plantas de *Handroanthus heptaphyllus* aos 120 dias após emergência, sob pleno sol (PS) e 70% de sombreamento (SO). Cruz das Almas, BA, Brasil. Barras representam o erro padrão da média.



Conforme observado na Figura 3, todas as variáveis relacionadas à fluorescência da clorofila *a* foram semelhantes entre os tratamentos. Verifica-se, desta forma, que plantas de *H. heptaphyllus* apresentam rendimentos quânticos fotossintéticos, mecanismos de dissipação térmica e taxa de transporte de elétrons semelhantes entre pleno sol e 70% de sombreamento. Este resultado corrobora com o anterior, indicando que a espécie apresenta limitada capacidade de se ajustar fisiologicamente a ambientes com elevada irradiância. Esta menor capacidade de aclimação de espécies tolerantes à sombra a altas irradiâncias, também é relatada na literatura (ANJOS *et al.*, 2012; GRIFFIN; RANNEY; PHARR, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2005; SANTOS; GONSALVES; FELDPAUSCH, 2006).

Figura 3. Valores médios do rendimento quântico máximo do FS II (F_v/F_m), rendimento quântico efetivo do FSII (Y_{II}), fluorescência mínima (F_0), rendimento quântico de dissipação não-regulada ($Y(NO)$), taxa de transporte de elétrons (ETR) e rendimento quântico de dissipação regulada ($Y(NPQ)$) em plantas de *Handroanthus heptaphyllus* aos 120 dias após emergência, sob pleno sol (PS) e 70% de sombreamento (SO). Cruz das Almas - BA. Barras indicam o erro padrão e letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$).





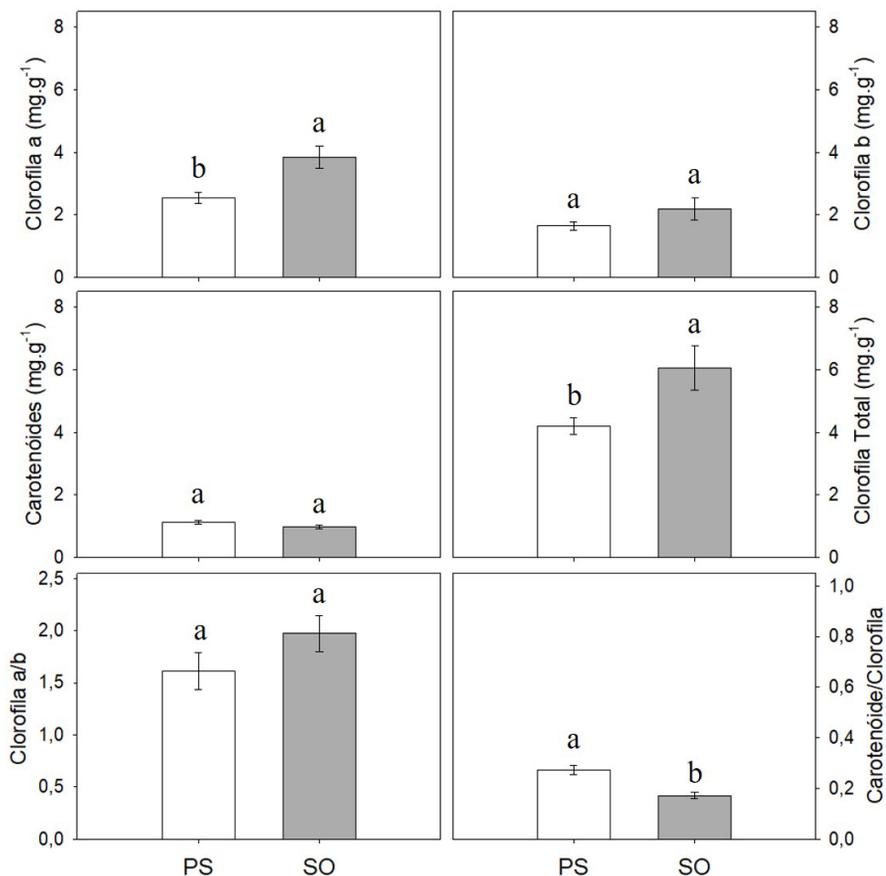
Todavia, é importante analisar a razão F_v/F_m que é uma estimativa da eficiência quântica máxima da atividade fotoquímica do FSII, quando todos os centros de reação estão abertos (BAKER; ROSENQVST, 2004). Quando uma planta está com seu aparelho fotossintético intacto, a razão F_v/F_m deve variar entre 0,75 e 0,85 (BOLHÀR-NORDENKAMPF *et al.*, 1989), enquanto, valores abaixo de 0,75 refletem a presença de dano fotoinibitório nos centros de reação do PSII (BJÖRKMAN; DEMMING, 1987). O valor encontrado para F_v/F_m foi de 0,73 nas plantas sob pleno sol e 0,77 nas plantas que estavam sob sombreamento, sendo mais um indicativo de que as plantas de *H. heptaphyllus* sofreram danos fotoinibitórios quando submetidas à alta densidade de fluxo de fótons ($1.686 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), durante o crescimento inicial.

Em relação aos pigmentos cloroplastídicos, as plantas cultivadas sob pleno sol apresentaram menor teor de clorofila a e clorofila total (Figura 4). Esta redução no teor de clorofilas em níveis

mais elevados de irradiância, também foi relatada em espécies florestais como *Cupania vernalis* Cambess. (LIMA JÚNIOR; ALVARENGA; CASTRO, 2006), *Cordia superba* Cham. (SOUZA *et al.*, 2009), *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. (ENDRES *et al.*, 2010), *Mikania laevigata* Sch.Bip. ex Baker (SOUZA *et al.*, 2011). Siebeneichler *et al.* (2008), avaliando a mesma espécie em estudo, encontraram menor teor de clorofila *a*, *b* e total nas plantas sob pleno sol em relação àquelas submetidas a sombreamento natural. Sob alta irradiância, por a luz não ser um fator limitante à fotossíntese, as plantas não necessitam produzir clorofilas como mecanismo para aumentar a capacidade de absorção. Adicionalmente, nesta condição, as clorofilas tendem a ser foto-oxidadas devido à formação do oxigênio singleto, que acomete preferencialmente moléculas com duplas ligações, como ácidos graxos insaturados e clorofilas, danificando o sistema de membranas do cloroplasto e o complexo de pigmentos das antenas coletores de luz (HENDRY; PRICE, 1993; MOLLER; JENSEN; HANSSON, 2007).

O teor de clorofila *b* e a razão clorofila *a/b*, não diferiram significativamente entre os tratamentos. Variação significativa foi observada para a razão carotenóide/clorofila, superior nas plantas cultivadas sob pleno sol. Este resultado deve-se à menor proporção de clorofila total nestas plantas e à atuação dos carotenóides como fotoprotetores do maquinário fotoquímico prevendo danos fotooxidativos às moléculas de clorofila quando a planta é submetida à elevada irradiância (KERBAUY, 2019).

Figura 4. Teores de Clorofila *a*, clorofila *b*, carotenóides, clorofila total, razão clorofila *a/b* e razão carotenóides/clorofila em plantas de *Handroanthus heptaphyllus* aos 120 dias após emergência, sob pleno sol (PS) e 70% de sombreamento (SO). Cruz das Almas - BA. Barras indicam o erro padrão da média e letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$).



Observa-se na Tabela 1 que as plantas apresentaram alterações anatômicas foliares em função dos regimes luminosos. Todos os parâmetros anatômicos avaliados diferiram de forma altamente significativa entre os tratamentos. Os parênquimas lacunoso e paliçádico das folhas sob pleno sol apresentaram incrementos de 67% e 46,8% em comparação às plantas sob sombreamento, respectivamente. Desta forma, o mesofilo foi 35,3% mais espesso nas folhas das plantas em pleno sol.

Tabela 1. Valores médios (\pm erro padrão) da espessura (μm) dos parênquimas paliçádico e lacunoso, do mesofilo e das faces adaxial e abaxial da epiderme de folhas de *Handroanthus heptaphyllus* aos 120 dias após emergência, sob pleno sol (PS) e 70% de sombreamento (SO). Cruz das Almas, BA, Brasil.

Parâmetros	Tratamento						p-Anova
	Pleno sol			Sombreamento 70%			
Parênquima lacunoso	56,4	\pm	4,06	18,6	\pm	6,55	0,000
Parênquima paliçádico	46,65	\pm	4,51	24,8	\pm	2,03	0,000
Mesofilo	102,85	\pm	6,10	66,6	\pm	4,73	0,000
Face adaxial da epiderme	27,75	\pm	2,38	15,45	\pm	1,84	0,000
Face abaxial da epiderme	23,15	\pm	2,31	11,45	\pm	1,82	0,000

p < 0,05 representa diferença significativa entre as médias pelo Teste F.

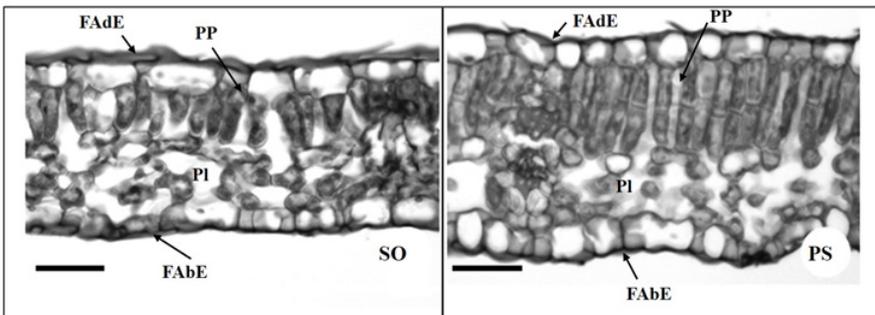
As folhas desenvolvidas em maior intensidade luminosa são mais espessas, o que gera um aumento significativo na dissipação de calor, e isso é um importante fator para a sobrevivência da planta em habitats mais secos e com alta irradiância, onde o superaquecimento e as altas taxas de transpiração são lesivos (TERASHIMA *et al.*, 2006; CHIAMOLERA *et al.*, 2010). Hanba, Kogami e Terashima (2002), ao avaliarem as espécies *Acer palmatum*, *A. mono* Maxim e *A. rufinerve* Siebold & Zucc., sob diferentes níveis de irradiância, verificaram mesofilo mais espesso em todas espécies conforme aumento da radiação, devido, principalmente, ao parênquima paliçádico mais espesso.

A espessura da epiderme tanto na face adaxial quanto abaxial da folha foi maior nas plantas submetidas a pleno sol. O aumento da espessura na face adaxial relaciona-se com a prevenção de perda de água. Resultados semelhantes também foram observados por Lima

Júnior, Alvarenga e Castro (2006), que encontraram maior espessura da face adaxial da epiderme nas plantas de *Cupania vernalis* Cambess. sob pleno sol em relação às que foram mantidas em 70% de sombreamento. No mesmo estudo, também foi observada maior espessura da epiderme abaxial sob pleno sol, porém, sem variação significativa.

Observa-se na Figura 5 que o parênquima paliçádico das folhas sob pleno sol foi constituído por duas camadas de células e que há poucos espaços entre as mesmas. Este arranjo mostra que a espécie apresenta plasticidade anatômica por modificar sua estrutura foliar de forma a reduzir os danos causados pelo excesso de radiação incidente. A presença de maior espessura do parênquima paliçádico em folhas de sol é importante para minimizar a fotoinibição, ao contrário das folhas de sombra, que apresentam uma maior área foliar e parênquima paliçádico mais reduzido (SYVERTSEN *et al.*, 1995). Contudo, os parâmetros fisiológicos avaliados demonstram que mesmo com este arranjo anatômico, as plantas apresentaram sintomas de fotoinibição, evidenciando uma limitada plasticidade fisiológica.

Figura 5. Fotomicrografias de seções transversais de folhas de *Handroanthus heptaphyllus* aos 120 dias após emergência, sob 70% de sombreamento (SO) e pleno sol (PS), Cruz das Almas - BA. (FAde = face adaxial da epiderme; PP = parênquima paliçádico; PL = parênquima lacunoso; FAbe = face abaxial da epiderme). Escala = 150 μ m.



As plantas sombreadas apresentaram maior quantidade de espaços intercelulares que aquelas sob pleno sol, o que pode ser interpretado como um mecanismo para aumentar a absorção de luz e as taxas fotossintéticas. A ampliação de um sistema de espaços intercelulares facilita a dispersão da luz, aumentando, dessa forma, a absorção desta pelos cloroplastos dentro do mesofilo (SMITH *et al.*, 1997). Também aumenta a eficiência fotossintética por facilitar as trocas gasosas, já que grandes superfícies das células ficam expostas e entram em contato com ar, presente nos espaços intercelulares (APPEZZATO-DA-GLORIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2012).

Conclusão

A espécie *H. heptaphyllus* tolera o pleno sol durante o desenvolvimento inicial, entretanto, a pouca variação nos parâmetros fisiológicos entre as plantas submetidas à alta e baixa irradiância, indica uma limitada plasticidade fisiológica.

A anatomia foliar de plantas colocadas em ambiente sombreado foi diferente das plantas submetidas ao pleno sol, no sentido de aumentar a eficiência na absorção de luz.

Referências

ANJOS, L.; OLIVA, M.A.; KUKI, K.N. Fluorescence imaging of light acclimation of brazilian atlantic forest tree species. **Photosynthetica**, Prague, v. 50, n. 1, p. 95-108, 2012.

APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia Vegetal**. 2ª ed., Editora UFV, Viçosa. 2012.

BAKER, N.R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, n. 4, v. 55, p. 1607-1621, 2004.

BAZZAZ, F.A.; PICKET, S.T.A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 11, n. 1, p. 297-310, 1980.

BILGER, W.; SCHREIBER, U.; BOCK, M. Determination of the quantum efficiency of photosystem II and of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in the field. **Oecologia**, Berlin, v. 102, n. 4, p. 425-432, 1995.

BJÖRKMAN, O.; DEMMIG, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77k among vascular plants of diverse origins. **Planta**, New York, v. 170, n. 4 p. 489-504, 1987.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; LONG, S.P.; BAKER, N.R.; ÖQUIST, G.; SCHREIDER, U.; LECHNER E.G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: A review of current instrument. **Functional Ecology**, New York, v. 3, n. 4, p. 497-514, 1989.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 5ª ed., Editora Embrapa, Brasília. 2014. 634 p.

CHAZDON, R.L.; PEARCY, R.W.; LEE, D.W.; FETCHER, N. Photosynthetic responses of tropical forest plants to contrasting light environments. In: MULKEY, S. S., CHAZDON, R. L., SMITH, A. P. (Eds.). **Tropical Forest Plant Ecophysiology**. Chapman and Hall, New York, p. 5-55, 1996.

CHIAMOLERA, L.B.; ANGELO, A.C.; BOEGER, M.R. T. Resposta morfoanatômica da folha de *Podocarpus lambertii* klotzsch ex Endl (podocarpaceae) implantado em duas áreas com diferentes graus de sucessão às margens do reservatório Iraí. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 1-11, 2010.

COSTA, G.S.; DALMOLIN, A.C.; SCHILLING, A.C.; SANCHES, M.M.; SANTOS, M.S.; MIELKE, M.S. Physiological and growth strategies of two *Cariniana* species in response to contrasting light availability. **Flora**, Amsterdam, v. 258, Id. 151427, p.1-8, 2019.

EHLERINGER, J. Leaf absorptances of Mohave and Sonoran desert plants. **Oecologia**, Berlin, v. 49, n. 3, p. 366-370, 1981.

ENDRES, L.; CÂMARA, C.A.; FERREIRA, V.M.; SILVA, J.V. Morphological and photosynthetic alterations in the Yellow-ipe, *Tabebuia chryso-tricha* (Mart. Ex DC.) Standl., under nursery shading and gas exchange after being transferred to full sunlight. **Agroforest System**, Heidelberg, v. 78, p. 287-298, 2010.

GERLARCH, D. **Botanische mikrotechnik**: Eine Einführung. Georg Thieme, Stuttgart. 1969, 311 p.

GRIFFIN, J.J.; RANNEY, T.G.; PHARR, D.M. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence, and carbohydrate content of *Illicium taxa* grown under varied irradiance. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, n. 1, 2004, p. 46-53.

HANBA, Y.T.; KOGAMI, H.; TERASHIMA, L. The effects of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 25, n. 8, p. 1021-1030, 2002.

HENDRY, G.A.F.; PRICE, A.H. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: HENDRY, G.A.F.; GRIME J.P. (Eds.) **Methods in comparative plant ecology**. London: Chapman e Hall, p.148-152, 1993.

HILBE, J.M. **SigmaPlot v. 8: exact graphs and data analysis**. 2005. Disponível em: <http://www.sigmaplot.co.uk/products/sigmaplot/awardreviews/awd-reviews4.php>. Acesso em: 18 julho 2020.

HISCOX, J.D.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 57, n. 12, p. 1332-1334, 1979.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica** – Período 2017-2018. São Paulo, 2019.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill, New York. 1940.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Editora: Guanabara Kooga, Rio de Janeiro, 2019.

KLUGHAMMER, C.; SCHREIBER, U. Complementary PSII quantum yield calculated from simple fluorescence parameters measured by PAM fluorometry and saturation pulse method. **PAM Application Notes**, Effeltrich, v. 1, n. 7, p. 27-35, 2008.

KÖPPEN, W. Das seographische system der climate. In: KÖPPEN W.; GEIGER, R. (ed.) **Handbuch der klimatologie**. Germany: Part C. Gebrüder Borntraeger, 1936.

KRAMER, D.M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G.E. New fluorescence parameters for the determination of QA redox state and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, Tempe, v. 79, n. 2, p. 209-218, 2004.

KUPTZ, D.; GRAMS, T.E.E.; GUNTER, S. Light acclimation of four native tree species in felling gaps within a tropical mountain rainforest. **Trees**, Berlin, v. 24, n. 1, p. 117–127, 2010.

LAISK, A.; LORETO, F. Determining photosynthetic parameters from leaf CO₂ exchange and chlorophyll fluorescence. **Plant Physiology**, Rockville, v. 110, n. 3, p. 903-912, 1996.

LAW, R.D.; CRAFTS-BRANDNER, S.J. Inhibition and acclimation of photosynthesis to heat stress is closely correlated with activation of Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase. **Plant Physiology**, Rockville, v. 120, n. 1, p. 173-182, 1999.

LIMA JUNIOR, E.C.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M. Physioanatomy traits of leaves in young plants of *Cupania vernalis* camb. subjected to different shading levels. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 33-41, 2006.

LIMA JUNIOR, E.C.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C.V.; OLIVEIRA, H.M. Trocas gasosas, características das folhas

e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1092-1097, 2005.

LONG, S.P.; HUMPHRIES, S.; FALKOWSKI, P.G. Photoinhibition of photosynthesis in nature. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Stanford, v. 45, n. 1, p. 633-662, 1994.

LONGHI, R.A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul**. 2. ed. Editora: LePM, Porto Alegre, 1995..

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 8. ed. Editora: Instituto Plantarum, Nova Odessa, v. 2, 2020.

LÜTTGE, U. **Physiological Ecology of Tropical Plants**. Springer, Berlin, Germany. 2008.

MAGALHÃES, N.S.; MARENCO, R.A.; MENDES, K.R. Aclimação de mudas de acariquara à alta irradiância. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v, 44, n. 7, p. 687-694, 2009.

MOLLER, I.M.; JENSEN, P.E.; HANSSON, A. Oxidative modifications to cellular components in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo alto, v. 58, n. 1, p. 459-481, 2007.

MONTGOMERY, R.A.; CHAZDON, R.L. Light gradient partitioning by tropical seedlings in the absence of canopy gaps. **Oecologia**, Berlin, v. 131, p. 165-174, 2002.

MOTT, K.A. Do stomata respond to CO₂ concentrations other than intercellular? **Plant Physiology**, **Rockville**, v. 86, n. 1, p. 200-203, 1988.

PEREIRA, H.A.S.; COSTA, G.S.; SCHILLING, A.C.; MIELKE, M.S.; SANCHES, M.C.; DALMOLIN, A.C. Photosynthesis, growth, and biomass allocation responses of two *Inga* species to contrasting light. **Acta Physiologiae Plantarum**, Berlin, v. 41, p. 174, 2019.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved <http://www.R-project.org>. 2018.

RIBEIRO, R.V.; SOUZA, G.M.; OLIVEIRA, R.F.; MACHADO, E.C. Photosynthetic responses of tropical tree species from different successional groups under contrasting irradiance conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 141, p. 149-161, 2005.

SANTOS JUNIOR, U.M.; GONÇALVES, J.F.C.; FELDPAUSCH. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 226, n. 1, p. 299-309, 2006.

SCHLUTER, U.; MUSCHAK, M.; BERGER, D.; ALTMANN, T. Photosynthetic performance of an *Arabidopsis* mutant with elevated stomatal density (*sdd1-1*) under different light regimes. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 54, n. 383, p. 867-874, 2003.

SIEBENEICHLER, S.C.; FREITAS G.A.; SILVA, R.R.; ADORIAN G.C.; CAPELLARI, D. Características morfológicas em plantas de *Handroanthus heptaphyllus* (vell.) tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.

SMITH, W.K.; VOGELMANN, T.C.; DELUCIA, E.H.; BELL, D.T.; SHEPHERD, K.A. Leaf form and photosynthesis: do leaf structure and orientation interact to regulate internal light and carbon dioxide? **Bioscience**, Oxford, v. 47, n. 11, p. 785-793, 1997.

SOUZA, G.M. BALMANT, B.D.; VÍTOLO, H.F.; GOMES, K.B.P.; FLORENTINO, T.M.; CATUCHI, T.A; VIEIRA, W.L. Estratégias de utilização de luz e estabilidade do desenvolvimento de plântulas de *Cordia superba* Cham. (Boraginaceae) crescidas em diferentes ambientes luminosos. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 23, n. 2 p. 474-485, 2009.

SOUZA, G.S.; CASTRO, E.M.; SOARES, A.M.; SANTOS, A.R.; ALVES, E. Photosynthetic pigments content, photosynthesis rate

and chloroplast structure in young plants of *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker grown under colored nets. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1843-1854, 2011.

STRAUSS-DEBENEDETTI, S.; BAZZAZ, F. Photosynthetic characteristics of tropical trees along successional gradients. In: Mulkey, S.S., Chazdon, R.L., SMITH, A.P. (Eds.), **Tropical Forest Plant Ecophysiology**. Chapman and Hall, New York, p. 162-186, 1996.

SYVERTSEN, J.P.; LLOYD, J.; MCCONCHIE, C.; KRIEDEMANN, P.E.; FARQUHAR, G. On the relationship between leaf anatomy e CO₂ diffusion through the mesophyll of hypostomatous leaves. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 149-157, 1995.

TERASHIMA I.; HANBA Y.T.; TAZOE Y.; VYAS P.; YANO S. Irradiance and phenotype: comparative eco-development of sun and shade leaves in relation to photosynthetic CO₂ diffusion. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 57, n. 2, p. 343-354, 2006.

VALLADARES F.; NIINEMETS Ü. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 39, n. 1, p. 237-257, 2008.

VALLADARES, F.; SANCHEZ-GOMEZ, D.; ZAVALA, M.A. Quantitative estimation of phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications. **Journal of Ecology**, London, v. 94, n. 6, p. 1103-1116, 2006.

VAN KOOTEN, O.; SNEL, J.F.H. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v. 25, n. 3, p. 147-150, 1990.

WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, Amsterdam, v. 144, n. 3, p. 307-313, 1994.

WISE, R.R.; OLSON, A.J.; SCHRADER, S.M.; SHARKEY, T.D.
Electron transport is the functional limitation of photosynthesis in field-grown Pima cotton plants at high temperature. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 27, n. 6, p.717-724, 2004.

Conservação pós-colheita de mamões CMF L78 e THB

*Thiago Viana Oliveira
Sebastião de Oliveira e Silva
Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki
Cristina Ferreira Nepomuceno
Leonardo Fernandes Barbosa*

Introdução

Apesar da importância do mamão para a fruticultura brasileira, a cultura sofre com problemas fitossanitários e de adaptação. Toda a produção nacional se concentra basicamente no cultivo de quatro cultivares, classificadas em dois grupos heteróticos: Solo e Formosa (LUZ *et al.*, 2015; SERRANO; CATTANEO, 2010).

Algumas características de interesse comercial podem ser selecionadas com estudos em programas de melhoramento genético, como o alto teor de sólidos solúveis, maior firmeza do fruto, elevada quantidade de flores hermafroditas, elevado número de frutos comerciais, peso e coloração adequados, assim como, sementes com alto vigor, entre outras características (RAMOS *et al.*, 2012).

No ano de 1995 a Embrapa Mandioca e Fruticultura iniciou estudos para a formação de linhagens de mamoeiro, tanto do grupo Solo quanto do Formosa. Dentre as linhagens criadas está a CMF L78 que vem demonstrando superioridade das características agrônômicas (DANTAS; LUCENA; VILAS-BOAS, 2015).

A qualidade dos frutos pode ser influenciada por fatores como cultivar, época e local de cultivo, manuseio na colheita e pós-colheita, tratamentos culturais e condições edafoclimáticas. Para a avaliação dessas qualidades são observados atributos dos frutos, físicos como: cor e firmeza e, químicos como: teor de sólidos solúveis, pH, acidez

titulável e relação de sólidos solúveis/acidez titulável (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

Na caracterização pós-colheita são observadas as alterações na qualidade do produto e o tempo que ele leva para se deteriorar até o limite que o torna impróprio para o consumo. A identificação dos atributos que se alteram e a definição quantitativa desse atributo são maneiras de monitorar a perda de qualidade durante o armazenamento (GALO *et al.*, 2014).

O objetivo do trabalho foi caracterizar os frutos de mamoeiro da linhagem CMF L78, quanto à qualidade físico-química e potencial de vida útil pós-colheita, além de compará-lo com a cultivar THB, material cultivado comercialmente no Brasil.

Material e métodos

Mamões da linhagem CMF L78 e cultivar 'THB' foram colhidos, entre abril e maio de 2018, na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, situada no município de Cruz das Almas, BA (12° 39' 25" S, 39° 07' 27" W e 226 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1936), é do tipo B_{Sa}, temperatura média superior a 22 °C no mês mais quente do ano, umidade relativa média anual em torno de 80% e evapotranspiração potencial média anual maior do que a precipitação pluviométrica média anual, estação seca de verão.

Após a colheita os frutos foram transportados para o Laboratório de Pós-colheita, onde foram lavados, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (100 mg L⁻¹ de cloro ativo) e homogeneizados quanto a ausência de podridões e danos mecânicos. Os frutos foram colhidos nos estádios: 1 – frutos com primeiros sinais amarelos, não ultrapassando 15% da casca; 2 – fruto $\frac{1}{4}$ maduro, com 15% a 25% da superfície da casca amarelada; 3 – fruto $\frac{1}{2}$ maduro, 25% a 50% da superfície da casca amarelada e 4 - fruto $\frac{3}{4}$ maduro, 50% a 75% da superfície da casca amarelada (CEAGESP, 2015).

Após secagem sob a condição ambiente, os frutos foram armazenados à temperatura ambiente (25 ± 2 °C), sendo avaliados quando atingiram o estágio 5 de amadurecimento (casca completamente amarela), estágio ideal de consumo. Os parâmetros avaliados foram: tempo para atingir o estágio 5, cor da casca e polpa, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e teor de ácido ascórbico.

O tempo para atingir o estágio 5 foi contabilizado como o período entre o dia da colheita e o dia em que os frutos atingiram esse estágio. A cor da casca e da polpa foi avaliada com auxílio de colorímetro, com metodologia adaptada de McGuire (1992), realizando-se as leituras em L (luminosidade), C (chroma) e h° (ângulo de cor hue). A cor da casca foi obtida pela leitura em quatro pontos equidistantes na região equatorial dos frutos. A cor da polpa foi obtida pela leitura de dois pontos, na região equatorial, em cada metade após o corte longitudinal dos frutos. O teor de sólidos solúveis (SS) foi quantificado com auxílio de refratômetro digital portátil com ajuste de temperatura, após trituração da polpa com mixer doméstico. Os resultados foram expressos em °Brix. A acidez titulável (AT) foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N, de 1 g de amostra da polpa diluída em 50 mL de água destilada (OLIVEIRA, 2010). O teor de ácido ascórbico foi determinado por titulação, através da redução do indicador 2,6-diclorofenol indolfenol (DCFI) pelo ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa (CARVALHO *et al.*, 1990).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4, com dois genótipos (CMF L78 e 'THB') e quatro estágio de amadurecimento, com cinco repetições compostas por três frutos por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram analisados usando o programa Sisvar (FERREIRA, 2014).

Resultados e discussão

Logo após colheita

Nos frutos recém-colhidos houve uma tendência de aumento nos valores de acidez titulável, porém esse aumento só foi significativo no último estágio de colheita (estádio 4 de amadurecimento), para ambos os genótipos e somente neste estágio os mamões da linhagem CMF L78 apresentaram valores de acidez significativamente maiores que os da cultivar THB (Tabela 1).

Tabela 1. Tempo de conservação e qualidade físico-química de mamões linhagem CMF L78 e 'THB' colhidos em diferentes estádios de amadurecimento e avaliados logo após a colheita.

Estádios	Acidez Titulável (%)		Sólidos Solúveis (°Brix)	
	CMF L78	THB	CMF L78	THB
Estádio 1	0,038 Aa	0,039 Aa	10,68 Aa	11,38 Aa
Estádio 2	0,038 Aa	0,036 Aa	11,48 Aa	9,86 Aa
Estádio 3	0,046 Aa	0,040 Aa	13,50 Aa	9,44 Ba
Estádio 4	0,074 Ab	0,062 Bb	12,18 Aa	12,74 Aa
CV (%)	19,68		22,59	
Média geral	0,047		11,41	
Estádios	Relação SS/AT		Ácido Ascórbico (mg 100g ⁻¹)	
	CMF L78	THB	CMF L78	THB
Estádio 1	286,71 Aab	303,66 Aa	28,18 Ac	31,44 Aa
Estádio 2	302,33 Aa	307,66 Aa	33,86 Aab	38,24 Aa
Estádio 3	309,20 Aa	262,44 Aab	44,51 Ab	40,47 Aa
Estádio 4	167,82 Ac	218,39 Bb	87,54 Aa	61,23 Bb
CV (%)	23,88		17,52	
Média geral	269,72		45,69	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa entre os genótipos para os frutos colhidos nos diferentes estádios de amadurecimento, com exceção dos frutos colhidos no estágio 3 em que os frutos do CMF L78 apresentavam maiores teores de sólidos solúveis em relação aos frutos da cultivar THB. Embora haja uma tendência de aumento nos valores de sólidos solúveis não foram significativamente diferentes à medida que os estádios de amadurecimento foram avançando, para ambos os genótipos (Tabela 1).

Gomez, Lajolo e Cordenussi (2002) observaram que não houve aumento significativo nos teores de açúcares totais em mamões do grupo Solo colhidos em diferentes estádios de amadurecimento, corroborando com os resultados de sólidos solúveis obtidos no presente trabalho.

Houve uma tendência, em ambos os genótipos, de redução na relação SS/AT quando os frutos foram colhidos nos estádios de amadurecimento mais avançados (Tabela 1). Isso, provavelmente, ocorreu devido à tendência de aumento da acidez titulável. Somente no Estádio 4 os frutos da cultivar THB tiveram valores maiores em relação à linhagem CMF L78 (Tabela 1).

Nos genótipos estudados, os teores de ácido ascórbico apresentaram de aumento à medida que os frutos foram colhidos nos estádios de amadurecimento mais avançados. No Estádio 4 de amadurecimento a linhagem CMF L78 apresentou teores significativamente maiores em relação à cultivar THB (Tabela 1).

De acordo com Wheeler *et al.* (1998) e Conklin (2001) a D-manose e a L-galactose são precursores chave da síntese de ácido ascórbico. Segundo Wheeler *et al.* (1998) a L-galactose pode ser sintetizada a partir da D-manose. A manose é um polissacarídeo presente na parede celular, desta forma a rota biossintética proposta por Wheeler *et al.* (1998), sugere que a medida em que ocorre degradação da parede celular com a amadurecimento dos frutos, a manose vai sendo disponibilizada como substrato para a produção de

ácido ascórbico, o que pode explicar o aumento do ácido ascórbico durante o amadurecimentos dos mamões 'CMF L78' e 'THB'.

Com relação à cor da casca dos frutos recém-colhidos, os mamões THB apresentaram valores para as variáveis L (luminosidade) e C (chroma) significativamente maiores que os frutos do CMF L78, havendo aumento dos valores com a colheita nos estádios mais avançados de amadurecimento, em ambos os genótipos. Porém os frutos do CMF L78 apresentaram maiores valores para o ângulo de cor hue (Tabela 2), com redução nos valores à medida que os frutos foram colhidos nos estádios mais avançados de amadurecimento. Esses resultados indicam que a linhagem CMF L78 apresentava frutos com coloração da casca verde escura quando colhidos nos estádios 1 e 2 e casca amarelo esverdeada e amarela quando colhidos nos estádios 3 e 4, respectivamente. Por outro lado, os mamões da cultivar THB apresentaram casca verde clara e verde amarelada quando colhidos nos estádios 1 e 2, respectivamente e casca amarela a alaranjada quando colhidas nos estádios 3 e 4. A variável C (chroma) mais elevada indica que os mamões THB apresentavam casca de cores mais fortes em relação aos mamões CMF L78.

Tabela 2. Cor da casca e polpa de mamões linhagem CMF L78 e 'THB' colhidos em diferentes estádios de amadurecimento e avaliados logo após a colheita.

Estádios	Cor da casca					
	L		C		h°	
	CMF L78	THB	CMF L78	THB	CMF L78	THB
Estádio 1	50,65 Bc	61,88 Ac	37,47 Bc	49,26 Ac	117,38 Aa	108,59 Ba
Estádio 2	56,28 Bb	67,99 Ab	45,18 Bb	53,53 Aa	105,38 Ab	97,85 Bb
Estádio 3	61,34 Ba	70,82 Ab	52,17 Ba	61,48 Ab	94,57 Ac	92,41 Ab
Estádio 4	61,74 Ba	75,00 Aa	53,77 Ba	66,30 Aa	91,97 Ac	73,99 Bc
CV (%)	3,16		5,21		3,64	
Média geral	63,21		52,40		97,77	

Estádios	Cor da Polpa					
	L		C		h°	
	CMF L78	THB	CMF L78	THB	CMF L78	THB
Estádio 1	57,66 Aa	59,20 Ab	44,50 Bb	48,77 Ab	60,24 Ba	63,02 Aa
Estádio 2	59,49 Ba	62,97 Aa	48,96 Ba	52,73 Aa	61,19 Ba	64,16 Aa
Estádio 3	59,21 Ba	62,83 Aa	48,47 Ba	50,73 Aab	62,16 Ba	63,97 Aa
Estádio 4	59,61 Ba	63,78 Aa	49,87 Aa	50,57 Aab	61,36 Ba	63,16 Aa
CV (%)	3,38		3,32		2,17	
Média geral	60,60		49,33		62,41	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. L= Luminosidade, C = Chroma, h° = Ângulo de cor hue.

O decréscimo nos valores do ângulo hue, representa a mudança da cor de verde para amarela (Mc GUIRRE, 1992). A variação da cor verde para a amarela, que ocorre na casca do mamão, é uma das mais características transformações que ocorrem durante o amadurecimento deste fruto (OLIVEIRA; VITÓRIA, 2011).

As diferenças na cor da casca são devidas às diferenças genéticas entre os materiais (SOUZA *et al.*, 2014). Esses autores também observaram diferenças na cor da casca entre os genótipos, ou seja, que o mamão, cultivar Golden apresentou coloração de casca mais clara, verificada pelos valores mais altos de L (luminosidade) em relação aos registrados para o 'Tainung 01' e 'UC01', além de maior perda da cor verde. Os mesmo autores ainda observaram que, na colheita, a cor da casca dos frutos 'Tainung 01' e 'UC01' não diferiram entre si, registrando valores do ângulo hue próximos a 121 °h, valores próximos aos observados para a linhagem CMF L78 do presente trabalho; enquanto a 'Golden', devido à coloração verde-clara de sua casca, registrou ângulo hue de 112,1 °h, valores próximos ao encontrados para a cultivar 'THB', isso devido à cultivar 'THB' ser oriunda de seleção massal a partir da 'Golden'.

Semelhante à cor da casca, para a cor da polpa os mamões THB apresentaram valores de L (luminosidade) e C (chroma) maiores

em relação aos frutos do CMF L78, também com aumento dos valores com a colheita nos estádios mais avançados, com exceção do parâmetro L para os frutos do CMF L78 que não apresentaram diferença significativa ao longo das colheitas (Tabela 2). Para a variável °h (ângulo de cor hue) ao contrário da casca, os mamões THB apresentaram maiores valores em todos os estádios de colheita em relação a mamões CMF L78 (Tabela 2). Isso indica que os frutos da cultivar THB estavam com coloração de polpa mais amarelada e mais clara em relação aos frutos da linhagem CMF L78 que estavam com a cor da casca mais alaranjada e escura.

Após o amadurecimento

A linhagem CMF L78 apresentou maior tempo para atingir o estágio 5 em todos os estádios de colheita, em relação a cultivar THB (Tabela 3). Como esperado houve diminuição significativa do tempo para atingir o estágio 5, em ambos genótipos, à medida que os estádios foram avançando, indicando que o tempo de vida útil vai reduzindo à medida que os frutos vão amadurecendo. Quando colhidos no estágio 1, os frutos da linhagem CMF L78 demoram em média 10,8 dias para atingir o estágio 5 e os frutos da 'THB' atingiram esse estágio em 7 dias (Tabela 3).

Tabela 3. Tempo de conservação e qualidade físico-química de mamões linhagem CMF L78 e 'THB' colhidos em diferentes estádios de amadurecimento e avaliados no Estádio 5 de amadurecimento.

Estádios	Tempo para atingir estágio 5		Acidez Titulável (%)		Sólidos Solúveis (°Brix)	
	CMF L78	THB	CMF L78	THB	CMF L78	THB
Estádio 1	10,8 Aa	7,0 Ba	0,053	0,049	13,02 Aa	11,74 Aa
Estádio 2	7,6 Ab	5,6 Bab	0,046	0,048	12,26 Aa	11,82 Aa
Estádio 3	4,8 Ac	3,2 Bbc	0,060	0,059	13,60 Aa	11,32 Ba

Estádio 4	3,0 Ac	2,0 Ac	0,071	0,056	12,48 Aa	12,54 Aa
CV (%)	26,27		2,83		8,68	
Média geral	5,50		0,055 ^{ns}		12,35	
Estádios	Relação SS/AT		Ácido Ascórbico (mg 100g ⁻¹)			
	CMF L78	THB	CMF L78	THB		
Estádio 1	246,42	239,76	76,84 Ab	64,21 Ba		
Estádio 2	216,50	243,86	81,94 Ab	57,53 Ba		
Estádio 3	226,62	199,20	95,63 Aa	57,96 Ba		
Estádio 4	178,83	232,44	85,92 Aab	60,37 Ba		
CV (%)	24,04				9,63	
Média geral	238,12 ^{ns}				72,55	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

Uma das características desejáveis em genótipos melhorados de mamão é um período de vida útil pós-colheita superior às variedades comercialmente cultivadas, isso pode proporcionar maior tempo de transporte, permitindo alcançar mercados mais distantes, além de propiciar maior período de comercialização.

Bron e Jacomino (2006) e Motta *et al.* (2015) trabalhando com mamões 'Golden' colhidos no estádio 1, observaram que a vida útil pós-colheita foi em média de 7 e 6 dias, respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos observados para a cultivar THB e, inferiores em relação às médias observadas na linhagem CMF L78.

As variáveis AT, SS e relação SS/AT não apresentaram diferenças significativas tanto para os frutos colhidos em diferentes estádios de amadurecimento, quanto entre os genótipos avaliados, quando estes atingiram o estádio 5 de amadurecimento (Tabela 3).

Bron e Jacomino (2006) também não observaram diferença significativa na acidez titulável e no teor de sólidos solúveis, em

mamões 'Golden' colhidos, no mês de fevereiro, em diferentes estádios de amadurecimento, com médias de AT de 0,093% e teor de SS 12,2 °Brix. Resultados semelhantes também foram observados por Fagundes e Yamanishi (2001) em mamões do grupo Solo colhidos nos meses de junho e julho.

Como o mamão não acumula amido durante seu desenvolvimento, com teores próximos a 0,1% no momento da colheita, não seria uma fonte de carbono suficiente para ser hidrolisado para a produção de doçura durante o amadurecimento pós-colheita, o que justifica a pequena variação no teor de SS durante o amadurecimento do fruto colhido (GOMEZ; LAJOLO; CORDENUSSI, 2002). Uma fonte alternativa de carboidratos utilizada em interconversões, o que pode justificar algum aumento neste teor durante o amadurecimento do mamão colhido, são os carboidratos estruturais de parede celular, que podem ser convertidos em açúcares, por enzimas da parede celular, ou fazer parte dos sólidos solúveis acumulados na polpa do fruto na fase de amadurecimento (BRUMMELL, 2006). Estas transformações podem justificar as mudanças no teor de SS verificadas entre os frutos avaliados logo após a colheita e no estágio 5 de amadurecimento.

A razão SS/AT é uma importante variável de qualidade na pós-colheita, pois expressa o equilíbrio entre a doçura e a acidez, representando, em parte, sensação agradável no paladar do consumidor (DIAS *et al.*, 2011). Como não houve diferença entre os genótipos estudados (CMF L78 e THB) isso indica que ambos podem proporcionar a mesma sensação de paladar ao consumidor.

Com relação aos teores de ácido ascórbico, a linhagem CMF L78 apresentou valores superiores ao 'THB' em frutos colhidos em todos os estádios de amadurecimento, quando estes atingiram o estágio 5, com maior média nos frutos colhidos no estágio 3. Não foram encontradas diferenças significativas entre os estádios de colheita para a cultivar THB (Tabela 3). Porém, os teores de ácido

ascórbico foram mais elevados nos frutos maduros (Tabela 3) em relação aos frutos colhidos até o estágio 3 (Tabela 1).

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), a composição média de vitamina C nos mamões do Brasil é de 82,2 mg 100g⁻¹, sendo assim, os teores apresentados pelo genótipo CMF L78 nos estádios 3 e 4 (Tabela 3), são superiores à cultivar THB comercializada no Brasil.

Não houve diferença significativa entre os genótipos para as variáveis L (luminosidade) e C (chroma) de cor da casca, porém, o ângulo de cor hue (h°) apresentou diferença significativa entre os genótipos para a maioria dos estádios de colheita, com exceção do estágio 1 (Tabela 4). O genótipo CMF L78 apresentou menores valores médios mostrando que a casca dos frutos estavam mais alaranjados em relação ao 'THB'.

Tabela 4. Cor da casca e polpa de mamões linhagem CMF L78 e 'THB' colhidos em diferentes estádios de amadurecimento e avaliados no estágio 5 de amadurecimento.

Estádios	Cor da casca					
	L		C		h°	
	CMF L78	THB	CMF L78	THB	CMF L78	THB
Estádio 1	68,51 Aa	71,26 Ab	65,02 Aab	66,58 Aa	78,74 Aa	77,47 Ab
Estádio 2	66,02 Ba	80,08 Aab	66,75 Aa	69,26 Aa	76,76 Bab	80,97 Aab
Estádio 3	66,63 Ba	76,88 Aa	64,24 Bab	67,13 Aa	73,00 Bb	82,43 Aa
Estádio 4	64,82 Ba	75,78 Aa	61,83 Bb	64,81 Aa	73,61 Bb	77,90 Ab
CV (%)	3,89		3,01		2,98	
Média geral	71,25		65,71		77,61	
Estádios	Cor da Polpa					
	L		C		h°	
	CMF L78	THB	CMF L78	THB	CMF L78	THB
Estádio 1	57,01 Aa	56,55 Ab	47,33 Bb	50,60 Aa	60,86 Ba	65,99 Aa

Estádio 2	56,51 Ba	61,04 Aab	49,06 Aab	51,61 Aa	61,77 Aa	64,16 Aa
Estádio 3	58,73 Ba	62,80 Aa	51,66 Aa	49,65 Aa	62,59 Aa	64,23 Aa
Estádio 4	55,26 Ba	60,01 Aab	48,78 Bab	52,48 Aa	59,66 Ba	66,26 Aa
CV (%)	4,72		4,17		3,09	
Média geral	58,49		50,15		63,19	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. L= Luminosidade, C = Chroma, h° = Ângulo de cor hue.

No desdobramento dos estádios dentro de cada genótipo verificou-se que os resultados para a variável L (luminosidade) mostraram, com exceção do estádio 1, redução dos valores com a evolução dos estádios de amadurecimento para a cultivar THB. Por outro lado, a linhagem CMF L78 não apresentou diferença significativa entre os estádios de colheita. Para a variável C (chroma) a linhagem CMF 78 apresentou diferenças significativas somente nos frutos colhidos no estádio 4 e a cultivar THB não teve diferença significativa para esta variável. Com relação ao ângulo de cor hue (h°), os frutos colhidos nos estádios 1 e 2 apresentaram valores significativamente maiores em relação aos frutos colhidos nos estádios 3 e 4, para o genótipo CMF L78 (Tabela 4). Isso significa que os frutos colhidos em estádios mais avançados de amadurecimento apresentam a casca mais alaranjada em relação aos frutos colhidos nos estádios iniciais, para esse genótipo. Para a 'THB' os frutos colhidos nos estádios 1 e 4 foram os que apresentaram menores valores para a variável h° da casca (Tabela 4).

A coloração da casca é um importante atributo de qualidade que determina o valor comercial dos frutos. A cor é responsável pelo impacto visual mais marcante, sendo um dos principais parâmetros utilizados como critério para seleção dos frutos para compra, pelos consumidores (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com relação à cor da polpa houve diferença significativa entre os genótipos para as três variáveis na maioria dos estádios de colheita, com exceção ao estágio 1 para a variável L (luminosidade) e estágio 3 para as variáveis C (chroma) e h° (ângulo de cor hue) (Tabela 4). A polpa dos frutos do genótipo CMF L78 teve menores valores para todas as variáveis de cor analisadas (luminosidade, chroma e ângulo de cor hue), indicando que polpa dos frutos desse genótipo possui uma coloração mais alaranjada e escura, porém menos vívida em relação a cultivar THB.

Os mamões colhidos em todos os estádios tiveram amadurecimento normal após a colheita, independentemente do genótipo, evidenciado por modificações nos atributos de qualidade físicas e químicas, indicado que esses genótipos podem ser colhidos a partir do estágio 1 sem apresentar anormalidades no amadurecimento.

Para as variáveis físico-químicas AT, SS e relação SS/AT, relacionadas ao sabor, a linhagem CMF L78 apresentou valores semelhante à cultivar 'THB', nos frutos colhidos nos diferentes estádios de amadurecimento, porém com relação ao teor de ácido ascórbico e vida útil pós-colheita, a linhagem CMF L78 apresentou valores superiores à 'THB', indicando dessa forma que a linhagem CMF L78 pode ser um material promissor com relação à qualidade de frutos.

Conclusões

Os mamões da linhagem CMF L78 colhidos no estágio 1 tem potencial de conservação de até nove dias à temperatura ambiente, sem prejuízos nos atributos, de sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico, relação sólidos solúveis acidez/titulável, cor da polpa e da casca, durante o seu amadurecimento.

Os mamões CMF L78 possuem características de sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis acidez/titulável semelhantes à cultivar THB, quando maduros.

Referências

BRON, I.U.; JACOMINO, A.P. Ripening and quality of 'Golden' papaya fruit harvested at different maturity stages. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 389-396, 2006.

BRUMMELL, D. A. Cell wall disassembly in ripening fruit. **Functional Plant Biology**, Clayton, v. 33, n. 1, p. 103-119, 2006.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. M. **Análises químicas de alimentos: manual técnico**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos. 1990.

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

COKLIN, P.L. Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 24, n. 4, p. 383-394, 2001.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP. **Folheto mamão Fotolito** - Ceagesp. 2015. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/mamao.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2017.

DANTAS, J.L.L.; LUCENA, R.S.; VILAS-BOAS, S.A. Avaliação agrônômica de linhagens e híbridos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 138-148, 2015.

DIAS, A.B.; CARVALHO, M.A.P.; DANTAS, A.C.V.L.; FONSECA, V.J.A. Variabilidade e caracterização de frutos de pitangueiras

em municípios baianos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1169-1177, 2011.

FAGUNDES G.R.; YAMANISH O.K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'Solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 541-545, 2001.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.3 8, n. 2, p. 109-112, 2014.

GALO J.Q.B.; SOUZA M.L.; KUSDRA J.F.; MATTIUZ C.F.M. Conservação pós-colheita de mamão 'Sunrise Solo' com uso de quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 305-312, 2014.

GOMEZ, M.; LAJOLO, F.; CORDENUSSI, B. Evolution of soluble sugars during ripening of papaya fruit and its relation to sweet taste. **Journal of Food Science**, Cham, v. 67, n. 1, p. 442-447. 2002.

KÖPPEN, W. Das seographische system der climate. In: KÖPPEN W.; GEIGER, R. (ed.) **Handbuch der klimatologie**. Germany: Part C. Gebrfider Borntraeger, 1936.

LUZ, L.N.; PEREIRA, M.G.; BARROS, F.R.; BARROS, G.B.; FERREGUETTI, G.A. Novos híbridos de mamoeiro avaliados nas condições de cultivo tradicional e no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 159-171, 2015.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MOTTA J.D.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; SOUSA, K. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 1, p. 74-82, 2015.

OLIVEIRA, J.G.; VITORIA, A.P. Papaya: nutritional and pharmacological characterization, and quality loss due to physiological disorders. An overview. **Food Research International**, Barking, v. 44, n. 5, p. 1306-1313, 2011.

OLIVEIRA, L.A. **Manual de laboratório**: análises físico-químicas de frutas e mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

RAMOS, H.C.; PEREIRA, M.G.; GONÇALVES, L.S.A.; BERILLI, A.P.C.G.; PINTO, F.O.; RIBEIRO, E.H. Multivariate analysis to determine the genetic distance among backcross papaya (*Caricapapaya*) progenies. **Genetic and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 11, p. 1280-1295, 2012.

SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 657-959, 2010.

SOUZA, A.F.; SILVA, W.B.; GONÇALVES, Y.S.; SILVA, M.G.; OLIVEIRA, J.G. Fisiologia do amadurecimento de mamões de variedades comercializadas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 318-328, 2014.

TACO. TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS . **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011.

WHEELER, G.L.; JONES M.A.; SMIRNOFF, N. The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. **Nature**, London, v. 393, n. 6683, p. 365–369, 1998.

***Passiflora edulis* propagation: cuttings and substrates**

*Onildo Nunes de Jesus
Lucas Kennedy Silva Lima
Idália Souza dos Santos
Sidnara Ribeiro Sampaio
Taliane Leila Soares
Eduardo Augusto Girardi*

Introduction

The yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) is the most cultivated and marketed passion fruit in Brazil (FALEIRO *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2018), with a production in 2018 of 602,651 t from a harvested area of 42,731 ha, giving a mean yield of 14.1 t ha⁻¹, (IBGE, 2020). Passion fruit is an economically important fruit crop explored in many tropical and subtropical regions of the world (BERNARDES *et al.*, 2020) because of its increasing demand for the fresh market and processing (MALACRIDA; JORGE, 2012). Once the crop has a short production cycle, intensive use of labor, and good profitability in small areas, it is usually cultivated by family farmers (BERNARDES *et al.*, 2020).

The passion fruit is sexually propagated by seed, or asexually by cuttings, grafting or tissue culture (ANDRADE-NETO *et al.*, 2015; BATTISTUS *et al.*, 2014; LOVE *et al.*, 2020; JESUS *et al.*, 2018). In Brazil, seed propagation prevails due to the ease of use and low cost (FALEIRO *et al.*, 2019). However, as passion fruit is an allogamous heterozygotic species (MADUREIRA *et al.*, 2014), this fact results in non-uniform orchards regarding the fruit yield and quality, precocity of bearing and resistance to pests and diseases (FALEIRO *et al.*, 2019). The high variability in size and shape of the fruits requires

the classification for the market since fruits of a higher size are remunerated at rates up to 2.5 times higher.

In this way, an alternative would be the asexual propagation of elite plants that present the desired traits by both the consumer market and growers (JESUS *et al.*, 2018; LOVE *et al.*, 2020; SALAZAR *et al.*, 2016). Cutting propagation is easier and usually cheaper than grafting and represents a great opportunity to improve the passion fruit industry in the short term (VAZ *et al.*, 2009). Most of the times, the yellow passion fruit is propagated by stem cuttings with two or more nodes presenting axillary buds (SANTOS *et al.*, 2012). Consequently, several mother plants are needed to obtain a significant number of stocks, which in turn increases the propagation costs once plant material must be grown in protected conditions to prevent pests (FALEIRO *et al.*, 2019).

In stem cutting propagation, the use of potting mixes that lead to high survival rate and rooting is a major concern (SOUZA *et al.*, 2014), since inadequate media may reduce and delay the rooting depending on the physical and chemical characteristics of the material used (FALEIRO *et al.*, 2019; MOREIRA *et al.*, 2015). In addition, disinfection procedures of the cuttings should also be considered since the mother plants might be infested by bacteria and fungi that will affect the take and rooting of stem cuttings (ALBUQUERQUE-JUNIOR *et al.*, 2013).

The use of single-node cuttings, that is, with only one axillary bud, could optimize the use of mother plants that are difficult to select and maintain in the case of yellow passion fruit. Promising results on single-node cuttings were reported for *P. nitida* Kunth (SABIÃO *et al.*, 2011) and citrus rootstocks (BOWMAN; ALBRECHT, 2017). In this study, we evaluated the propagation of the yellow passion fruit by single-node cuttings in comparison to double-node cuttings cultivated in different potting mixes and disinfection conditions.

Material and methods

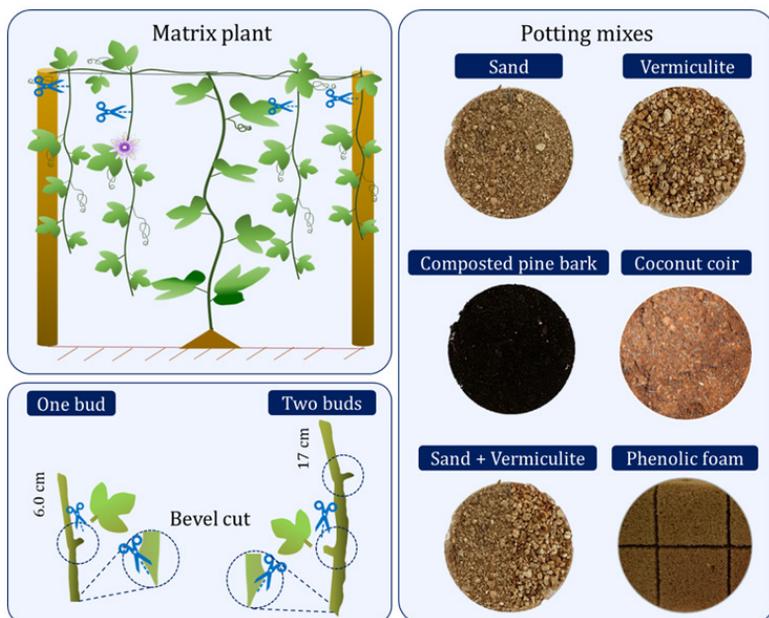
Location of the experiment - The experiment was carried out in a greenhouse (transparent plastic cover, lateral screen with mesh) in the municipality of Cruz das Almas, Bahia State, Brazil (12° 39' 25" S, 39° 07' 27" W, 222 m a. s. l.). The air temperature inside the greenhouse was maintained at 28 ± 2 °C with automatic nebulization, which was triggered whenever the relative humidity of the air was reduced to 60%.

Plant material and growing conditions of the mother plants - The cultivar 'BRS Gigante Amarelo' (*Passiflora edulis* Sims) was evaluated (ANDRADE-NETO *et al.*, 2015). Cuttings were collected from ten mother plants with ten months of age. The plants were near the start of flowering and were vigorous, well-nourished and free of pests and symptoms of diseases. The plants were grown in 50 L capacity pots in anti-aphids greenhouse covered with plastic in the municipality of Lençóis, Bahia State, Brazil (12° 36' 26" N, 41° 20' 59.86" W, 402 m a. s. l.). Plants were trained on a fence trellis with a single stand of flat galvanized wire with 2.77 mm gauge, set 2.0 m above soil level, when they were pruned for the formation of secondary and tertiary branches, from which cuttings were collected on mature branches with approximately 1.5 m of length (Figure 1). Each branch resulted in 16 cuttings with one node or 8 cuttings with two nodes, being despised 20 cm from the apex. The irrigation was daily performed by keeping the mother plants visually turgid. After collecting, the cuttings were wrapped with a dampened newspaper to avoid dehydration and stored in styrofoam to keep the temperature and humidity during transport to the greenhouse in Cruz das Almas, Bahia, Brazil.

Number of buds, potting mixes and cutting disinfection - Cuttings with one or two nodes containing axillary buds were evaluated with 6 ± 2 and 17 ± 2 cm in length, respectively, 5 ± 1 mm in diameter

and no leaves. Cuttings were pruned 2 cm above the apical bud, with the use of scissors, with bevel and straight cut of the basal and apical tip, respectively. Potting mixes used included washed sand, medium-granulometry expanded vermiculite (Agrofloc®), a mixture of washed sand with vermiculite at 1:1 (v:v), commercial composted pine bark (Vivatto®), coconut coir (Rohrbacher Florestal Ltda) and phenolic foam for hydroponics (2 x 2 x 2 cm) (Green-up®) (Figure 1). Half of the cuttings was disinfested after immersion in sodium hypochlorite solution at 0.5% for 10 min, and then rinsed in tap water for 5 min (ALBUQUERQUE-JUNIOR *et al.*, 2013). The other half of the cuttings was not disinfested. Cuttings were then set in polystyrene trays of 162 cells with 60 mL of capacity each cell. The irrigation was daily and repeated in the morning and afternoon with a watering can.

Figure 1. Selection of matrix plant, preparation of cuttings with one and two buds and substrates used for rooting.



Images: Onildo Nunes de Jesus.

Measurement of biometric variables - Sixty days after cutting (DAC), the following biometric variables were measured: the number of emerged leaves per cutting (NL); the average length of root (LR), by measuring the length of the longest root of each cutting with a graduated ruler; the percentage of cutting survival (CS), calculated by the relation between the number of alive cuttings and the total number of cuttings, being considered alive those cuttings with green color and absence of dehydration or necrosis; the percentage of sprouting (SP), calculated by the relation between the number of cuttings with at least one sprout and the total number of cuttings; and the percentage of rooting (RP), calculated by the relation between the number of cuttings with at least one emerged root and the total number of cuttings.

Statistical analyses - The experimental design was a completely randomized factorial design 2 x 6 x 2 (number of nodes per cutting x potting mix x disinfestation) with 18 replications of one cutting in the plot. The data were subjected to analysis of variance, the means of the factors number of nodes and disinfestation conditions were compared by the Tukey test ($p \leq 0.05$), and the means of the factor potting mix were grouped by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). The *agricolae* package of the R program was used (R Development Core Team, 2020). The variables CS, SP and RP were transformed by $\sqrt{Y + 1} \sqrt{Y + 1}$ to satisfy the premises of normal distribution.

Results and discussion

While the number of nodes per cutting and the potting mix influenced all biometric variables evaluated, any influence was observed for the disinfestation condition (Table 1). The interaction of potting mix and number of nodes had a significant effect only for the percentage of cutting survival (CS). Finally, the triple interaction was significant for the cutting survival and rooting percentages (Table 1).

The interaction between the three factors showed that the vermiculite was the potting mix that yielded the highest survival rate, with 86.1% for double-node cuttings treated with sodium hypochlorite (Table 2). The single-node cuttings were inferior to double-node ones when treated with hypochlorite and grown in vermiculite, sand and the mixture of them. However, for the non-disinfested cuttings, there was no difference between the numbers of nodes in all potting mixes tested.

In general, double-node cuttings had higher means in relation to single-node cuttings, with a relative increase in root length (30%), percentage of cutting survival (28%), rooting (45%), sprouting (45%), and leaf number (65%) (Table 1). Cuttings that were cultivated in the vermiculite had the highest means for all evaluated variables, even though root length and leaf number were similar to those of composted pine bark (Table 1). Overall, the mixture of sand and vermiculite and the composted pine bark had intermediate results, while sand, coconut coir and phenolic foam had inferior performance.

Table 1. Analysis of variance and main averages of biometric variables of the yellow passion fruit propagated by single and double-node cuttings grown in different potting mixes and disinfested or not with sodium hypochlorite solution at 0.5%.

F-values	LR (cm)	CS (%)	NL	SP (%)	RP (%)
Potting mix (P)	95.3**	7453.9**	12.3**	432.0**	3878.4**
Number of nodes (N)	26.2*	2721.6**	22.0**	252.0*	1486.6**
Disinfestation (D)	0.5 ^{ns}	128.7 ^{ns}	1.5 ^{ns}	20.5 ^{ns}	82.3 ^{ns}
P x N	9.8 ^{ns}	684.2*	2.8 ^{ns}	116.2 ^{ns}	366.3 ^{ns}
P x D	1.0 ^{ns}	301.5 ^{ns}	3.8 ^{ns}	82.3 ^{ns}	48.3 ^{ns}
N x D	2.6 ^{ns}	622.7 ^{ns}	1.0 ^{ns}	46.3 ^{ns}	740.8 ^{ns}
P x N x D	1.1 ^{ns}	807.7**	1.1 ^{ns}	33.9 ^{ns}	700.6**
Error	5.3	241.7	1.6	38.5	123.4
CV (%)	31.62	7.36	30.07	27.02	32.4

Number of nodes		Averages			
Single	2.50 b	27.31 b	0.52 b	3.93 b	9.72 b
Double	3.55 a	37.96 a	1.48 a	7.17 a	17.59 a
Potting mix		Averages			
Sand	1.51 c	29.16 c	0.37 b	1.39 d	3.47 c
Vermiculite	6.13 a	64.58 a	2.44 a	13.89 a	41.66 a
Sand + Vermiculite	3.82 b	43.05 b	1.06 b	6.24 c	19.44 b
Composted pine bark	5.33 a	40.97 b	1.56 a	9.03 b	13.89 b
Coconut coir	1.36 c	10.42 d	0.38 b	2.08 d	3.47 c
Phenolic foam	0.00 c	7.64 d	0.19 b	0.69 d	0.00 c

Ns = not significant, *significant ($p \leq 0.05$) **highly significant ($p \leq 0.01$). LR: length root; CS: cutting survival (%); NL: number of leaves; SP: percentage of sprouting (%) and RP percentage of rooting (%). Means followed by the same letter in the column do not differ significantly by the Tukey test (number of nodes and disinfestation) or Scott-Knott test (potting mix) at 5% of probability.

The rooting percentage had a similar response to the survival of cuttings, but phenolic foam, coconut coir, sand and composted pine bark resulted in lower percentages or any rooting in the phenolic foam and washed sand (Table 2). There was a clear detrimental effect of the disinfestation on single-node cuttings in some of the evaluated potting mixes, while this procedure had variable effects on double-node cuttings, such as increased rooting in vermiculite and the mixture of sand and vermiculite, but decreased survival and rooting in composted pine bark (Table 2).

Table 2. Percentage of cutting survival and rooting of the yellow passion fruit propagated by single and double-node cuttings grown in different potting mixes and disinfested or not with sodium hypochlorite solution at 0.5%.

Variable	Potting mix	Disinfestation		Non-disinfestation	
		Single-node	Double-node	Single-node	Double-node
Survival (%)	Sand	13.8 bB	41.6 cA	22.2 cA	38.8 bA
	Vermiculite	33.3 aB*	86.1 aA	66.6 aA*	72.2 aA
	Sand + Vermiculite	30.5 aB	58.3 bA	44.4 bA	38.8 bA
	Composted pine bark	41.6 aA	25.0 dA**	44.4 bA	52.7 bA**
	Coconut coir	5.5 bA	19.4 dA	8.3 cA	8.3 cA
	Phenolic foam	16.6 bA	5.5 dA	0.0 cA	8.3 cA
	Rooting (%)	Sand	0.0 aA	13.8 cA	0.0 cA
Vermiculite		16.6 aB*	67.6 aA**	41.6 aA*	41.6 aA**
Sand + Vermiculite		8.3 aB	33.3 bA**	19.4 bA	16.6 bA**
Composted pine bark		16.6 aA	8.3 cA**	5.5 cB	25.0 bA**
Coconut coir		5.5 aA	5.5 cA	2.7 cA	0.0 cA
Phenolic foam		0.0 aA	0.0 cA	0.0 cA	0.0 cA

Uppercase letters compare the means of potting mixes and number of nodes per cutting as a function of the disinfestation, and lowercase letters compare means for number of nodes per cutting within each potting mix by the Tukey test (number of nodes and disinfestation) or Scott-Knott test (potting mix) at 5% of probability. * (single-node cuttings) and ** (double-node cuttings) indicate variation between disinfestation and non-disinfestation by the F test at 5% of probability.

In this work, the single-node stem cuttings resulted in rooting inferior to that of double-node ones, in general, which might be associated with the greatest amount of carbohydrate reserves in the later because of their larger size. However, single-node stem cuttings provide twice the number of stem cuttings per mother plant, resulting

in 10% higher yield of total rooted cuttings. This result opens the perspective for the use of cuttings with a single-node in the formation of clonal plants of *P. edulis* with higher yield of viable plants per plant, optimizing the process of vegetative propagation of this species.

The lower survival rate and rooting of single-node cuttings may also be related to the use of the sodium hypochlorite, because these variables were decreased by 50%, mainly in vermiculite. This response was not observed for the double-node cuttings. Albuquerque-Junior *et al.* (2013) did also not observe the decrease of the rooting of double-node stem cuttings of *P. actinia* Hook due to disinfection with sodium hypochlorite, even though the removal of leaves, as performed in this study, significantly decreased the rooting percentage and number of roots per cutting of that species. The cuttings with fewer leaves tend to synthesize less photoassimilates that are used to sustain the initial plant growth (SILVA-JÚNIOR *et al.*, 2018).

Sweet passion fruit (*P. alata* Curtis) has a higher rate of survival of stem cuttings containing two leaves (61.2%) in comparison with stem cuttings without leaves (7.9%) (SOUZA *et al.*, 2014). However, Meletti *et al.* (2007) noticed 95.6% of rooting in stem cuttings with leaves and 82.2% in stem cuttings without leaves of the same species. Probably, the time of carrying out the experiment influenced in such results, considering that Meletti *et al.* (2007) obtained these results in the spring (same time of the present study), while in the summer the percentage was reduced to 20.0 and 9.2% for stem cuttings with and without leaves, respectively. Alexandre *et al.* (2016) recommend the use of double-node stem cuttings without leaves for propagation of *P. mucronata* Lam., as they obtained 85.8% of rooting in comparison with single-node stem cuttings with and without leaves. These results indicate that not only the presence or absence of leaves, but possibly factors such as the time of propagation, potting mix, quantities of reserve carbohydrates, age and health conditions of the mother plant,

as well as climatic conditions and the propagation facilities, exert a strong influence on the success of the stem cutting.

The potting mix is one of the most critical factors for rooting in cutting propagation (FALEIRO *et al.*, 2019; MOREIRA *et al.*, 2015). Therefore, an ideal material must present adequate characteristics to improve root emergence and development such as absence of pathogens and pests, sufficient nutrients content, balanced texture and air: water retention, among others (SOUZA *et al.*, 2013). Some studies also demonstrated the efficiency of vermiculite for cutting propagation of *Passiflora* spp. (ALBUQUERQUE-JUNIOR *et al.*, 2013; SABIÃO *et al.*, 2011). The phenolic foam and the coconut coir were the potting mixes that most limited the cutting survival regardless of disinfestation (Table 2). Possible explanations may be associated with the excess of accumulated water on coconut coir and phenolic foam, limiting tissue respiration and favoring the proliferation of saprophytic organisms. In this work, coconut coir resulted in the rotting of the cuttings' basal tips due to excessive moisture.

The low mean cutting survival with one and two bulbs observed in this study in the sand (29.16%), coconut coir (10.42%), phenolic foam (7.64%), sand + vermiculite (43.05%) and composted pine bark (40.97%), in comparison with the vermiculite (64.58%), may be associated with the absence of leaves on the stem cuttings, which may have delayed the emergence of new roots that is directly mediated by hormones produced mainly in the leaves (CEMBROWSKA-LECH; KEPCZYNSKI, 2016). The vermiculite, probably by maintaining higher contact between the stem cutting tissue and the particles of the potting mix, has favored the emission of roots before the dehydration of the whole cuttings.

The high mortality of cuttings in the sand may be related to the largest diameter of the particles of sand that resulted in less water retention and, consequently, rapid dehydration of the cuttings culminating in the higher mortality. Rezende *et al.* (2005) corroborated

the negative effect of washed sand on the emergence of new roots, getting 66% of rooted cuttings of *P. edulis*. In this study, these results were even lower, with 3.47% of rooting in sand, while the vermiculite led to 41.6% of rooting (Table 1).

Preliminary studies carried out in field conditions demonstrate that plants propagated by cuttings present early production and high vegetative vigor in relation to plants propagated by seeds (Figure 2). These preliminary results demonstrate the potential of *P. edulis* vegetative propagation and that the establishment of a vegetative multiplication protocol for this species is necessary.

The vermiculite is the more recommended substrate for the spread of yellow passion fruit, BRS Gigante Amarelo. In addition, only one-bud stem cuttings can be used, which will result in a similar survival with 146 more stem cuttings in comparison with those with two buds and consequent reduction in production costs.

Figure 2. Plants of elite genotypes of *P. edulis* propagated by cuttings with vegetative and productive precocity, produced in Brumado, BA, Brazil.



Photos: Onildo Nunes de Jesus.

Conclusions

Considering the evaluated conditions, single and double-node stem cuttings cultivated in vermiculite are adequate for the propagation of the yellow passion fruit. The later cuttings had higher plant growth and percentages of rooting and survival, while the former allow for a 10% higher production of total useful cuttings per mother plant.

References

- ALBUQUERQUE-JUNIOR, C.L.; DANNER, M.A.; KANIS, L.A.; DESCHAMPS, C.; ZANETTE, F.; FARIAS, P.M. 2013. Enraizamento de estacas semi-lenhosas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora actinia* Hook). **Semina: Ciência Agrária**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3663-3668, 2013.
- ALEXANDRE, R.S.; COSTA, P.R.; CHAGAS, K.; MAYRINCK, L.G.; GILES, J.A.D.; SCHMILDT, E.R. Different propagules and auxin concentration on rooting of passionflower sandbank. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 5, p. 691-697, 2016.
- ANDRADE-NETO, R.C.; NEGRIROS, J.R.S.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, K.P. NOGUEIRA, S.R.; SANTOS, R.S.; ALMEIDA, U.O.; RIBEIRO, A.N.A.S. Technical recommendations for the cultivation of yellow passionfruit cvs. BRS Giant Yellow and BRS Sol do Cerrado. **Technical communication**, Rio Branco, v. 187, p. 1-12, 2015.
- BATTISTUS, A.G.; FUCHS, F.; SOUSA, R.F.B.; MALAVASI, M.M.; DRANSKI, J.A.L.; RAMPIM, L.; BULEGON, L.G.; GUIMARAES, V.F.; MIORANZA, T.M.; MÜLLER, M.A.; LIMA., P.R. Physiological maturity of seeds and colorimetry of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 40, n. 9, p. 3018-3024, 2014.
- BERNARDES, P.M.; NICOLI, C.F.; ALEXANDRE, R.S.; GUILHEN, J.H.S.; PRAÇA-FONTES, M.M.; FERREIRA, A.; SILVA-FERREIRA,

M.F. Vegetative and reproductive performance of species of the genus *Passiflora*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 265, n. 109193, 2020.

BOWMAN, K.D.; ALBRECHT, U. Efficient propagation of citrus rootstocks by stem cuttings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 225, n. 6, p. 681-688, 2017.

CEMBROWSKA-LECH, D.; KEPZYNSKI, J. Gibberellin-like effects of KAR1 on dormancy release of *Avena fatua* caryopses include participation of non-enzymatic antioxidants and cell cycle activation in embryos. **Planta**, Berkeley, v. 243, n. 2, p. 531-548, 2016.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, M.T.V.; JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N.; MIRANDA, D.; OTONI, W.C. Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p. 1-17, 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento da Produção de Maracujá no ano de 2018**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>>. Acesso em: 16 fev. 2020.

JESUS, O.N.; GIRARDI, E.A.; LIMA, L.K.S.; SAMPAIO, S.R.; SANTOS, I.S.; JESUS, C.A.S.; ROSA, R.C.C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo pelo método de estaquia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 98, p. 1-12, 2018.

LIMA, L.K.S.; SANTOS, I.S.; GONCALVES, Z.S.; SOARES, T.L.; JESUS, O.N.; GIRARDI, E.A. Grafting height does not affect *Fusarium* wilt control or horticultural performance of *Passiflora gibertii* NE Br. rootstock. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 4, p. 3525-3539, 2018.

LOVE, K.; PAULL, R.E.; CHO, A.; KAWABATA, A. **Tropical Fruit Tree Propagation Guide**. Fruit. Nut. Beverage Crops, v. 49, n. 1, p. 1-10, 2017.

MADUREIRA, H.C.; PEREIRA, T.M.S.; CUNHA, M.; KLEIN, D.E.; OLIVEIRA, M. V.V.; MATTOS, L.; SOUZA FILHO, G.A. Self-incompatibility in passion fruit: cellular responses in incompatible pollinations. **Biologia**, Chem, v. 69, n. 4, p. 574-584, 2014.

MALACRIDA, C.R.; JORGE, N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*): physical and chemical characteristics. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 55, n. 1, p. 127-134, 2012.

MELETTI, L. M. M.; BARBOSA, W.; PIO, R.; TUCCI, M. L. S.; COSTA, A. A.; FELDBERG, N. P. Influência da estação do ano, da presença de folhas e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Científica UDO Agrícola**, Venezuela, v. 7, n. 1, p. 68-73, 2007.

MOREIRA, C.V.; JOÃO, C.L.; CANDA, D.M.; OLIVEIRA, S. Propagação do maracujazeiro amarelo em recipiente de poliestireno sob diferentes substratos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 27, n. 1, 63-72, 2015.

R CORE TEAM. 2020. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 Julho de 2020.

REZENDE, O.P.; PIMENTEL, L.D.; ALVES, T.L.; MORGADO, M.A.D.O.; NEVES, L.G.; BRUCKNER, C.H. Estaquia de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* deg.) em miniestufas constituídas de garrafas de poliestireno, avaliando-se cinco substratos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 300, p. 267-273, 2005.

SABIÃO, R.R.; SILVA, A.C.C.; MARTINS, A.B.G.; CARDOSO, E.R. Enraizamento de estacas de *Passiflora nitida* submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 654-657, 2011.

SALAZAR, A.H.; SILVA, D.F.P.; PICOLI, E.T.; BRUCKNER, C.H. Desenvolvimento, florescimento e análise morfoanatômica do

maracujazeiro-amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero *Passiflora*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 11, n. 4, p. 323-329, 2016.

SANTOS, J.L.; MATSUMOTO, S.N.; D'ARÊDE, L.O.; LUZ, I.D.; VIANA, A.E.S. Propagação vegetativa de estacas de *Passiflora cincinnata* Mast. em diferentes recipientes e substratos comerciais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 581-588, 2012.

SILVA-JÚNIOR, A.B.; SILVA, J.; SILVA, M.T.; TEIXEIRA, J.S.; CARVALHO, A.P.V.; COSTA, K.D.S.; CUNHA, J.L.X.L. Effect of alternative substrates and trays for production of biquinho pepper. **Journal of Experimental Agriculture International**, n. 6, 2018, p. 1-7.

SOUZA, C.M.; CARVALHO, B.M.; SANTOS, M.P. Enraizamento de estacas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 1, p. 68-73, 2014.

SOUZA, E.G.F.; BARROS-JÚNIOR, A.P.; SILVEIRA, L.M.; CALADO, T.B.; SOBREIR, A.M. Produção de mudas de alface babá de verão com substratos à base de esterco ovino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 63-68, 2013.

VAZ, C.F.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, M.T.V.; BRAGA, M.F.; SANTOS, E.C.; FONSECA, K.G. JUNQUEIRA, K.P. Enraizamento de espécies silvestres de maracujazeiro utilizando cinco doses de ácido indolilbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 816-822, 2009.

Armazenamento de sementes de *Bowdichia virgilioides*

Josemara Ferreira dos Santos
Andrea Vita Reis Mendonça
Ciro Ribeiro Filadelfo
Manuela Oliveira de Souza

Introdução

A manutenção da viabilidade da semente é um ponto crucial nos programas de conservação *ex situ*. Neste tipo de conservação, uma das estratégias utilizadas é o armazenamento de sementes como forma de garantir e preservar a qualidade fisiológica (KAUFMANN, REINIGER e WISNIEWSKY, 2018; MOROZESK *et al.*, 2014). Para a manutenção dos aspectos relacionados ao vigor e a viabilidade, características do ambiente de armazenamento como umidade e temperatura, devem ser considerados (BARRETO *et al.*, 2019). Outro aspecto importante é compreender a natureza da semente quanto ao seu potencial de armazenamento, a fim de garantir a manutenção da viabilidade após determinado período (FLORES *et al.*, 2018).

As sementes podem ser caracterizadas quanto à tolerância à dessecação e a capacidade de armazenamento, sendo estas denominadas como ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes. Segundo Roberts (1973) as sementes ortodoxas são aquelas que podem ser desidratadas entre 2 e 5% de água sem qualquer dano, e podem ser armazenadas sob baixas temperaturas por longos períodos. As recalcitrantes não toleram a desidratação com teor de água abaixo de 12 a 30%, perdendo facilmente a viabilidade e quando armazenadas em condições úmidas apresentam longevidade que varia entre poucas semanas a alguns meses. Já as intermediárias são aquelas que toleram a desidratação entre 8 e 10%, entretanto são

danificadas quando expostas a temperatura próximas de 0 °C (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990; ELLIS *et al.* 1991; ROBERTS, 1973).

Em sementes ortodoxas, ainda que a taxa de respiração seja muito baixa em virtude da diminuição do teor de água, pode ocorrer à mobilização de reservas como carboidratos e/ou lipídios, para o funcionamento do metabolismo mínimo (EBONE; CAVERZAN; CHAVARRIA, 2019). Durante o armazenamento algumas sementes podem apresentar peroxidação lipídica (EBONE; CAVERZAN; CHAVARRIA, 2019; FU; AHMED; DIEDERICHSEN, 2015). Desse modo, a compreensão da mobilização de reservas em sementes pode contribuir para a definição das condições de armazenamento, visando minimizar os impactos da peroxidação lipídica e consequentemente perda de viabilidade e vigor.

A espécie arbórea *B. virgilioides*, nativa do Brasil e de ampla distribuição geográfica (CNCFlora, 2012), é bastante utilizada como fornecedora de madeira e para arborização. Portanto, devido ao potencial de uso, a ampliação de conhecimento sobre o armazenamento de sementes dessa espécie poderá contribuir para a sua propagação e conservação.

Diante do exposto, este trabalho se propôs avaliar a tolerância à dessecação e o potencial de armazenamento de sementes de *B. virgilioides*. Assim, os resultados encontrados neste estudo poderão contribuir com o entendimento bioquímico e fisiológico das sementes e com a conservação de uma espécie de importância econômica e ecológica.

Material e métodos

Material vegetal

Foram realizados dois experimentos nos Laboratórios de Ecologia e Restauração Florestal e de Bioquímica da Universidade

Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), *campus* Cruz das Almas, BA. Os frutos de *Bowdichia virgilioides* Kunth foram coletados de sete matrizes situadas no município de Conceição de Feira-Bahia, a 12°27'05.8 de latitude Sul e 38°59'20.1 de longitude Oeste, em dezembro de 2018. Após a coleta, os frutos foram encaminhados ao laboratório, sendo selecionados aqueles com características correspondentes a quinta semana após a antese, de acordo com Almeida (2013). Estes frutos foram beneficiados, manualmente, para obtenção das sementes.

Tolerância à dessecação

Para avaliar o grau de tolerância a dessecação foi utilizada a metodologia proposta por Hong e Ellis (1996). O teor de água das sementes foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro subamostras de um grama. Uma vez conhecido o teor de água inicial das amostras, estas foram mantidas em dessecador com sílica gel até que as sementes atingissem teor de água de 5% e 9%.

Foram realizados testes de germinação, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições de 25 sementes. Os tratamentos empregados foram: sementes recém-beneficiadas e sem dessecação (SD) - controle; sementes secas com teor de água a 5% e secas a 9%

As variáveis (componente aleatório): número de sementes germinadas, número de plântulas normais, número de sementes duras e número de sementes inviáveis (plântulas anormais + sementes mortas) obtidas nos tratamentos empregados (componente sistemático) foram analisadas por modelos lineares generalizados (MLG), com distribuição binomial e função de ligação logit, e as inferências da análise de deviance (ANODEV) foram baseadas na estatística do Chi-Square (CARVALHO, SANTANA e ARAUJO, 2018).

Para verificar as amplitudes de diferenças entre os tratamentos foram empregados testes de comparações múltiplas de médias com ajuste de Tukey, com correção de intervalo de confiança pelo método Šidák, para isto foram empregados os pacotes emmeans (LENTH *et al.*, 2020) e multcompView (GRAVES *et al.*, 2019) utilizados no programa R CORE TEAM 3.5.3.(R Development Core Team, 2019).

Armazenamento de sementes

Para verificar o vigor e viabilidade durante o armazenamento as sementes já dessecadas a 5% e 9% foram armazenadas por 12 meses em tubos Falcon® com capacidade para 15 mL, em duas condições: B.O.D. a 10 °C e no freezer a $-21 \pm 4,5$ °C, sendo realizadas avaliações germinativas e teor de água aos 3, 6, 9 e 12 meses após o armazenamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas condições de armazenamento (C1-sementes secas a 9% de umidade e armazenadas na temperatura de 10°C; C2-sementes secas a 5% de umidade e armazenadas na temperatura de $-21 \pm 4,5$ °C) e quatro períodos de armazenamento (3, 6, 9 e 12).

As variáveis (componente aleatório): número de sementes germinadas, número de plântulas normais, número de sementes duras e número de sementes inviáveis (plântulas anormais + sementes mortas) obtidas nos tratamentos empregados (componente sistemático) foram analisadas por modelos lineares generalizados (MLG), com distribuição binomial e função de ligação logit, e as inferências da análise de deviance (ANODEV) foram baseadas na estatística do Chi-Square. Para verificar as amplitudes de diferenças entre os tratamentos qualitativos foram empregados testes de comparações múltiplas de médias com ajuste de Tukey, com correção de intervalo de confiança pelo método Šidák. Para

isto foram empregados os pacotes emmeans (LENTH *et al.*, 2020) e multcompView (GRAVES *et al.*, 2019) utilizados no programa R (R Development Core Team, 2019).

Para avaliar o efeito do período de armazenamento, empregou-se regressão, com ajuste por modelos lineares generalizados, com aplicação da técnica de Stepwise para seleção de modelo, utilizando a função stepAIC do pacote estatístico MASS (RIPLEY *et al.*, 2020), empregado no programa R. Nesta análise foram incluídos os dados da germinação das sementes secas a 5% e 9% e antes de submetidas ao armazenamento (tempo zero).

As variáveis teor de lipídios e peroxidação lipídica foram avaliadas nas sementes recém coletadas e armazenadas por seis e doze meses, devido a limitação da quantidade de sementes disponíveis. Portanto, a estrutura do delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, duas condições (C1- sementes secas a umidade de 9% e armazenadas na temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$; C2- sementes secas a 5% de umidade e armazenadas na temperatura de $-21 \pm 4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) e dois períodos de armazenamento (seis e doze meses), com um tratamento adicional correspondente as sementes recém beneficiadas. Por se tratar de variáveis contínuas, empregou-se análise de variância utilizando o pacote Exp.Des.pt 1.2.0 (FERREIRA; CAVALCANTI E NOGUEIRA, 2018), disponível no programa R (R Development Core Team, 2019).

A extração de óleo foi realizada de acordo com metodologia proposta por Soxhlet (1879) com modificações. Amostras de 14 g de semente de *B. virgilioides* foram trituradas em liquidificador por 30 segundos em velocidade máxima e posteriormente envolvidas em papel filtro e tratadas com 100 mL hexano ($\geq 99\%$) em determinador de gordura por três horas. O resíduo foi acumulado em balão com pequeno volume de hexano. As amostras foram secas em estufa com ventilação de ar forçado a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 40 minutos e protegidas da luz na geladeira.

A análise de peroxidação lipídica foi realizada por meio da metodologia proposta por Health e Packer (1968) com modificações. Foi utilizado 200 µL de óleo da semente de *B. virgilioides* com 200 µL de ácido tiobarbitúrico (TBA). A mistura foi colocada em estufa por 15 minutos, posteriormente foi adicionada, em gelo, butanol para interromper a reação. A peroxidação lipídica foi determinada por espectrofotometria, a 535 nm.

A quantificação de espécies reativas ao TBA (TBARS) foi determinada a partir de uma curva de padrão com concentrações crescentes de $2,13 \times 10^{-5}$ a $5,34 \times 10^{-5}$ mol L⁻¹ de tetrametoxipropano. Foi utilizado 200 µL de água destilada e 400 µL de tetrametoxipropano, posteriormente realizou as diluições seriadas, em seguida acrescentou-se 200 µL de ácido tiobarbitúrico (TBA). A mistura foi colocada em estufa a 100 °C por 15 minutos, em seguida foi adicionado 500 µL, em gelo, de butanol, realizou-se a leitura das absorbâncias em espectrofotômetro a 535 nm.

Os testes de germinação aplicados nos dois experimentos foram realizados conforme as Instruções para análise de sementes de espécies florestais (BRASIL, 2013), sendo utilizados quatro repetições de 25 sementes dispostas em rolos de papel germitest, umedecidos com o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco (g) com água destilada. Em seguida, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, os quais foram mantidos em câmara de germinação Biochemical Oxygen Demand - B.O.D., com temperatura constante de 30 °C e fotoperíodo de 12 horas, onde permaneceram até a estabilização da germinação, sendo avaliados diariamente.

As variáveis avaliadas foram: número de sementes germinadas (protrusão de raiz primária); número de sementes inviáveis (sementes mortas com aspecto de deteriorada + plântulas anormais), número de sementes duras (sementes visivelmente saudáveis, de consistência firme, mas que não germinaram) e número de plântulas normais.

Resultados e discussão

Tolerância à dessecação

O teor de água inicial médio das sementes foi igual a 14,03%, com Intervalo de Confiança-IC_{95%}: 14,03% ± 1,16%.

A formação de plântulas normais, sementes germinadas e duras foram significativamente influenciadas pela secagem das sementes (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de deviance (ANODEV) para sementes germinadas, duras e inviáveis e formação de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* Kunth.

Germinadas					
Fonte de variação	GL	Dif. GL	Desvio	Dif. Desvio	p-valor
Nulo	-	11		94,447	-
Tratamentos	2	9	85,804	8,643	<2,2e ⁻¹⁶
Duras					
Nulo	-	11		88,673	
Tratamentos	2	9	81,577	7,096	<2,2e ⁻¹⁶
Inviáveis					
Nulo	-	11		10,432	
Tratamentos	2	9	0,157	10,274	0,92
Plântulas normais					
Nulo	-	11		101,843	
Tratamentos	2	9	89,031	12,812	<2,2e ⁻¹⁶

GL: grau de liberdade; Dif. GL: diferença entre grau de liberdade; Dif. Desvio: diferença entre desvios.

O maior percentual de germinação e de formação de plântulas normais foi obtido nas sementes recém-beneficiadas e não submetidas à dessecação (Tabela 2). Nas sementes desseccadas a 5% e 9% foram

observados os maiores percentuais de sementes duras (Tabela 2). O percentual de sementes inviáveis (plântulas anormais e sementes mortas) não diferiu entre os tratamentos empregados (Tabela 2).

Tabela 2. Percentual de sementes germinadas, inviáveis e duras e de formação de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferente teor de água.

Tratamentos	% Germinadas	% Plântulas normais
Recém-beneficiadas	66,0 ± 11,3 a	63,0 ± 11,5 a
Sementes secas 5%	20,0 ± 9,6 b	16,0 ± 8,8 b
Sementes secas 9%	9,0 ± 6,8 b	7,0 ± 6,1 b
	% Duras	% Inviáveis
Recém-beneficiadas	33,0 ± 11,2b	4,0 ± 4,7 b
Sementes secas 5%	79,0 ± 9,7 a	5,0 ± 5,2 b
Sementes secas 9%	89,0 ± 7,5 a	4,0 ± 4,7 b

Médias acompanhadas pelos intervalos de confiança, ajustados pelo método de Šidák, e seguidas por letras distintas nas colunas diferem-se entre si pelo teste de Tukey, a 0.05 de significância.

É possível que as sementes desseccadas adquiriram dormência, visto que a redução do teor de água pode induzir tal condição em sementes de *B. virgilioides* (SANTOS, 2020). Nogueira et al. (2013) estudando sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth, com diferentes teores de água (45,2%; 36,4%; 32,9%; 17,1%, 11,0%) observaram que as sementes com umidade até 32,9% não apresentavam dormência (% germinação=87%), a medida que ocorreu a desidratação a dormência se instalou, sendo que em sementes com umidade de 11% o percentual de germinação foi reduzido a 17%. Matheus et al (2009), estudando o comportamento relacionado a dessecação de *B. virgilioides* observaram, em sementes recém coletadas, com teor de umidade de 10,63%, percentual de germinação de 31%, com 9% de umidade a germinação foi de 24% e com 6,5% de umidade a germinação foi nula.

Portanto, a menor germinação observada em sementes dessecadas de *B. virgilioides* pode estar relacionada ao estabelecimento da dormência em decorrência da redução do teor de umidade, visto que o percentual de sementes duras foi superior nas sementes dessecadas (Tabela 2). Sementes classificadas como ortodoxas possibilitam garantia de resultados mais promissores em bancos de sementes devido a redução do teor de água e consequente não comprometimento da qualidade fisiológica (CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006; PEREIRA *et al.*, 2018).

Armazenamento de sementes

A interação foi significativa entre a condição e o tempo de armazenamento para a germinação, a formação de plântulas normais e sementes inviáveis (Tabela 3). A condição de armazenamento e o tempo atuaram independentemente nas sementes duras (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de deviance (ANODEV) para proporção de sementes germinadas, inviáveis e duras e de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* Kunth.

Sementes Germinadas					
Fonte de variação	GL	Dif. GL	Desvio	Dif. Desvio	p-valor
Nulo	-	31	-	296,045	-
Condição (C)	1	30	234,490	61,555	<2,2e ⁻¹⁶
Tempo (T)	1	29	0,052	61,505	0,8189
Interação (TxC)	1	28	2,659	53,844	0,0056
Plântulas normais					
Nulo	-	31	-	236,230	-
Condição (C)	1	30	177,982	58,248	<2,2e ⁻¹⁶
Tempo (T)	1	29	2,357	55,891	0,1247
Interação (TxC)	1	28	5,538	50,354	0,0186

Sementes duras					
Nulo	-	31	-	365,58	-
Condição (C)	1	30	143,400	222,18	<2,2e ⁻¹⁶
Tempo (T)	1	29	67,921	154,25	<2,2e ⁻¹⁶
Interação (TxC)	1	28	0,216	154,04	0,6417
Sementes inviáveis					
Nulo	-	31	-	215,097	-
Condição (C)	1	30	11,055	204,042	0,0009
Tempo (T)	1	29	105,046	98,996	<2,2e ⁻¹⁶
Interação (TxC)	1	28	45,156	53,840	<1,8e ⁻¹¹

GL: grau de liberdade; Dif. GL: diferença entre grau de liberdade; Dif. Desvio: diferença entre desvios.

O percentual de sementes germinadas e de formação de plântulas normais foi maior para as sementes armazenadas na condição C2 (-21°C e dessecadas a 5%) em todos os períodos de armazenamento (3, 6, 9 e 12 meses) (Tabela 4). Estes resultados podem ser utilizados como ponto de partida para uma maior compreensão quanto à utilização de *B. virgilioides* em programas de conservação a médio ou longo prazo. As sementes apresentaram um percentual germinativo de 93% aos 12 meses com 78% de formação de plântulas normais. Este resultado é importante na definição de um protocolo de armazenamento, já que nem todas as sementes que germinam formarão plântulas normais e a avaliação dessa variável aumenta a possibilidade de contar com essa espécie para estabelecimento eficiente da muda em campo, principalmente, em programas de restauração florestal.

Tabela 4. Percentual de sementes germinadas, inviáveis e de formação de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferente teor de água.

% Sementes germinadas				
Condição	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
C1	36,0 ± 10,7 b	54,0 ± 11,1 b	19,0 ± 8,8 b	35,0 ± 10,7 b
C2	84,0 ± 8,2 a	83,0 ± 8,4 a	88,0 ± 7,3 a	93,0 ± 5,7 a
% Plântulas normais				
Condição	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
C1	32,0 ± 10,4 b	43,0 ± 11,1 b	15,0 ± 8,0 b	23,0 ± 9,4 b
C2	75,0 ± 9,7 a	71,0 ± 10,1 a	74,0 ± 9,8 a	78,0 ± 9,3 a
% Sementes inviáveis				
Condição	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
C1	4,0 ± 4,4 a	12,0 ± 7,3 a	9,0 ± 6,4 a	77,0 ± 9,4 a
C2	10,0 ± 6,7 a	16,0 ± 8,2 a	16,0 ± 8,2 a	22,0 ± 9,6 b

C1: sementes armazenadas na temperatura de 10 °C a 9% de umidade; C2: sementes armazenadas na temperatura de -21 °C á 5% de umidade.

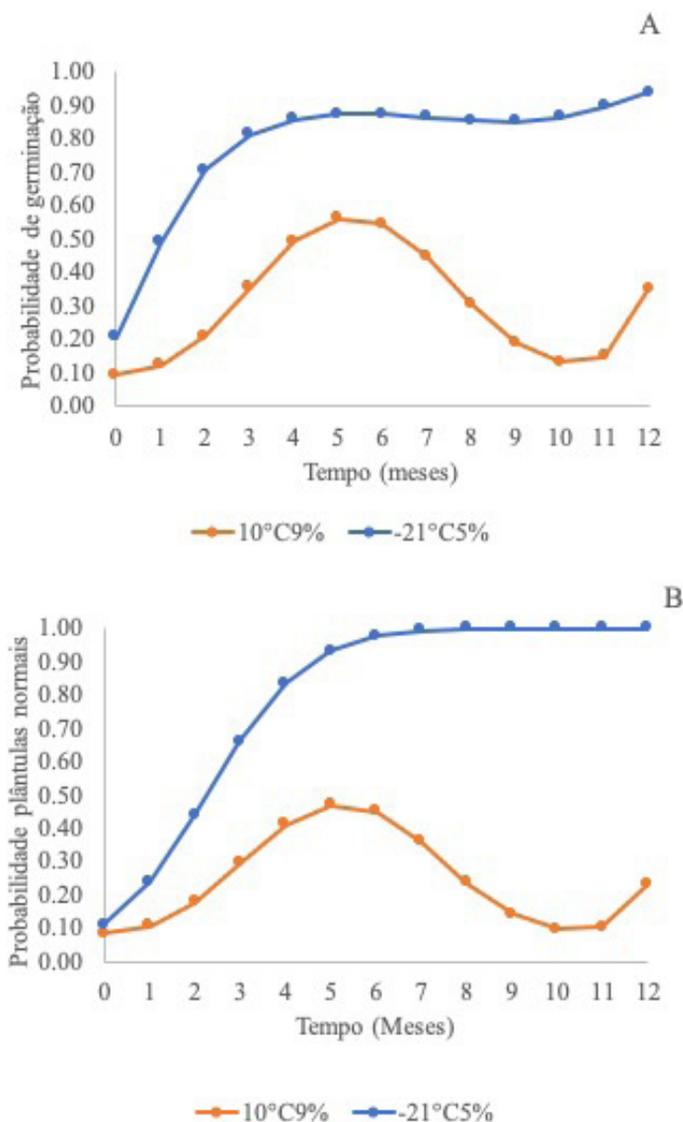
Observa-se que as sementes de *B. virgilioides* quando submetidas à dessecação adquiriram dormência, em contrapartida, quando essas sementes foram armazenadas em temperatura de -21 °C apresentaram alto percentual germinativo com três meses de armazenamento (84%) permanecendo elevado até 12 meses (93%) (Tabela 4), ou seja, a baixa temperatura favoreceu a superação da dormência desta semente. Vale ressaltar que não foi aplicado nestas sementes nenhum tratamento pré-germinativo. De acordo com Campana, Caffarini e Calvar (1993) a utilização da estratificação a frio pode ser empregada para algumas espécies como método de superação de dormência, pois o frio reduz a quantidade de substâncias inibidoras da germinação. A exposição das sementes ao armazenamento em temperaturas baixas também favoreceu a germinação de sementes de caquizeiros (PECHE *et al.*, 2016), aracazeiro (HOSSEL *et al.* 2017) e de cártamo (OBA *et al.*, 2017).

Portanto, o armazenamento de sementes de *B. virgilioides* em baixa temperatura além de manter o potencial germinativo ainda contribui para a superação da dormência ocasionada pela dessecação, o que elimina a necessidade de aplicação de tratamentos pré-germinativos como por exemplo o emprego de ácido sulfúrico.

Aos 3, 6 e 9 meses o percentual de sementes inviáveis não diferenciou entre as condições de armazenamento, mas aos 12 meses a quantidade de sementes inviáveis foi maior para aquelas armazenadas na condição C1 (10 °C e dessecadas a 9%) (Tabela 4).

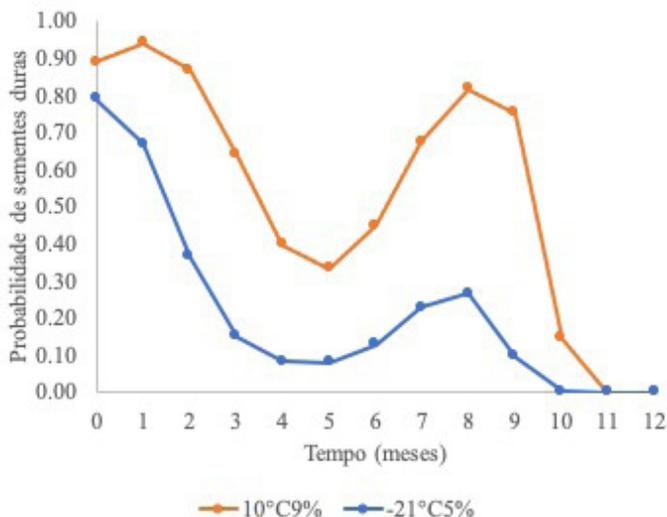
As equações que estimam a probabilidade de germinação (Figura 1A) e de formação de plântulas normais (Figura 1B), para cada condição, ao longo do período de armazenamento avaliado, evidenciam a superioridade do ambiente C2 na manutenção da viabilidade das sementes de *B. virgilioides*. É possível que esta condição tenha preservado os mecanismos moleculares responsáveis pela mobilização de reservas que possibilitam a emissão da radícula, uma vez que até 12 meses e com 5% do teor de água o percentual de formação de plântulas normais foi alto (78%) (Tabela 4).

Figura 1. Probabilidade de germinação (A) e de formação de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* (B) em resposta ao período de armazenamento. $PG_{C1} = \exp(-2.275 + 0.363t^2 - 0.069t^3 + 0.0033t^4) / (1 + \exp(-2.275 + 0.363t^2 - 0.069t^3 + 0.0033t^4))$, $R^2 = 0.7$; C2: $PG_{C2} = \exp(-1.34 + 1.52t - 0.227t^2 + 0.0107t^3) / (1 + \exp(-1.34 + 1.52t - 0.227t^2 + 0.0107t^3))$, $R^2 = 0.9$; $PN_{C1} = \exp(-2.397 + 0.332t^2 - 0.0634t^3 + 0.003t^4) / (1 + \exp(-2.397 + 0.332t^2 - 0.0634t^3 + 0.003t^4))$, $R^2 = 0.7$; $PN_{C2} = \exp(-2.1 + (0.96t - 0.028t^2 + 0.0049t^3)) / (1 + \exp(-2.1 + (0.96t - 0.028t^2 + 0.0049t^3)))$, $R^2 = 0.9$. Sendo: PG_{C1} = probabilidade de germinação na condição C1, PG_{C2} = probabilidade de germinação na condição C2, PN_{C1} = probabilidade de formação de plântulas normais condição C1, PN_{C2} = probabilidade de formação de plântulas normais na condição C2, t = tempo em meses, R^2 = coeficiente de determinação e \exp = base do logaritmo neperiano.



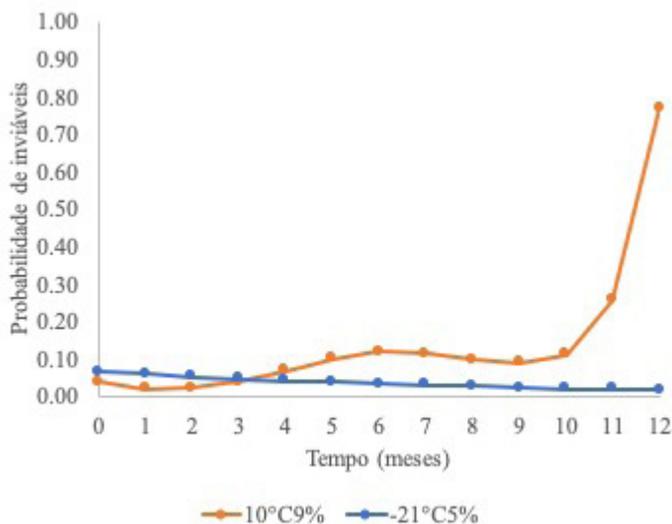
As curvas que descrevem a probabilidade de ocorrência de sementes duras ao longo do período de armazenamento estão apresentadas na figura 2.

Figura 2. Probabilidade de sementes duras de *Bowdichia virgilioides* em resposta ao período de armazenamento em duas condições (C1 e C2). $PD_{C1} = \exp(2.09 + 1.858t - 1.46t^2 + 0.27t^3 - 0.014t^4) / (1 + \exp(2.09 + 1.858t - 1.46t^2 + 0.27t^3 - 0.014t^4))$, $R^2 = 0.8$; $PD_{C2} = \exp(1.32 - 0.795t^2 + 0.186t^3 - 0.0114t^4) / (1 + \exp(1.32 - 0.795t^2 + 0.186t^3 - 0.0114t^4))$, $R^2 = 0.9$. Sendo: PD_{C1} = probabilidade de sementes duras na condição C1, PD_{C2} = probabilidade de sementes duras na condição C2, t = tempo em meses, R^2 = coeficiente de determinação e \exp = base do logaritmo neperiano.



Aos 12 meses a ocorrência de sementes duras foi nula nas duas condições de armazenamento (Figura 2), enquanto que a probabilidade de ocorrência de sementes inviáveis foi superior a 0,7 na condição de armazenamento C1, e na condição C2 foi praticamente nula (0,02) (Figura 3). Segundo Labbé (2003) existem diferentes razões para que a semente se deteriore, entre estas, pode-se citar o esgotamento das reservas, a alteração da composição química das membranas celulares e alterações genéticas.

Figura 3. Probabilidade de sementes inviáveis de *Bowdichia virgilioides* em resposta ao período de armazenamento em duas condições (C1 e C2). $PINV_{C1} = \exp(-3.18 - 1.17t + 0.63t^2 - 0.091t^3 + 0.004t^4) / (1 + \exp(-3.18 - 1.17t + 0.63t^2 - 0.091t^3 + 0.004t^4))$, $R^2 = 0.9$; $PINV_{C2} = \exp(-2.62 - 0.117t) / (1 + \exp(-2.62 - 0.117t))$, $R^2 = 0.5$. Sendo: $PINV_{C1}$ = probabilidade de sementes duras na condição C1, $PINV_{C2}$ = probabilidade de sementes duras na condição C2, t = tempo em meses, R^2 = coeficiente de determinação e \exp = base do logaritmo neperiano.



O resultado do monitoramento do teor de água nas diferentes condições e períodos de armazenamento está apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Médias e intervalos de confiança ($\alpha=0.05$) da umidade das sementes de *Bowdichia virgilioides* durante o armazenamento.

Parâmetros estimados	Tempo zero	3 meses		6 meses	
	Recém beneficiadas	C1	C2	C1	C2
Média	14,03	10,01	7,18	11,20	7,33
Desvio Padrão (S)	0,73	0,48	0,35	0,32	1,39
Limite inferior	12,87	8,81	6,62	10,68	5,13
Limite superior	15,20	11,21	7,74	11,71	9,53
	Tempo zero	9 meses		12 meses	
	Recém beneficiadas	C1	C2	C1	C2
Média	14,03	11,20	9,32	10,39	8,97
Desvio Padrão (S)	0,73	0,17	0,84	1,00	1,09
Limite inferior	12,87	10,93	7,99	8,80	7,23
Limite superior	15,20	11,47	10,65	11,97	10,71

Para o teor de óleo a interação entre condições de armazenamento e período de armazenamento não foi significativa (p -valor= 0,43). O ambiente de armazenamento não influenciou esta variável (p -valor= 0,24). O teor de óleo das sementes armazenadas aos 12 meses (7,04%) foi superior ao obtido aos 6 meses (5,46%) (p -valor= 0,02).

Com relação às sementes recém-beneficiadas, o teor de óleo não foi diferente entre estas (4,73%) e as armazenadas por 6 meses (5,46%) (p -valor=0.51). Enquanto o teor de óleo obtido aos 12 meses (7,04%) foi superior ao encontrado nas sementes recém-beneficiadas (p -valor=0,005).

Neste estudo, a peroxidação do óleo foi nula nas sementes recém-beneficiadas. Não houve efeito da condição de armazenamento (p -valor= 0,56) e nem diferenças significativas entre os períodos de 6 e 12 meses (p -valor= 0,11). Obteve-se o intervalo de confiança (IC), pela técnica de BOOTSTRAP e método de intervalo percentil com correção de viés (BCa) (CANTY; RIPLEY, 2019), para os valores de peroxidação (ng de malonaldeído/g de óleo) das sementes armazenadas, $IC_{0,95}: [0.245;0.861]$.

Segundo Marcos Filho (2005) quando uma semente se encontra em processo de deterioração ocorre o decréscimo de algumas enzimas, por exemplo, a catalase (CAT), por consequência do desequilíbrio do status redox da célula, que há uma maior quantidade de radicais livres/espécies reativas de oxigênio que enzimas/moléculas antioxidantes. Com diminuição na atividade da CAT a capacidade respiratória diminui e consequentemente reduz o fornecimento de energia para que seja possível a germinação da semente (DEMIRKAYA; DIETZ; SIVRITEPE, 2010). De acordo com Li *et al.* (2010) a redução da umidade em sementes é um mecanismo favorável para a sua proteção, pois o baixo teor de água favorece a preservação dos complexos enzimáticos, os quais são os principais responsáveis pela prevenção do envelhecimento

durante o armazenamento. Portanto, neste estudo o desempenho germinativo foi superior quando as sementes foram dessecadas a 5% e armazenadas a -21 °C.

A temperatura é, também, um fator que determinante da deterioração. Temperatura de -20 °C, durante o armazenamento, é considerada ideal para manter a viabilidade das sementes (HARTMANN-FILHO *et al.*, 2016). Sementes de *B. virgilioides* quando armazenadas a -21 °C apresentaram alto percentual de sementes germinadas e de plântulas normais (78%) (Tabela 4).

Estes resultados evidenciaram que as condições e o período de armazenamento foram eficientes para evitar a peroxidação lipídica, bem como o estresse oxidativo nas sementes.

Conclusão

Sementes de *B. virgilioides* dessecadas a 5% podem ser armazenadas a temperatura de -21 °C por pelo menos 12 meses, o que confirma o comportamento ortodoxo.

Após armazenadas na condição de -21 °C e dessecadas a 5%, sementes de *B. virgilioides* germinam sem a necessidade de aplicação de tratamentos pré-germinativos.

Referências

ALMEIDA, D.S. **Maturação de frutos e sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Faboideae)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2013.

BARRETO, S.S.C.; ALVES, E.U.; SILVA, T.I.; RODRIGUES, E.V.; GONÇALVES, A. C.M.; SILVA, M.O.; MOURA, S.S.S. Methodology for seed germination and vigor tests of *Bowdichia virgilioides*. **Idesia**, Chile, v. 37, n. 2, p. 95-102, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais.** Brasília, DF: Mapa/ACS, p. 98, 2013

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, p. 398, 2009.

CAMPANA, B.; CAFFARINI, P.; CALVAR, J. Quebra de dormência de sementes de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) mediante reguladores de crescimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.15, p.171-176, 1993.

CANTY, A; RIPLEY, B. **Package 'boot'**. 2019. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/boot/boot.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

CARVALHO, F.J.; SANTANA, D.G.; ARAÚJO, L.B. Why analyze germination experiments using Generalized Linear Models? **Journal of Seed Science**, Londrina, n. 3, 2018, p. 281-287.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.

CNCFlora. CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA. **Bowdichia virgilioides in Lista Vermelha da flora brasileira versão.** 2012. Disponível em: http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Bowdichia_virgilioides. Acesso em: 7 ago. 2020.

DEMIRKAYA, M.; DIETZ, K.J.; SIVRITEPE, H.O. Changes in antioxidant enzymes during aging of onion seeds. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, ClujNapoca, v. 38, n. 1, p. 49-52, 2010.

EBONE, L. A.; CAVERZAN, A.; CHAVARRIA, G. Physiologic alterations in orthodox seeds due to deterioration processes. **Plant**

Physiology and Biochemistry, Issy les Moulineaux, v. 145, n. 1, p. 34-42, 2019

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.41, n.230, p. 1167-1174, 1990.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H., SOETISNA, U. Seed storage behavior in *Elaeis guineensis*. **Seed Science Research**, Wallingford, v.1, n. 2, p. 99-104, 1991.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. 2018. **Package 'ExpDes.pt'**: Pacote Experimental Designs (Portuguese), 2018. Disponível: [emhttps://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf](https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf). Acesso em: 01 abr. 2020.

FLORES, A.V.; ATAÍDE, G.M.; CASTRO, V.O.; BORGES, E.E.L.; PEREIRA, R.M. D. Physiological and biochemical alterations on the storage of *Cedrela fissilis* vellozo seeds. **Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 1-8, 2018.

FU, Y.B.; AHMED, Z.; DIEDERICHSEN, A. Towards a better monitoring of seed ageing under ex situ seed conservation. **Conservation Physiology**, Canadá, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2015.

GRAVES, S.; PIEPHO, H-P; SELZER, L.; DORAI-RAJ, S. **Package 'multcompView'**. 2019. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/multcompView/multcompView.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

HARTMANN-FILHO, C.P.; GONELI, A.L.D.; MASETTO, T.E.; MARTINS, E.A.S.; OBA, G.C. The effect of drying temperatures and storage of seeds on the growth of soybean seedlings. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 287–295, 2016.

HEALTH, R.L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplast, I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Amsterdam, v. 125, n. 1, p.189-198, 1968.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant. Genetic Resources Institute, (IPGRI. Technical Bulletin, 1), p. 55, 1996.

HOSSEL, C.; HOSSEL, J.S.A.O.; WAGNER JÚNIOR, A.; FABIANE, K.C.; CITADIN, I. Estratificação e ácido indolbutírico na germinação de sementes de araçazeiro vermelho. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**, Frederico Westphalen, v. 1, n. 1, p. 52-57.

KAUFMANN, M.P.; REINIGER, L.R.S.; WISNIEWSKY, J.G. A conservação integrada da agrobiodiversidade crioula. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 36-43, 2018.

LABBÉ, L.M.B. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. (eds). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, p. 367-415, 2003.

LENTH, R.; SINGMANN, H.; LOVE, J.; BUERKNER, P.; HERVE, M. Package 'emmeans'. 2020. Disponível em: <https://cran.rproject.org/web/packages/emmeans/emmeans.pdf>. Acesso em: 28 de março, 2020.

LI, Y.; QU, J.J.; ZHANG, W.M.; AN, L.Z.; XU, P.; LI, Y.C. Impact of ultra-dry storage on vigor capacity and antioxidant enzyme activities in seed of *Ammopiptanthus mongolica*. **Botanical Studies**, Taipei, v. 51, n. 4, p. 465–472, 2010.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Brasília, DF: Abrates, p. 1-24, 2005.

MATHEUS, M.T.; VIEIRA, B.C.; OLIVEIRA, S.A.S.; BACELAR, M. Tolerância à dessecação em sementes de sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) – Fabaceae. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 48, n. 4, p. 89-92, 2009.

MOROZESK, M.; BONOMO, M.M.; DUARTE, I.D.; ZANI, L.B.; CORTE, V.B. Longevidade de sementes nativas da Floresta Atlântica. **Natureza on line**, Santa Teresa, v. 12, n. 4, p. 185-194, 2014.

NOGUEIRA, N.W.; RIBEIRO, M.C.C.; FREITAS, R.M.O.; MARTINS, H.V.G.; LEAL, C.C.P. Maturação fisiológica e dormência em sementes de Sabiá (*Mimosa caesalpiinifolia* BENTH). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 876-883, 2013.

OBA, G. C.; GONELI, A. L. D.; MASETTO, T. E.; FILHO, C. P. H.; PATRICIO, V. S.; SARATH, K. L. L. Dormancy of safflower seeds: effect of storage and cold stratification. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.39, n.4, p.433-439, 2017.

PECHE, P. M.; BARBOSA, C. M. A. de; PIO, R.; SOUSA, P. H. A.; VALLE, M. H. do. Estratificação das sementes, ácido giberélico e temperatura na obtenção de porta-enxertos de caquizeiros. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 387-392, abr-jun, 2016

PEREIRA, W.V.S.; FARIA, J.M.R.; TONETTI, O.A.O.; JOSÉ, A.C.; MELO, L.A. Loss of desiccation tolerance in seeds of tree species during germination: theoretical and practical implications. **Revista árvore**, Viçosa, v. 42, n. 5, p. 01-09, 2018.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, [2019]. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RIPLEY, B; VENABLES, B.B.D.M.; HORNIK, K.; GEBHARDT, A.; FIRTH, D. **Package 'MASS'**. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/MASS/MASS.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**. Bassersdorf, v. 1, n. 1, p.499-514, 1973.

SANTOS, J. F. **Dormência e tolerância a dessecação de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae)**. 2020.

Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais),
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA,
Brasil, 2020.

SOXHLET, F. Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes.
Dingler's **Polytechnisches Journal**, Stuttgart, v. 232, n. 1, p. 461–
465, 1879.

Sobre os autores

Admilson de Santana Sacramento

Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pelo Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais (PPG-RGV), UFRB-Embrapa (2014). Graduado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) (2011). Área de atuação - Engenharia Florestal. Professor Estadual do Ensino Médio, Cruz das Almas, Bahia. E-mail: admilson-87@hotmail.com

Ana Cristina Vello Loyola Dantas

Doutora em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela Universidade de São Paulo (1988). Mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela Universidade de São Paulo (1984). Graduada Engenharia Agrônômica pela Universidade de São Paulo (1979). Área de atuação – Fruticultura, Melhoramento Genético e Propagação. Professora Titular do CCAAB/UFRB. E-mail: acloyola@ufrb.edu.br

Andrea Vita Reis Mendonça

Doutora em Produção vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2006). Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (2000). Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (1998). Área de atuação - Ciências agrárias com ênfase em Recursos Florestais. Atividade atual- Professora Associada do CCAAB/UFRB. E-mail: andrea@ufrb.edu.br

Antonio Leandro da Silva Conceição

Doutor em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2019). Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pela UFRB (2015). Graduado em Engenharia Agrônômica pela UFRB

(2013). Área de atuação - Recursos Genéticos Vegetais com ênfase em Melhoramento Genético vegetal. E-mail: leandrosilvaufrib@hotmail.com

Carlos Alberto da Silva Ledo

Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Lavras- UFLA (2002). Mestre em Estatística e Experimentação Agropecuária pela UFLA (1998). Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1993). Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura e professor do PPG-RGV/ UFRB-Embrapa. Área de atuação: Melhoramento Genético e Estatística. E-mail: carlos.ledo@embrapa.br

Cassia da Silva Linge

Doutora em Biologia vegetale e produttività della pianta. Università degli Studi di Milano, UNIMI, Itália (2012). Mestre em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2009). Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Bahia (2006). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Melhoramento Vegetal e Biotecnologia. E-mail: cassia.linge@gmail.com

Ciro Ribeiro Filadelfo

Doutor em Ciências (Biologia Celular) pelo Instituto Gonçalo Moniz (Fiocruz Bahia) (2014). Mestre em Ciências (Biologia Celular) pelo Instituto Gonçalo Moniz (Fiocruz Bahia) (2009). Graduado em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2007). Área de atuação - Bioquímica - enzimologia. Técnico do CCAAB/UFRB e Docente da Faculdade Maria Milza. E-mail: ciro@ufrb.edu.br

Clailto Carvalho dos Santos

Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal

do Recôncavo da Bahia (UFRB) (2013). Faz parte do departamento agrônomo da Ermor Tabarama Tabacos do Brasil Ltda, onde é responsável pelo Programa de Melhoramento Genético e pesquisa da mesma. E-mail: clailto.santos@yahoo.com.br

Cristina Ferreira Nepomuceno

Doutora em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) (2012). Mestre em Ciências Biológicas (Botânica) pela UEFS (2006). Graduada em Ciências Biológicas pela UEFS (2001). Área de atuação - Ecologia, Conservação e Utilização dos Recursos Vegetais da Região Nordeste com ênfase em Fisiologia das Plantas do Nordeste. E-mail: cfnbio@gmail.com

Deoclides Ricardo de Souza

Doutor em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2003). Mestre em Ciências Florestais pela Universidade de São Paulo (1995). Graduado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (1988). Área de atuação - Recursos Florestais e Engenharia Florestal com ênfase em Manejo Florestal. Professor Associado do CCAAB/UFRB. E-mail: souzadr@ufrb.edu.br.

Eduardo Augusto Girardi

Doutor em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade de São Paulo (2008). Mestre em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade de São Paulo (2005). Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade de São Paulo (2002). Área de atuação em Fruticultura: avaliação, propagação e manejo. Pesquisador A da Embrapa Mandioca e Fruticultura e professor do PPG-CA/UFRB. E-mail: eduardo.girardi@embrapa.br

Elaine Costa Cerqueira Pereira

Doutor em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade de São Paulo (2009). Mestre em Ciências Agrárias (Fitotecnia) pela Universidade

Federal da Bahia (2004). Graduada em Agronomia pela Universidade Federal da Bahia (2002). Área de atuação em Agronomia: Fruticultura, fisiologia da pós-colheita, fisiologia e melhoramento de plantas. E-mail: ellainecerqueira@yahoo.com.br

Elton da Silva Leite

Doutor em Mecanização Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) (2012). Mestre em Ciência Florestal pela UFV (2010). Graduado em Engenharia Florestal pela UFV (2007). Área de atuação em Recursos Florestais e Engenharia Florestal: mecanização e conservação de solos. Professor Associado do CCAAB/UFRB. E-mail: elton@ufrb.edu.br.

Everton Hilo de Souza

Doutor em Ciências (Energia Nuclear e Biologia na Agricultura e no Ambiente) pela Universidade de São Paulo (2013). Mestre em Ciências Agrárias pela UFRB (2010). Graduado em Engenharia Agrônoma pela UFRB (2007). Área de atuação – Botânica e Melhoramento. Bolsista PNPD-CAPES, Professor do PPG-RGV – UFRB/Embrapa e Professor de Pós-graduação, Faculdade Maria Milza. E-mail: hilosouza@gmail.com

Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki

Doutora em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ) (2009). Mestre em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela ESALQ (2005). Graduada em Engenharia Agrônoma pela ESALQ (2002). Área de atuação - Fisiologia e Bioquímica. Pesquisadora da Empresa Mandioca e Fruticultura. E-mail: fabiana.sasaki@embrapa.br

Fabiano Machado Martins

Doutor em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas (2008). Mestre em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa

(2003). Graduado Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pelotas (2001). Área de atuação: Botânica. Professor Adjunto do CCAAB/UFRB. E-mail: fmartins@ufrb.edu.br

Fernanda Vidigal Duarte Souza

Doutora em Biologia Celular, pela Universidad Politécnica de Valencia na Espanha (2001), Mestre em Ciências Agrárias pela Universidade Federal da Bahia (1994). Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1984). Área de Atuação - Biologia Celular de plantas e Recursos Genéticos Vegetais, cultura de tecidos, conservação, criopreservação e crioterapia. Pesquisadora A da Embrapa Mandioca e Fruticultura e professora do PPG-RGV/ UFRB. E-mail: fernanda.souza@embrapa.br

Gilmara de Melo Araújo

Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pelo PPG-RGV/ UFRB-Embrapa (2018). Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2016). Área de atuação - Ciências agrárias: Recursos genéticos vegetais e Melhoramento Genético de Plantas. E-mail: maragr@hotmail.com

Idália Souza dos Santos

Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pelo PPG-RGV/ UFRB-Embrapa (2020). Graduada em Licenciatura em Biologia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2018). Área de atuação - Ciências agrárias com ênfase em recursos genéticos vegetais (melhoramento genético do maracujazeiro). E-mail: idaliasouza@gmail.com

Josemara Ferreira dos Santos

Graduada em Licenciatura em Biologia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2018). Área de atuação - Tecnologia de alimentos e em Conservação de Recursos Genéticos Vegetais.

Mestranda Recursos Genéticos Vegetais pelo PPG-RGV/ UFRB-Embrapa. E-mail: mara-santtos@hotmail.com

Laurenice Araújo dos Santos

Doutora em Ciências Agrárias pela UFRB (2013). Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pelo PPG-RGV/ UFRB-Embrapa (2010). Graduada em Engenharia Agrônômica pela UFRB (2007). Área de atuação- Recursos Genéticos Vegetais: biologia molecular e melhoramento Genético de Plantas. Pesquisadora PNPd-CAPES do NBIO/ CCAAB/ UFRB. E-mail: lasagro@hotmail.com

Leonardo Fernandes Barbosa

Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) (2017). Área de atuação - Recursos Genéticos Vegetais com ênfase melhoramento genético e pós-colheita de fruteiras. Mestrado profissional em Produção Vegetal no Semiárido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano. E-mail: leonardobarbosa.agr@hotmail.com

Lidyanne YuriKo Saleme Aona Pinheiro

Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas (2008). Mestre em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas (2003). Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (1998). Área de atuação - Botânica com ênfase em Sistemática Vegetal. Professora Associado do CCAAB/UFRB. E-mail: aona@ufrb.edu.br

Liniker Fernandes da Silva

Doutor em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (2016). Mestre em Ciência Florestal pela UFV (2014). Graduado em Engenharia Florestal pela UFV (2010). Área de atuação: Recursos

Florestais e Engenharia Florestal: economia e planejamento florestal. Professor Adjunto do CCAAB/UFRB. E-mail: liniker@ufrb.edu.br

Lucas Kennedy Silva Lima

Doutor em Ciências Agrárias/Fitotecnia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2018). Mestre em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (2014). Graduado em Ciências Agrárias (Licenciatura), pela Universidade Federal da Paraíba (2012). Área de atuação - manejo de grandes culturas. Pós-Doutorado Jr. CNPq na Embrapa Mandioca e Fruticultura. E-mail: lucas18kennedy@gmail.com

Luciana Lima dos Reis

Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2018). Área de atuação - Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Restauração florestal da Mata Atlântica e Produção de mudas. Mestranda em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. E-mail: lucianalim15@gmail.com

Lucimário Pereira Bastos

Doutor em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2016). Mestrado em Ciências Agrárias pela UFRB (2010). Graduado em Agronomia pela UFRB (2006). Área de atuação - Ciências agrárias. Atividade atual - Professor do curso de Engenharia Agrônoma do Centro Universitário Ages em Paripiranga-BA. E-mail: agronero@yahoo.com.br

Manuela Oliveira de Souza

Doutora em Biotecnologia pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) (2013). Mestre em Botânica pela UEFS (2004). Graduada em Ciências Biológicas pela UEFS (2002). Área de atuação- Germinação e desenvolvimento pós-seminal, estresses

abióticos e germinação de sementes nativas da Mata Atlântica. Atividade atual - Professora adjunto do CETEC/ UFRB. E-mail: oliva.manuela@gmail.com

Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa

Doutora em Agronomia pela Universidade de São Paulo (2001). Mestrado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal da Bahia - UFBA (1992). Graduação em Agronomia pela UFBA (1985). Área de atuação – Agronomia: Recursos Genéticos Vegetais, Cultura de Tecidos Vegetais, Biologia da Polinização e Melhoramento Genético. Professora Titular do CCAAB/ UFRB. E-mail: mapcosta63@gmail.com

Maria Josirene Souza Moreira Bastos

Doutora em Ciências Agrárias pela UFRB (2016). Mestrado em Ciências Agrárias pela UFRB (2008). Graduada em Engenharia Agrônômica pela UFBA (2005). Área de atuação - Cultivo in vitro. Monitora nos treinamentos na Cooperativa Agropecuária Mista da Região de Alagoinhas pela Assistência Técnica e Extensão Rural, e presta consultoria na Prefeitura Municipal de Paripiranga-Ba. E-mail: mjmoreira28@yahoo.com.br

Maurício dos Santos da Silva

Doutor em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2018). Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pela UFRB (2015). Gradado em Engenharia Agrônômica pela UFRB (2013). Área de atuação - Agronomia com ênfase em Fitotecnia. E-mail: mauricio.engagro@gmail.com

Onildo Nunes de Jesus

Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas pela ESALQ (2010). Mestrado em Agronomia (Melhoramento Genético de Plantas) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2006).

Graduado em Eng. Agrônômica pela UFBA (2003). Área de atuação - melhoramento genético, marcadores moleculares e conservação. Pesquisador A da Embrapa Mandioca e Fruticultura. E-mail: mjmoreira28@yahoo.com.br

Poliana dos Santos Pereira da Silva

Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2018). Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2014). Área de atuação - Silvicultura e Melhoramento Florestal com ênfase na Produção Florestal, Manejo e Solos Florestais. E-mail: polispsil@gmail.com

Ricardo Franco Cunha Moreira

Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Estadual Paulista/ Jaboticabal (2006). Mestre em Fitotecnia pela UFBA (2000). Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Sudoeste da Bahia (1994). Área de atuação- Genética, Melhoramento e Biotecnologia. Professor Associado do CCAAB/UFRB. E-mail: ricardofcm@ufrb.edu.br

Rogério Ferreira Ribas

Doutor em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa (2006). Mestre em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa (2001). Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa (1999). Área de atuação- Botânica com ênfase em Ecofisiologia Vegetal. Professor Associado do CCAAB/UFRB. E-mail: ecofisiologia@gmail.com

Rosivaldo Santana de Lima

Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2017). Graduado em Biologia pela Universidade Católica do Salvador (1995). Professor de Biologia

do ensino médio da Secretaria Estadual de Educação desde 1992; Analista clínico da Farmacotécnica Ltda. na área de Parasitologia e Imunologia clínica em laboratório de Análises Clínicas, desde 1997. E-mail: limasantanaudv@gmail.com

Sebastião de Oliveira e Silva

Doutor em Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade de São Paulo, ESALQ (1991). Mestre em Fitotecnia pela UFV (1977). Graduado Engenheiro Agrônomo pela UFV (1974). Área de atuação - Melhoramento genético de plantas. Pesquisador Aposentado da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Professor Visitante do Programa de Pós-graduação em RGV da UFRB/Embrapa. E-mail: ssilva3000@ufrb.edu.br

Sidnara Ribeiro Sampaio

Graduada em Licenciatura Educação do Campo com Habilitação Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2019). Área de atuação - Ciências Agrárias com ênfase em Agroecologia. E-mail: parasampa@live.com

Simone Alves Silva

Doutora na área de Genética e Biotecnologia, do Programa de Ciência e Tecnologia de Sementes pela UFPEL, RS (2002). Mestrado em Fitomelhoramento pela UFPEL (1999). Graduada em Agronomia pela UFBA (1996). Área de atuação - Melhoramento Vegetal e Biotecnologia. Professora Associada do CCAAB/UFRB. Coordenadora da Pós-graduação em RGV (UFRB-Embrapa) e do NBIO/UFRB. E-mail: sas@ufrb.edu.br.

Taliane Leila Soares

Doutora em Ciências Agrárias pela UFRB (2011). Mestrado em Ciências Agrárias pela UFBA (2006). Graduada em Agronomia pela UFBA (2003). Área de atuação-Agronomia com ênfase em

melhoramento genético de plantas e biotecnologia. Bolsista PNPd/CAPES do Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: talialeila@gmail.com

Thiago Viana Oliveira

Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) (2017). Graduado Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) (2015). Doutorando em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas. Área de atuação- genética vegetal e biologia molecular. E-mail: viana.thiago@hotmail.com

Tuany Priscila Pereira Costa

Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2012). Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco (2008). E-mail: tuanypriscilamk@gmail.com

Viviane Peixoto Borges

Doutora em Ciências Agrárias - Fitotecnia/ Melhoramento Genético Vegetal, pela UFRB (2016). Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pela UFRB (2012). Graduada Engenheira Agrônoma pela UFRB (2009). Área de atuação - Fisiologia Vegetal, Manejo e Conservação de Recursos Genéticos Vegetais e Melhoramento Genético Vegetal. Pós-doutoranda em Ciências Agrárias pela UFRB. E-mail: vivipborges@yahoo.com.br

O livro “Pesquisas em Recursos Genéticos Vegetais na UFRB” possui nove capítulos e contempla uma coletânea de trabalhos desenvolvidos no âmbito do programa de pós-graduação em recursos genéticos vegetais da UFRB/ Embrapa. Os capítulos abordam aspectos dos recursos genéticos na conservação, preservação, pré-melhoramento e melhoramento de espécies vegetais, com ênfase à divergência genética; descritores morfológicos e moleculares; fisiologia; anatomia; técnicas de propagação, conservação e manejo de diferentes espécies de importância para Bahia, principalmente, para a região do Recôncavo baiano, como a pitangueira, o maracujazeiro, a mamoneira, o jenipapeiro, o ipê-roxo, o tabaco, a fruteira-pão, o mamoeiro e a sucupira preta.

ISBN: 978-65-87743-30-1



Editora UFRB