

Agrotropica

Volume 32, número 3, setembro a dezembro de 2020



Centro de Pesquisas do Cacau
Ilhéus - Bahia

© 2020 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Todos os direitos reservados. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é do autor.

Ano 2020.

Tiragem: 1.000 exemplares

Elaboração, distribuição, informações:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Superintendência Regional no Estado da Bahia

Centro de Pesquisas do Cacau

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditores: Quintino Reis de Araujo e George Andrade Sodré

Editoração eletrônica: Jacqueline C. C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró.

Capa: Ronaldo Costa Argôlo Filho

Agrotropica, v. 1, nº1 (1989)
Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC, 1989

v.

Quadrimestral

Substitui “Revista Theobroma”

1. Agropecuária - Periódico.

CDD 630.5

INFORMAÇÕES SOBRE A CAPA: O gênero *Passiflora* possui mais de 530 espécies, sendo que 70 delas produzem frutos comestíveis. Apresentam flores exuberantes e com beleza rara. Muitas espécies possuem potencial comercial e estão sendo trabalhadas dentro do programa de caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa e parceiros.

INFORMATION ON THE COVER: The *Passiflora* genus has more than 530 species, highlighting some that produce edible fruits. Many of them show exuberant flowers with rare beauty. Many species also have potential business and are being involved in breeding programs for the characterization and use of genetic germplasm developed by Embrapa and other partners.

AGROTRÓPICA é indexada em:

AGRINDEX; THE BRITISH LIBRARY; CAB (i.e. Horticultural Abstracts, Review of Plant Pathology, Forestry Abstracts); AGROBASE; Agricultural and Environment for Developing regions (TROPAG); ULRICH'S INTERNATIONAL PERIODICALS DIRECTORY (Abstract on Tropical Agriculture, Agricultural Engineering Abstracts, Agroforestry Abstracts, Bibliography of Agriculture, Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Exerp Medical, Food Science & Technology Abstracts, Indice Agricola de America Latina y el Caribe, Nutrition Abstracts, Protozool. Abstracts, Review of Applied Entomology, Seed Abstracts, Tropical Oil Seeds Abstracts).



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

**CEPLAC - Comissão Executiva do
Plano da Lavoura Cacaueira**

AGROTRÓPICA. Publicação quadrimestral do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)/CEPLAC.

Comitê Editorial:

Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Jacques Hubert Charles Delabie; José Luís Bezerra; José Marques Pereira; José Raimundo Bonadie Marques; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Raúl René Melendez Valle; Uilson Vanderlei Lopes.

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo e George Andrade Sodré.

Editoração eletrônica: Jacqueline C.C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró.

Capa: Ronaldo Costa Argôlo Filho

Endereço para correspondência:

AGROTRÓPICA, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.

Telefone: (73) 3214 -3211

E-mail: r-agrotropica.ceplac@agricultura.gov.br

Tiragem: 1000 exemplares

AGROTRÓPICA

V. 32

Setembro - dezembro

2020

N.3

CONTEÚDO

ARTIGOS

- 167 Qualidade fisiológica de sementes recém-coletadas e armazenadas de diferentes espécies do gênero *Passiflora*. **J. da S. Oliveira, F. G. Faleiro, N. T. V. Junqueira.**
- 177 Sistema agroflorestal com cacaueiros e essências florestais: desempenho agrônômico, clonagem e análise econômica. **C. M. V. C. de Almeida, F. L. de O. Corrêa, A. de A. Lima, A. P. Virgulino, I. P. Xavier.**
- 189 Fungos micorrízicos arbusculares na cultura do cacaueiro I: ocorrência e diversidade em sistemas cacau-cabruca. **M. A. N. Santos, C. S. Sousa, E. Gross, L. J. X. Oliveira Filho, T. M. Lima, B. T. Goto.**
- 197 Desempenho econômico-financeiro de sistema agroflorestal na região de Tomé Açu, Pará. **J. C. dos Santos, R. M. Alves, S. F. da S. Chaves.**
- 207 Influência da cobertura florestal na chegada de sementes em agroflorestas de cacau. **J. M. Alvarenga, I. A. Santos, M. Benchimol.**
- 217 Desenvolvimento de plantas de *Eucalyptus urocam* sob déficit hídrico e diferentes reguladores vegetais. **V. A. Amorim, B. N. Furtado, F. B. de Alencastro, I. A. S. Freitas, W. K. L. Pires, L. P. Borges, F. S. Matos.**
- 225 Refrigeração na conservação de flores de capuchinha. **A. G. de Souza, J. Carvalho, J. M. Anami, E. A. Jung, P. Hamerski.**
- 233 Características biométricas e produtividade de plantas de mandioca cultivar BRS Purus submetidas a diferentes espaçamentos de plantios em Manaus-AM. **R. R. de Moraes, I. J. de Oliveira e J. R. A. Fontes.**



**MINISTRY OF AGRICULTURE
LIVESTOCK AND FOOD SUPPLY**

**CEPLAC - Executive Commission of
the Cacao Agriculture Plan**

AGROTRÓPICA. Published every four months by the Cocoa Research Center (CEPEC)/CEPLAC.

Editorial Committee:

Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Jacques Hubert Charles Delabie; José Luís Bezerra; José Marques Pereira; José Raimundo Bonadie Marques; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Raúl René Melendez Valle; Uilson Vanderlei Lopes.

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo and George Andrade Sodré.

Desktop publish: Jacqueline C.C. do Amaral and Selenê Cristina Badaró.

Cover: Ronaldo Costa Argôlo Filho

Address for correspondence:

AGROTRÓPICA, Cocoa Research Center (CEPEC), 45600-970, Itabuna, Bahia, Brazil.

Telephone: 55 (73) 3214 - 3211

E-mail: r-agrotropica.ceplac@agricultura.gov.br

Circulation: 1000 copies.

AGROTRÓPICA

V.32

September - December

2020

N.3

CONTENTS

ARTICLES

- 167** Emergency of seedlings from newly collected and stored seeds of different species of the *Passiflora* genus (in Portuguese). **J. da S. Oliveira, F. G. Faleiro, N. T. V. Junqueira.**
- 177** Agroforestry system with cocoa trees and forest essences: agronomic performance, cloning and economic analysis (in Portuguese). **C. M. V. C. de Almeida, F. L. de O. Corrêa, A. de A. Lima, A. P. Virgulino, I. P. Xavier.**
- 189** Arbuscular mycorrhizal fungi in the cacaueiro I culture: Occurrence and diversity in cocoa-cabruca systems (in Portuguese). **M. A. N. Santos, C. S. Sousa, E. Gross, L. J. X. Oliveira Filho, T. M. Lima, B. T. Goto.**
- 197** Economic and financial performance of agroforestry system in Tomé Açú Region, Pará (in Portuguese). **J. C. dos Santos, R. M. Alves, S. F. da S. Chaves.**
- 207** Influence of forest cover on seed arrival in cocoa agroforests (in Portuguese). **J. M. Alvarenga, I. A. Santos, M. Benchimol.**
- 217** Development of *Eucalyptus Urocam* plants under water deficit and different plant regulators (in Portuguese). **V. A. Amorim, B. N. Furtado, F. B. de Alencastro, I. A. S. Freitas, W. K. L. Pires, L. P. Borges, F. S. Matos.**
- 225** Refrigeration in the conservation of nasturtium flowers (in Portuguese). **A. G. de Souza, J. Carvalho, J. M. Anami, E. A. Jung, P. Hamerski.**
- 233** Biometric characteristics and productivity of cassava plants cultivate BRS Purus submitted to different planting spacing in Manaus-AM (in Portuguese). **R. R. de Moraes, I. J. de Oliveira e J. R. A. Fontes.**

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

1. O original para publicação em português, inglês ou espanhol, deve ter no máximo 18 páginas numeradas, em formato A4 (21,0 x 29,7 cm), fonte Times New Roman, corpo 12, espaço 1,5 (exceto Resumo e Abstract, em espaço simples), digitado em Word/Windows. O artigo deverá ser encaminhado à Comissão Editorial da revista por meio eletrônico. No rodapé da primeira página deverão constar o endereço postal completo e o endereço eletrônico do(s) autores(s). As figuras e tabelas devem vir à parte.

2. Os artigos devem conter: título, resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos e literatura citada.

3. Os artigos científicos e notas científicas devem conter introdução que destaque os antecedentes, a importância do tópico e revisão de literatura. Nos materiais e métodos devem-se descrever os materiais e métodos usados, incluindo informações sobre localização, época, clima, solo etc., bem como nomes científicos se possível completo de plantas, animais, patógenos etc., o desenho experimental e recursos de análise estatística empregada. Os resultados e discussão poderão vir juntos ou separados e devem incluir tabelas e figuras com suas respectivas análises estatísticas. As conclusões devem ser frases curtas, com o verbo no presente do indicativo, sem comentários adicionais e derivados dos objetivos do artigo.

4. Título - Deve ser conciso e expressar com exatidão o conteúdo do trabalho, com no máximo 15 palavras.

5. Resumo e Abstract - Devem conter no máximo 200 palavras. Abstract deve ser tradução fiel do resumo em inglês.

6. Palavras-chave - Devem ser no máximo de seis, sem estar contidas no título.

7. Introdução - Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.

8. Material e Métodos - Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.

9. Resultados, Discussão e Conclusões - De acordo com o formato escolhido, estas partes devem ser apresentadas de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados, pontos de vistas discutidos e conclusões sugeridas.

10. Agradecimentos - As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas.

11. Unidades de medida - Usar exclusivamente o Sistema Internacional (S.I.).

12. Figuras (gráficos, desenhos, mapas) - devem ser apresentadas com qualidade que permita boa reprodução gráfica; devem ter 8,2 cm ou 17 cm de largura; as fotografias devem ser escaneadas com 300 dpi e gravadas em arquivo TIF, separadas do texto.

13. Tabelas - devem ser apresentadas em Word ou Excel, e os dados digitados em Times New Roman.

14. Literatura Citada - No texto as referências devem ser citadas da seguinte forma: Silva (1990) ou (Silva, 1990).

A normalização das referências deve seguir os exemplos abaixo:

PERIÓDICO

REIS, E. L. 1996. Métodos de aplicação e fracionamentos de fertilizantes no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Sul da Bahia. *Agrotrópica* (Brasil) 8(2):39-44.

LIVRO

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. 1991. *Southern forrages*. Atlanta, PPI. 256p.

PARTE DE LIVRO

ENTWISTLE, P. F. 1987. Insects and cocoa. In: Wood, G.A.R.; Lass, R. A. *Cocoa*. 4 ed. London, Longman. pp.366-443.

DISSERTAÇÃO

ROCHA, C. M. F. 1994. Efeito do nitrogênio na longevidade da folha de cacau (*Theobroma cacao* L.). *Dissertação* Mestrado. Salvador, UFBA. 31p.

TESE

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de CO₂ - Uma abordagem filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoiética da terra em escala planetária. *Tese* Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

MONOGRAFIA SERIADA

TREVIZAN, S. D. P.; ELOY, A. L. S. 1995. Nível alimentar da população rural na Região Cacaueira da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. *Boletim Técnico* n° 180. 19p.

PARTE DE EVENTO

PIRES, J. L. et al. 1994. Cacao germplasm characterisation based on fat content. In: *International Workshop on Cocoa Breeding Strategies*, Kuala Lumpur, 1994. *Proceedings*. Kuala Lumpur, INGENIC. pp.148-154.

A literatura citada deverá referir-se, de preferência, a trabalhos completos publicados nos últimos 5 anos.

15. Correspondência de encaminhamento do artigo deverá ser assinada pelo autor e coautores.

Os autores receberão cópias do seu trabalho publicado.

GUIDELINES TO AUTHORS

1 - The manuscript for publication in Portuguese, English or Spanish, not exceed 18 numbered pages, format A4, in Times New Roman, 12, 1.5 spaced (except Resumo and Abstract, simple spaced) typed in Word. The article must be addressed to the Editorial Commission in 4 printed copies and also in CD copy. Complete mailing address and e-mail of the author(s) must appear at the bottom of first page. Three out of the four copies should not state the author's name or acknowledgements, since these copies will go to reviewers. Figures (drawings, maps, pictures and graphs) and tables should be sent separately and ready for publication;

2 - Articles must contain: title, abstract, introduction, materials and methods, results and discussion, conclusions, acknowledgements and literature cited (references);

3 - Scientific articles and notes must include an introduction highlighting the background and importance of the subject and literature review. Under materials and methods one must mention informations about locations, time, climate, soil, etc. and furnish latin names of plants, animals, pathogens, etc., as well experimental designs and statistical analysis used. Conclusions must be objective and derived from relevant results of the research.

4 - Title - It must be concise (not exceed 15 words) and express the real scope of the work.

5 - Abstract - No more than 200 words.

6 - Key words - Six at most, and should not be present in the title.

7 - Introduction - should be concise containing a strictly necessary review to the introduction of the topic and support for the methodology and discussion.

8 - Materials and Methods - may be presented in a continuous descriptive form or with subheadings, in a manner that allows the reader to understand and reproduce the described methodology. Bibliographic citations can be used.

9 - Results, Discussion and Conclusions - In accordance with the format chosen, these parts should be presented clearly, with the aid of tables, graphs and figures so as to leave no doubt as to the authenticity of the results, viewpoints discussed and conclusions emitted.

10 - Acknowledgements - Persons, institutions and companies that contributed to the accomplishment of the work should be mentioned at the end of the text before the Bibliographic References

11 - Measurement units - Use only the International System.

12 - Figures (drawings, maps, pictures and graphs) - They must possess good quality for graphic reproduction;

size 8.2 cm or 17 cm wide; photos should be scanned at 300 dpi and recorded, out of the text, in TIF file.

13 - Tables - It should be present in Word or Excel and data typed in Times New Roman, 12.

14 - References - literature cited in the text must be written as follows: Silva (1990) or (Silva, 1990).

Citation should be given as follows.

PERIODICALS

REIS, E. L. 1996. Métodos de aplicação e fracionamentos de fertilizantes no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Sul da Bahia. *Agrotrópica* (Brasil) 8(2): 39 - 44.

BOOKS

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. 1991. Southern forages. Atlanta, PPI. 256p.

BOOK CHAPTERS

ENTWISTLE, P. F. 1987. Insects and cocoa. In: Wood, G.A.R.; Lass, R. A. Cocoa. 4 ed. London, Longman. pp.366-443.

DISSERTATION

ROCHA, C. M. F. 1994. Efeito do nitrogênio na longevidade da folha de cacau (*Theobroma cacao* L.). Dissertação Mestrado. Salvador, UFBA. 31p.

THESIS

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de CO₂ - Uma abordagem filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoiética da terra em escala planetária. Tese Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

SERIAL MONOGRAPHS

TREVIZAN, S. D. P.; ELOY, A. L. S. 1995. Nível alimentar da população rural na Região Cacaueira da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n° 180. 19p.

PART OF MEETINGS

PIRES, J. L. et al. 1994. Cacao germplasm characterisation based on fat content. In: International Workshop on Cocoa Breeding Strategies, Kuala Lumpur, 1994. Proceedings. Kuala Lumpur, INGENIC. pp.148-154.

Literature cited should include published papers rather than in the last 5 years.

15 - Correspondence of guiding will have to be signed by the author and coauthors.

Authors will receive the reprints of their published paper.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES RECÉM-COLETADAS E ARMAZENADAS DE DIFERENTES ESPÉCIES DO GÊNERO *Passiflora*

Jamile da Silva Oliveira, Fábio Gelape Faleiro, Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Embrapa Cerrados, 73310-970, Planaltina - DF; jамile.oliveira54@gmail.com;
fabio.faleiro@embrapa.br; nilton.junqueira@embrapa.br.

Objetivou-se avaliar qualidade fisiológica de sementes recém-coletadas e armazenadas de espécies de *Passiflora*. Para *P. alata*, foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4 x 3 x 2, sendo quatro genótipos, três tempos de armazenamento e dois tratamentos com e sem uso do regulador vegetal GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)- aminopurina aminopurina, com três repetições. Para avaliação das sementes de outras seis espécies, foi utilizado, para cada espécie, o delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5 x 2, sendo cinco tempos de armazenamento e dois tratamentos com e sem o uso do regulador vegetal com três repetições. Análises de variância foram realizadas e posteriormente foram ajustadas equações de regressão linear para a emergência de plântulas. As sementes dos acessos de *P. alata* e *P. maliformis* devem ser colocadas para germinar logo após a colheita sem necessidade do regulador vegetal, atingindo 32,50% e 60,00% de plântulas emergidas, respectivamente. Enquanto, *P. sidifolia* necessita de regulador. Sementes de *P. suberosa* podem ser armazenadas até seis meses e deve-se utilizar regulador e apresentaram 29,02% de plântulas emergidas. Sementes de *P. caerulea* e *P. hatschbachii* devem ser armazenadas até três meses e usar regulador. O teste de tetrazólio confirmou a porcentagem de emergência apresentada pelos acessos avaliados.

Palavras-chave: recursos genéticos, conservação de espécies, armazenamento de sementes, emergência de plântulas.

Emergency of seedlings from newly collected and stored seeds of different species of the *Passiflora* genus. The objective was to evaluate the physiological quality of newly collected and stored seeds of *Passiflora* species. For *P. alata*, a completely randomized experimental design was used in a 4 x 3 x 2 factorial arrangement, with four genotypes, three storage times and two treatments with and without the use of plant regulator GA₄₊₇ + N- (phenylmethyl) - aminopurine aminopurine, with three repetitions. To evaluate the seeds of six other species, a completely randomized experimental design was used for each species in a 5 x 2 factorial arrangement, with five storage times and two treatments with and without the use of the plant regulator with three replicates. Analysis of variance was performed and linear regression equations were adjusted for seedling emergence. The seeds of the accessions of *P. alata* and *P. maliformis* must be placed to germinate immediately after harvest without the need for plant regulator, reaching 32.50% and 60.00% of emerged seedlings, respectively. Meanwhile, *P. sidifolia* needs a regulator. *P. suberosa* seeds can be stored for up to six months and regulator should be used and they presented 29.02% of emerged seedlings. *P. caerulea* and *P. hatschbachii* seeds should be stored for up to three months and use a regulator. The tetrazolium test confirmed the percentage of emergency presented by the evaluated accessions.

Key words: genetic resources, species conservation, storage of seeds, seedling emergence.

Introdução

O gênero *Passiflora* apresenta ampla variabilidade genética a ser caracterizada e utilizada de forma prática no desenvolvimento da cadeia produtiva do maracujazeiro azedo, doce e silvestre visando à diversificação dos sistemas produtivos, o que pode ser alcançado por meio de ações de pesquisa e desenvolvimento de uma biodiversidade essencialmente brasileira (Faleiro et al., 2015).

A análise da qualidade fisiológica de sementes de diferentes espécies de maracujazeiro são importantes demandas para a pesquisa considerando o uso prático de tais espécies, uma vez que a produção de mudas uniformes e mais vigorosas é a base para tal utilização (Marostega et al., 2015).

A qualidade fisiológica de sementes é muitas vezes avaliada indiretamente pela germinação de sementes e emergência de plântulas e os índices relacionadas a elas (Martins, Nakagawa e Bovi, 2009). Pesquisas relacionadas aos fatores que têm interferência na viabilidade e vigor são úteis para a avaliação do potencial fisiológico das sementes, e na definição das estratégias de armazenamento, principalmente para espécies não cultivadas, em que a heterogeneidade genética e fisiológica das amostras são pronunciadas.

Têm-se algumas informações quanto à germinação de sementes das espécies do gênero *Passiflora*, porém, é comum a afirmativa de que o início e o término da germinação das sementes ocorrem de forma irregular, podendo, este período, ser de dez dias a três meses, o que dificulta a formação das mudas com qualidade, devido à falta de uniformidade na germinação (Pereira e Dias, 2000).

Um fator indispensável para o sucesso no estabelecimento e produção de diferentes espécies de maracujazeiro com potencial comercial é seu meio de propagação, realizado principalmente via semente, razão pela qual se torna importante conhecer a sua germinação, qualidade fisiológica e possibilidade de armazenamento. Na implantação de pomares comerciais, as sementes devem possuir alta qualidade genética, física, fisiológica e sanitária que conferem altos índices de germinação e vigor, sanidade e pureza física.

O teste padrão de germinação fornece o potencial máximo para a formação de plântulas normais por ser conduzido nas condições ideais. Para a disponibilidade

de sementes durante todo o ano, se faz necessário o armazenamento das mesmas. Ao longo do período de armazenamento das sementes, a qualidade fisiológica sofre redução, podendo ser maior ou menor dependendo da espécie, do genótipo e das condições do armazenamento. Temperaturas baixas favorecem a manutenção desta qualidade por períodos prolongados de tempo (Santos et al., 2011).

O armazenamento correto das sementes até o momento de sua utilização é uma etapa importante do processo de produção de sementes de alta qualidade, uma vez que esta prática não melhora a qualidade, somente a mantém por um período maior de tempo. O sucesso do armazenamento depende do conhecimento prévio do desempenho fisiológico durante esta etapa, já que sementes de diferentes espécies exigem condições especiais para a sua conservação.

O armazenamento é visto como um dos pontos mais desafiadores para as ações de pesquisa e desenvolvimento de maracujazeiro, pois, a perda da viabilidade das sementes durante esse período é inevitável. E a taxa de germinação das sementes é uma informação imprescindível para viabilizar o lançamento de uma cultivar para o mercado, pois a mesma vai viabilizar a logística de produção e comercialização de material propagativo para os viveiristas e produtores. Com isso, trabalhos visando avaliar a taxa de germinação de sementes de diferentes cultivares e espécies de maracujazeiros vem sendo realizados, especialmente a caracterização da germinação de cultivares ou materiais que estão prestes a serem lançados (Viana et al., 2016; Basso et al., 2016). Com isso, objetivou-se avaliar qualidade fisiológica de sementes recém-coletadas e armazenadas de diferentes espécies do gênero *Passiflora* por meio da viabilidade de sementes e emergência de plântulas.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Unidade de Apoio da Fruticultura e no Setor de Viveiros e Casas de Vegetação da Embrapa Cerrados, em Planaltina-DF. Foram analisadas a germinação de sementes de 10 acessos de *Passiflora* spp. do Banco Ativo de Germoplasma 'Flor da Paixão' (BAG), sendo elas: *P. alata* (CPAC MJ-02-

17, CPAC MJ-H-44, CPAC MJ-02-09 e CPAC MJ-02-19), *P. suberosa* (CPAC MJ-35-02), *P. caerulea* (CPAC MJ-14-01), *P. hatschbachii* (CPAC MJ-50-01), *P. maliformis* (CPAC MJ-58-01), *P. sidifolia* (CPAC MJ-16-02) e *P. cincinnata* (CPAC MJ-26-03).

Para a análise das sementes de *P. alata*, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) disposto em arranjo fatorial 4 x 3 x 2, sendo quatro genótipos (1- CPAC MJ-02-17, 2- CPAC MJ-H-44, 3- CPAC MJ-02-09 e 4- CPAC MJ-02-19), três tempos de armazenamento das sementes [1- tempo zero (inicial), 2- três meses de armazenamento e 3- seis meses de armazenamento] e dois tratamentos com e sem o uso do regulador vegetal GA_{4+7} + fenilmetil-aminopurina [1- sem uso do regulador (água destilada) e 2- com uso do regulador (15 mL L⁻¹)], com 3 repetições, totalizando 72 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída de 20 sementes.

Para a análise das sementes das outras seis espécies de passiflora foi utilizado, para cada espécie, o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) disposto em arranjo fatorial 5 x 2, sendo cinco tempos de armazenamento das sementes [1- tempo zero (inicial), 2- três meses de armazenamento, 3- seis meses de armazenamento, 4- nove meses de armazenamento, 5- doze meses de armazenamento] e dois tratamentos com e sem o uso do regulador vegetal GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina aminopurina (300 ppm) [1- sem uso do regulador (água destilada) e 2- com uso do regulador (15 mL L⁻¹)], com 3 repetições, totalizando 30 parcelas experimentais. Cada parcela experimento foi constituída de 20 sementes.

As sementes foram retiradas de frutos maduros, após a lavagem, todas as sementes foram imediatamente colocadas para secar a sombra, por quatro dias, sobre papel toalha. Após a secagem, os arilos das sementes foram removidos por fricção manual, armazenadas em sacos de papéis, colocadas dentro da câmara fria à 5 °C (Carlesso et al., 2008) e 60% de umidade, mantidas nessas condições durante todo o período de armazenamento.

As sementes que receberam o tratamento com regulador vegetal, ficaram imersas na solução por 30 minutos e as que não receberam o regulador vegetal, ficaram imersas em água destilada pelo mesmo período.

A semeadura foi realizada em bandejas de 60 células com volume de 50 cm³ de polietileno. As bandejas foram

preenchidas com substrato comercial a base de fibra de coco e casca de madeira e as sementes foram colocadas a uma profundidade de $\pm 0,5$ cm. As bandejas foram irrigadas diariamente, em dois turnos de rega diário: uma hora no início da manhã (7:30) e outra no final da tarde (16:30) (4,3 mm). O experimento foi mantido em casa de vegetação, com temperatura variando de 20 a 30° C. Para o cálculo da porcentagem de plântulas emergidas utilizou-se a fórmula de Maguire (1962).

Ao final de 12 meses de armazenamento, afim de avaliar a viabilidade das sementes e buscando a confirmação do que foi apresentado pelo teste de emergência de plântulas, foi realizado o teste de tetrazólio nas sementes armazenadas (Brasil, 2009). Para cada acesso, utilizou-se quatro repetições de 25 sementes, totalizando 100 sementes por acesso, utilizando o delineamento inteiramente casualizado. As sementes armazenadas de cada acesso foram pré-condicionadas em água destilada por 12 horas, e levada à BOD com temperatura de 25 °C. Posteriormente, as sementes foram transferidas para recipientes com 20 mL da solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, na concentração de 0,075 %, as quais foram acondicionados por duas horas em BOD regulada na temperatura de 30 °C.

Em seguida, os recipientes contendo as sementes foram protegidos com papel alumínio para evitar o contato da solução com a luz para que não ocorresse a fotodegradação da solução. Após este período as sementes foram lavadas e mantidas imersas em água destilada para assim realizar a excisão manual dos embriões, com o auxílio de uma lâmina de bisturi. Em sequência os embriões foram avaliados com auxílio de uma lupa de bancada com zoom 10x. Nesse processo, foram consideradas como sementes viáveis, as que apresentaram coloração do embrião vermelho brilhante; as que apresentaram coloração branca nos tecidos foram consideradas sementes mortas. O resultado foi calculado em porcentagem de sementes viáveis e mortas.

Os dados obtidos foram transformados em arcseno $\sqrt{\text{porcentagem de emergência/100}}$. Para os três genótipos de *P. alata* foi realizada a análise de variância, sendo essa conclusiva para as médias dos tratamentos com uso de regulador vegetal e as médias dos genótipos foram comparadas pelo teste Tukey

($p < 0.005$). Para os dados das demais espécies foram submetidos a análise de variância, sendo essa conclusiva para as médias dos tratamentos com uso de regulador vegetal e foram ajustadas equações de regressão para as médias do tempo de armazenamento das sementes, quando as mesmas foram significativas pelo teste F da análise de variância.

Resultados e Discussão

Na análise de variância da porcentagem de emergência de plântulas dos acessos de *P. alata*, observa-se um efeito significativo do genótipo, do tempo de armazenamento e também da interação entre genótipos e tempos de armazenamento (Tabela 1). Este resultado evidencia que não podemos fazer conclusões generalizadas para a espécie, mas sim para cada acesso ou genótipo analisado.

A maior porcentagem de emergência de plântulas foi observada nas sementes do genótipo CPAC MJ-02-17 no tempo zero (inicial) (32,50%), ou seja, esse genótipo apresentou o seu potencial máximo de emergência nas sementes recém-coletadas (Tabela 2). Os quatro genótipos avaliados (CPAC MJ-02-17, CPAC MJ-H44, CPAC MJ-02-19 e CPAC MJ-02-19) apresentaram maior porcentagem de emergência no tempo zero (inicial) e a emergência das plântulas foi decrescendo (de 32,50% a 2,50%) ao longo do período de armazenamento das sementes.

Souto et al. (2017) objetivando avaliar a emergência e o vigor de plântulas de cultivares de maracujazeiro azedo sob exposição de diferentes temperaturas, observaram que as cultivares BRS Sol do Cerrado e BRS Gigante Amarelo apresentaram emergência de plântulas acima de 95% nas faixas de temperaturas de 20-30 °C e 25-35 °C. Os resultados apresentados pelos referidos autores, são bem superiores aos resultados obtidos no presente estudo, mas isso deve-se principalmente ao nível de melhoramento das cultivares utilizadas pelos referidos autores, que são materiais que apresentam uma alta porcentagem de emergência de plântulas.

O tempo de armazenamento das sementes atua diretamente sobre a viabilidade das sementes armazenadas, afetando o percentual de emergência das plântulas. Osipi e Nakagawa (2005), observaram que a germinação de *P. alata* não difere entre os ambientes de conservação (câmara fria, câmara seca e ambiente não-controlado) durante os seis meses iniciais de armazenamento.

Para o acesso de CPAC MJ-35-02 (*P. suberosa*) foi observado um efeito altamente significativo do tempo de armazenamento das sementes e do regulador vegetal GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina aminopurina na porcentagem de emergência de plântulas ($p < 0,001$). Não houve efeito significativo da interação entre estas duas fontes de variação, indicando que esses fatores atuam de forma independente (Tabela 3).

Tabela 1. Resumo da análise de variância da porcentagem de emergência de plântulas a partir de sementes de quatro genótipos de *Passiflora alata*, com e sem uso do regulador vegetal GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina aminopurina (300 ppm) e em três tempos de armazenamento das sementes

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Genótipos de <i>P. alata</i>	3	0,12	0,04**	4,29
Regulador Vegetal	1	0,04	0,04 ^{ns}	2,17
Tempo de Armaz. das sementes	2	0,95	0,47**	24,59
G x RV	3	0,04	0,01 ^{ns}	1,50
G x TA	6	1,22	0,20**	20,85
RV x TA	2	0,07	0,04 ^{ns}	1,96
G x RV x TA	6	0,04	0,01 ^{ns}	0,68
Resíduo	36	0,35	0,01	
Média				10,49
CV (%)				37,34

FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrado; QM = quadrado médio, F = teste de Fischer; G = genótipos; RV = regulador vegetal - GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina aminopurina (300 ppm); TA = tempo de armazenamento. ** significativo a 1 %; ns não significativo.

Tabela 2. Interação entre as médias da porcentagem de emergência de plântulas a partir de sementes de quatro genótipos de *Passiflora alata* recém-coletadas e armazenadas por seis meses

Genótipos	Tempo de armazenamento		
	Zero (inicial)	3 meses	6 meses
CPAC MJ-02-17	32,50 Aa	5,00 Bab	2,50 Ba
CPAC MJ-H-44	18,33 Ab	9,17 Ba	3,33 Ba
CPAC MJ-02-09	23,33 Ab	6,67 Bab	2,50 Ba
CPAC MJ-02-19	19,17 Ab	1,67 Bb	1,67 Ba

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na Horizontal não diferem entre si pelo teste Tukey e pela mesma letra minúscula na Vertical não diferem entre si, pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade.

O uso do GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)- aminopurina em CPAC MJ-35-02 promoveu um aumento significativo na porcentagem de emergência, de 17,00% para 29,09% (Tabela 4). Foi possível ajustar uma equação de regressão linear altamente significativa ($p < 0,001$) para a variável porcentagem de emergência nos cinco tempos de armazenamento das sementes do acesso CPAC MJ-35-02 (Figura 1). E com um coeficiente de determinação indicando que o modelo explica a variação total dos dados em 86,78% (R^2).

Marostega et al. (2015) avaliando *P. suberosa*, notaram que a imersão das sementes em água destilada a 50°C por 5 minutos apresentou maior germinação (34,69%). Porém, o percentual de emergência observado no presente estudo foi superior ao melhor percentual apontado por esses autores, indicando que o uso de regulador vegetal é mais eficiente na superação da dormência observada nas sementes de *P. suberosa*, apontando também que essa dormência, provavelmente, é uma dormência

fisiológica ou química e está relacionada ao balanço hormonal das sementes.

Para o acesso CPAC MJ-14-01 (*P. caerulea*) foi significativa ($p < 0,005$) a interação entre o tempo de armazenamento das sementes e o uso do regulador vegetal (Tabela 3). Para a porcentagem de emergência desse acesso (CPAC MJ-14-01), ajustaram-se equações de regressão linear altamente significativa ($p < 0,001$), e com coeficientes de determinação indicando que o modelo explica a variação total dos dados 99,44 e 95,79% (R^2), sem e com utilização de regulador vegetal, respectivamente (Figura 2).

A porcentagem de emergência de plântulas do acesso CPAC MJ-14-01 foi decrescendo ao longo do tempo de armazenamento das sementes, tanto para o tratamento testemunha (sem uso de regulador vegetal) quanto para o tratamento com utilização do regulador vegetal.

Ferraz et al. (2014) trabalhando com *P. edulis* Sims, também observaram que ao final do período de avaliação (50 dias), as doses de bioestimulante de 24

Tabela 3. Resumo da análise de variância da porcentagem de emergência de plântulas a partir de sementes de *Passiflora suberosa* (CPAC MJ-35-02), *P. caerulea* (CPAC MJ-14-01), *P. hatschbachii* (CPAC MJ-50-01), *P. maliformis* (CPAC MJ-58-01), *P. sidifolia* (CPAC MJ-16-02) e *P. cincinnata* (PC) recém-coletadas e armazenadas durante cinco períodos de armazenamento com uso e sem uso do regulador vegetal GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)- aminopurina (300 ppm)

Fonte de Variação	QM					
	MJ-35-02	MJ-14-01	MJ-50-01	MJ-58-01	MJ-16-02	PC
Armazenamento	0,16**	0,24**	0,05*	0,18**	0,21**	0,00 ^{ns}
Regulador Vegetal (RV)	0,27**	0,45**	0,04**	0,57**	0,05**	0,27**
TA x RV	0,22 ^{ns}	0,25*	0,01 ^{ns}	0,05**	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	0,11	0,01		0,00	0,00	0,01
Média	23,00	18,50	20,67	43,83	15,00	6,00
CV (%)	17,30	17,09	18,21	5,14	14,89	63,21

FV = fonte de variação; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; TA = tempo de armazenamento, RV = Regulador Vegetal - GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)- aminopurina (300 ppm), **significativo a 1 %, *significativo a 5 % e ^{ns} não significativo pelo teste F.

Tabela 4. Médias da porcentagem de emergência de plântulas a partir de sementes de *Passiflora suberosa* (CPAC MJ-35-02), *P. hatschbachii* (CPAC MJ-50-01), *P. sidifolia* (CPAC MJ-16-02) e *P. cincinnata*, com uso e sem uso do regulador vegetal GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)- aminopurina (300 ppm)

Acessos	CPAC MJ-35-02		CPAC MJ-50-01		CPAC MJ-16-02		<i>P. cincinnata</i>	
RV	SRV	CRV	SRV	CRV	SRV	CRV	SRV	CRV
Emergência (%)	17,00 b	29,02 a	2,68 b	38,64 a	13,02 b	17,02 a	2,34 b	9,66 a

RV = Regulador Vegetal - GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)- aminopurina (300 ppm); SRV = sem uso do regulador vegetal; CRV - com uso do regulador vegetal.

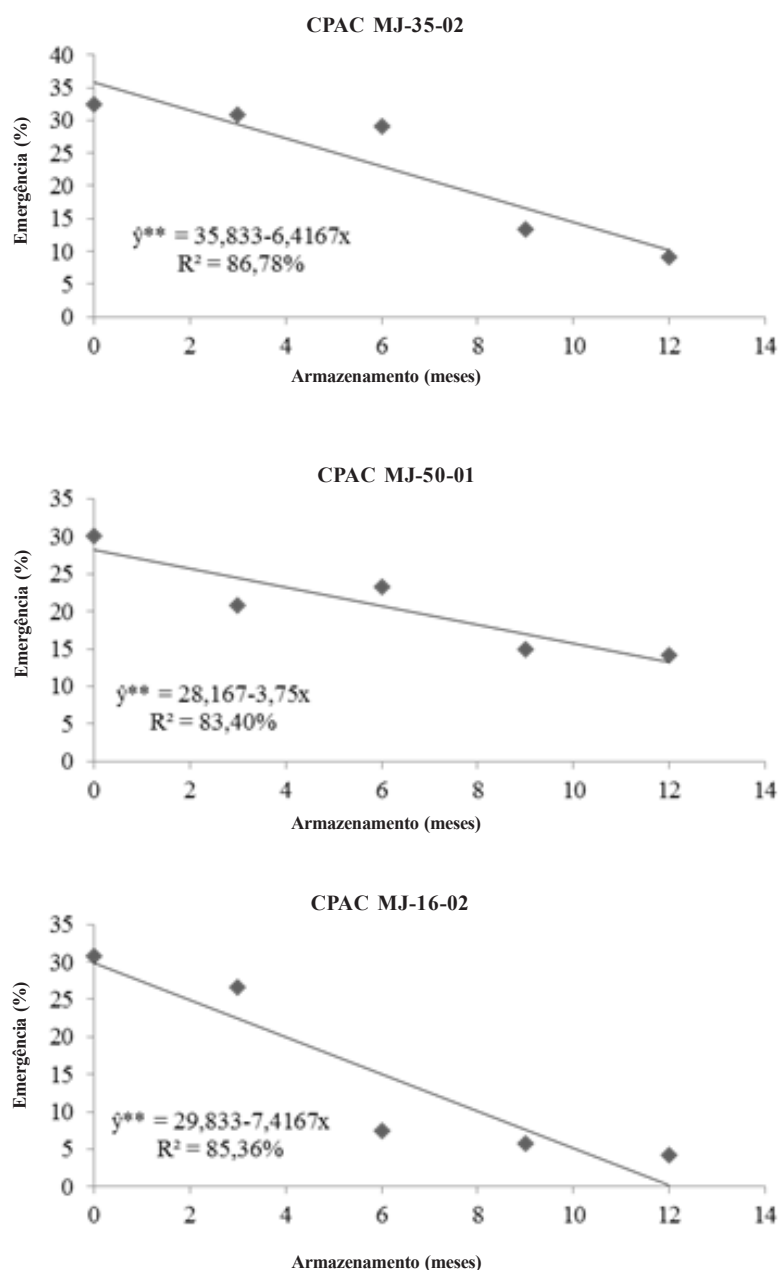


Figura 1. Porcentagem de emergência de plântulas a partir de sementes de *Passiflora suberosa* (CPAC MJ-35-02), *P. hatschbachii* (CPAC MJ-50-01) e *P. sidifolia* (CPAC MJ-16-02) em cinco tempos de armazenamento das sementes.

e 30 mL kg⁻¹, foram as que permitiram maior porcentagem de emergência de plântulas. Miranda, Perea & Magnitskiy (2009) relatam que as sementes de *Passiflora* spp. apresentam uma dormência exógena e que provavelmente combinam dormências mecânica e química. Isso torna ainda mais complexo o processo de superação da dormência das sementes

das espécies do gênero *Passiflora*. É provável que os melhores métodos para superação das dormências das sementes de *Passiflora* spp., sejam alcançados com uma combinação de técnicas.

No CPAC MJ-50-01 (*P. hatschbachii*) o tempo de armazenamento das sementes e o uso do regulador vegetal GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina foram significativos, porém, não foi observado efeito significativo para a interação entre essas duas fontes de variação, indicando que esses fatores agem de forma independente (Tabela 3). Para a utilização do regulador vegetal, a porcentagem de emergência de plântulas variou de 2,68 para 38,64%, com e sem a utilização do regulador vegetal (Tabela 4).

Para a fonte de variação tempo de armazenamento foi possível ajustar uma equação de regressão linear altamente significativa ($p < 0,001$), e com coeficiente de determinação (R^2) de 83,40% (Figura 1). Para o acesso CPAC MJ-50-01, a porcentagem de emergência de plântulas, também foi decrescendo ao longo do período de armazenamento das sementes.

Não há trabalhos de emergência de plântulas com essa espécie, mas nas condições em que foi realizado o presente estudo, as sementes do acesso CPAC MJ-50-01, teve uma redução no percentual de emergência de plântulas ao longo do armazenamento de suas sementes. Fazem-se necessários mais estudos, com essa espécie, especialmente em relação ao tipo de embalagem, em que serão acondicionadas as sementes, visto

que, essa pode auxiliar na melhor conservação das sementes, e no estudo, utilizou-se para todos os acessos embalagem de papel, e essa permite troca de umidade com o ambiente, e essa troca pode acelerar a deterioração das sementes.

Para CPAC MJ-58-01 (*P. maliformis*) a interação entre tempo de armazenamento das sementes e uso

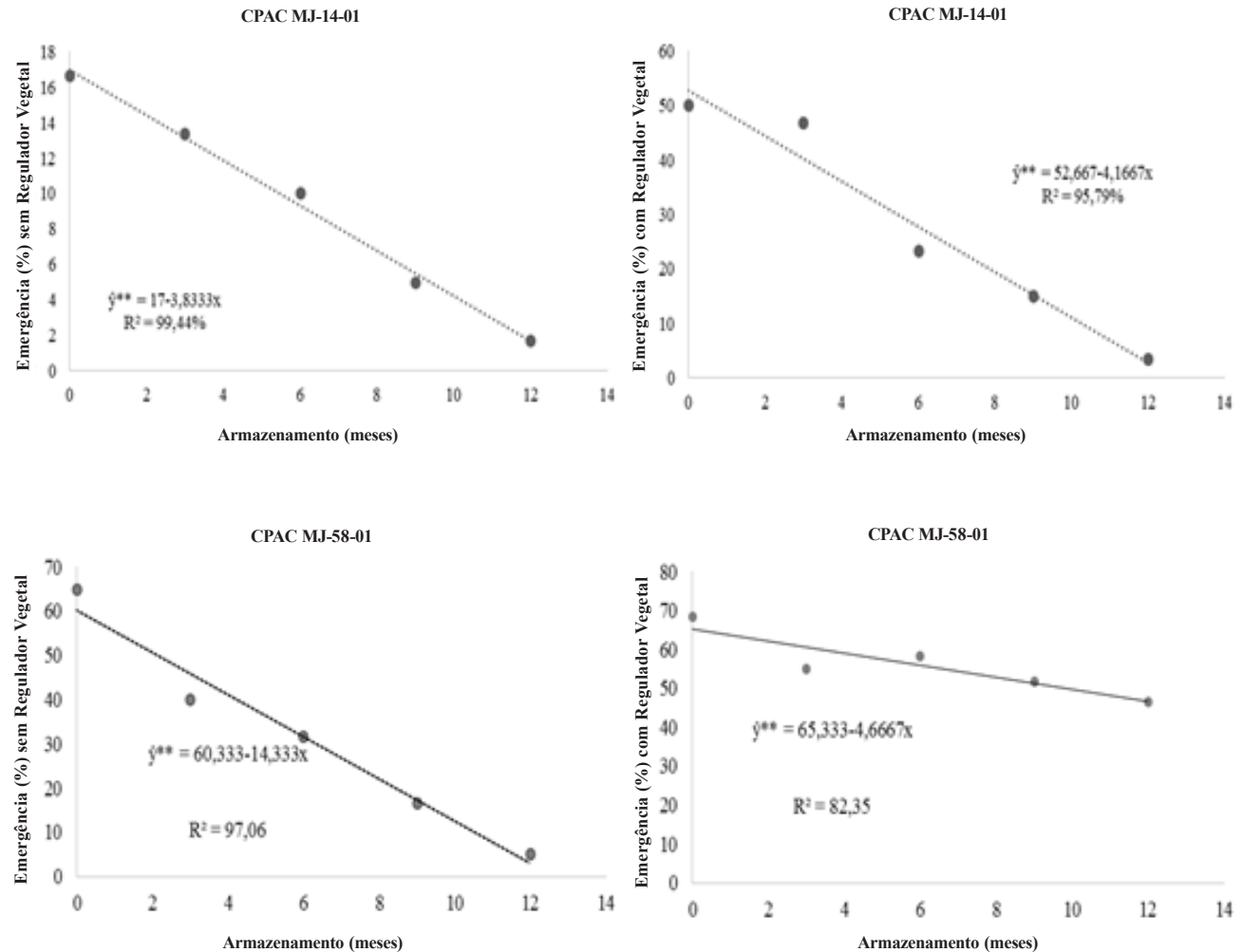


Figura 2. Desdobramento da interação entre as fontes de variação, tempo de armazenamento das sementes e utilização do regulador vegetal GA_{4+7} + N-(fenilmetil)- aminopurina aminopurina (300 ppm) para a variável porcentagem de emergência de plântulas a partir de sementes de *Passiflora caerulea* (CPAC MJ-14-01) e *P. maliformis* (CPAC MJ-58-01).

do regulador vegetal GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina aminopurina foi significativa, indicando que para a porcentagem de emergência de plântulas nessa espécie os fatores agem em conjunto (Tabela 3). Para esse acesso (CPAC MJ-58-01) foi possível ajustar equações de regressão linear altamente significativa ($p < 0,001$) para a fonte de variação tempo de armazenamento das sementes. E com coeficientes de determinação (R^2) explicando 97,06% (sem regulador vegetal) e 82,35% (com uso de regulador vegetal) da variação total dos dados de porcentagem de emergência de plântulas (Figura 2).

A maior porcentagem de emergência de plântulas para o acesso CPAC MJ-58-01 foi apresentada pelas

sementes recém-coletadas, tanto para o tratamento sem a utilização do regulador vegetal, quanto para o tratamento com uso do GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina aminopurina. A porcentagem de emergência de plântulas para esse acesso foi decrescendo ao longo do período de armazenamento das sementes. Com a utilização do regulador vegetal foi observado as maiores porcentagens de emergência de plântulas até os 12 meses de armazenamento das sementes em comparação com as sementes que não foram tratadas com o regulador vegetal.

Esses resultados indicam que para o acesso CPAC MJ-58-01, caso as sementes sejam colocadas para germinar assim que ocorrer a coleta das mesmas, não

há necessidade do uso do regulador, o que pode resultar em redução dos custos para propagação dessa espécie. Porém, se não for possível, e o armazenamento das sementes seja necessário, o uso do GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina é importante para uma promoção no percentual de emergência das sementes armazenadas.

Assim como no presente estudo, Santos et al. (2016) observaram que sementes recém-colhidas de *P. alata*, *P. cincinnata*, *P. edulis*, *P. gibertii* e *P. setacea* apresentam emergência mais elevada e mais rápida, com uso de regulador vegetal.

No CPAC MJ-16-02 (*P. sidifolia*), o tempo de armazenamento e o uso do GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina foram significativos. Porém, não houve efeito significativo para a interação entre essas duas fontes de variação, indicando que os mesmos agem separadamente (Tabela 3). Com a utilização do regulador vegetal, a maior média de porcentagem de emergência foi observada com a utilização do GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina (17,02%), enquanto com o tratamento sem a utilização do regulador vegetal, observou-se uma porcentagem de emergência de plântulas de 13,02%, inferior ao tratamento com GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina (Tabela 4).

Com a fonte de variação tempo de armazenamento das sementes foi possível ajustar a equação de regressão linear altamente significativa ($p < 0,001$) para a variável porcentagem de emergência de plântulas do acesso CPAC MJ-16-02 (Figura 1), e com um coeficiente de determinação (R^2) explicando 85,36% da variação total dos dados. A porcentagem de emergência de plântulas foi decrescendo ao longo do período de armazenamento. Assim como foi observado para os acessos já apresentados neste estudo, as sementes devem ser coletadas e colocadas para germinar o mais rápido possível, pois elas vão perdendo a viabilidade ao longo do período de armazenamento, como foi observado no presente estudo com embalagem de papel.

Para *P. cincinnata* (CPAC MJ-26-03) observa-se na tabela 3, que a fonte de variação, uso do regulador vegetal GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina foi altamente significativa pelo teste F

da análise de variância ($p < 0,001$). Não houve efeito significativo para o tempo de armazenamento e para a interação entre as duas fontes de variação, indicando que os mesmos agem de forma independente. Com a utilização do regulador vegetal o percentual de emergência de plântulas foi de 9,66% diferindo pelo teste F da análise de variância do tratamento sem a utilização do regulador vegetal (2,34%) (Tabela 4). Para *P. cincinnata* não foi possível ajustar equação de regressão, pois, a fonte de variação tempo de armazenamento das sementes não apresentou efeito significativo. Isso ocorreu certamente pelo elevado valor de coeficiente de variação (CV%) que foi observado para a variável porcentagem de emergência dessa espécie. Esse alto CV (63,21%) é decorrente provavelmente da grande variabilidade existente nessa espécie, que neste caso, foi expressado pela porcentagem de emergência de plântulas.

Os valores de porcentagem de emergência das plântulas observados no presente estudo foram superiores aos relatados por Zucareli et al. (2009) de 14,4%. Corroborando os resultados para baixa porcentagem de emergência do *P. cincinnata*, Santos et al. (2016) relataram valores inferiores ao presente estudo (3,67%).

O teste de tetrazólio realizado comprovaram os resultados observados na emergência das sementes armazenadas. As sementes dos acessos de *P. alata*, não apresentaram viabilidade. Os acessos de *P. suberosa* (CPAC MJ-35-02), *P. caerulea* (CPAC MJ-14-01), *P. hatschbachii* (CPAC MJ-50-01), *P. maliformis* (CPAC MJ-58-01), *P. sidifolia* (CPAC MJ-16-02) e *P. cincinnata* apresentaram 20, 5, 24, 29, 9 e 8 % de sementes viáveis, respectivamente. Todos esses valores muito próximos aos valores apresentados por esses acessos no teste emergência ao final de 12 meses de armazenamento.

Conclusão

As sementes de *P. alata* e *P. maliformis* devem ser colocadas para germinar logo após a colheita sem necessidade do regulador vegetal.

P. suberosa pode ser armazenada até seis meses e deve-se utilizar regulador vegetal. *P. caerulea* e *P.*

hatschbachii deve ser armazenada até três meses e usar regulador.

As sementes de *P. sidifolia* devem ser colocadas a germinar logo após a colheita, com uso do regulador.

As sementes de *P. cincinnata* mostraram uma baixa porcentagem de germinação e uma baixa uniformidade no processo germinativo, típico de muitas passifloras.

De modo geral o uso do GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina aminopurina promove um maior percentual de emergência de plântulas.

Literatura Citada

- BASSO, J. P. et al. 2016. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Passiflora edulis* Sims cv. BRS Maracujá Jaboticaba - BRS MJ. In: Encontro de Iniciação Científica da Embrapa Cerrados: Jovens Talentos, 5. Resumos. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2009. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF, Mapa/ACS. 395p.
- CARLESSO, V. O. et al. 2008. Secagem e armazenamento de sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). Revista Brasileira de Sementes 30(2):065-074.
- FALEIRO, F. G. et al. 2015. Potencial de uso das plantas agrícolas nativas e de seus parentes silvestres. In: Veiga, R.F.A.; Queiroz, M. A. (Org.). Recursos fitogenéticos: a base da agricultura sustentável no Brasil. 1ed. Viçosa, MG, UFV. pp.291-298.
- FERRAZ, R. A. et al. 2014. Efeitos de bioestimulante na emergência de plântulas de maracujazeiro 'Roxinho do Kênia. Bioscience Journal 30(6):1787-1792.
- MAGUIRE, J. D. 1962. Seep of germination-aid seedling emergence and vigor. Crop Science 2(1):176-177.
- MAROSTEGA, T. N. et al. 2015. Efeito de tratamento térmico na superação de dormência de sementes de *Passiflora suberosa* L. Bioscience Journal 31(2):445-450.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. 2009. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de açaí. Revista Brasileira de Fruticultura 31(1):231-235.
- MIRANDA, D.; PEREA, M.; MAGNITSKIY, S. 2009. Propagacion de especies *Pasifloraceas*. In: Miranda, D. et al. (eds). Cultivo, poscosecha y comercializacion de las pasifloraceas en Colombia: maracuya, granadilla, gulupa y curuba. Bogota, Sociedad Colombiana de Ciencias Horticolas. pp.69-96.
- OSIPI, E. A. F.; NAKAGAWA, J. 2005. Avaliação da potencialidade fisiológica de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) submetidas ao armazenamento. Revista Brasileira de Fruticultura 27(1):52-54.
- PEREIRA, K. J. C.; DIAS, D. C. F. 2000. Germinação e vigor de sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) submetidas a diferentes métodos de remoção da mucilagem. Revista Brasileira de Sementes 22(1):288-291.
- SANTOS, J. F. et al. 2011. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. Revista Brasileira de Sementes 33(4):743-751.
- SANTOS, C. H. B. et al. 2016. Estádio de maturação de frutos e influência de ácido giberélico na emergência e crescimento de *Passiflora* spp. Revista Ciência Agronômica (Brasil) 47(3):481-490.
- SOUTO, A. G. L. et al. 2017. Effect of temperature on passion fruit emergence and seedling vigor. Journal of Seed Science (Brasil) 39(1):050-057.
- VIANA, C. G. et al. 2016. Germinação de Sementes e Emergência de Plântulas de *Passiflora alata* Curtis cv. BRS Mel do Cerrado. In: Encontro de Iniciação Científica da Embrapa Cerrados: Jovens Talentos, 5. Resumos. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados.

ZUCARELI, V. et al. 2009. Fotoperíodo, Temperatura e Reguladores Vegetais na Germinação de

Sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. Revista Brasileira de Sementes 31(3):106-114.

●

SISTEMA AGROFLORESTAL COM CACAUEIROS E ESSÊNCIAS FLORESTAIS: DESEMPENHO AGRONÔMICO, CLONAGEM E ANÁLISE ECONÔMICA

Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida¹, Fernando Luíz de Oliveira Corrêa², Antônio de Almeida Lima², Amarildo Pinheiro Virgulino¹, Ivan Pires Xavier³

¹CEPLAC/CEPEX-RO, Avenida Governador Jorge Teixeira, nº 86, Bairro Nova Porto Velho, 76.820-096, Porto Velho, Rondônia, Brasil. caio.almeida@agricultura.gov.br. ²CEPLAC/CEPEX-RO/ESEOP, BR 364, km 325, 76.920 - 000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. ³CEPLAC/CEPEX-RO/ELOUP, Rua JK, 347, Centro, 76.920 - 000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil.

Trata-se de estudo de caso para avaliar sistema agroflorestal (SAF) com variedades híbridas de cacaueiros e essências florestais convertido em SAF com variedades clonais, abordando os aspectos agronômicos da implantação e do manejo, a conversão da plantação híbrida em plantação clonal, além da rentabilidade do cultivo. O estudo foi realizado no Sítio Rio Branco, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, em 2,24 hectares de cacaueiros, implantados em 2003. Com os baixos níveis de produtividade obtidos até 2011, inferiores a 400,0 kg ha⁻¹ de amêndoas secas de cacau, foi revelada a necessidade de se fazer uso de fertilização química, por se tratar de solos com baixo teor de fósforo e mediano de potássio. As fertilizações realizadas nos anos seguintes elevaram a produtividade das variedades híbridas para patamar superior a 1.300,0 kg ha⁻¹, em 2014 e 2015. Em paralelo, entre 2012 e 2014, e em 2018, o produtor substituiu, gradativamente, as variedades híbridas pelos clones CCN 51, PH 16, SJ 02, PS 1319, CCN 10 e BN 34, utilizando a enxertia por garfagem de topo em fenda cheia. Em 2018, acrescentou às tecnologias em uso, a irrigação por micro aspersão, quando obteve os maiores níveis de produtividade, atingindo o patamar de 2.057,1 kg ha, em 2019. A análise econômica do período de 2005 a 2019 revelou Taxa Interna de Retorno - TIR de 26%, o que demonstra a viabilidade econômica do sistema de produção. A Renda Bruta Descontada – RDB e o Valor Presente Líquido – VPL tiveram melhor desempenho no ano de 2019, com valores líquidos de: R\$ 47.594,83 e R\$ 15.732,91, respectivamente, coincidente com a maior produtividade obtida. A adoção correta das práticas de manejo agronômico resultou em maior performance produtiva tanto para as variedades híbridas como para as variedades clonais.

Palavras-chave: intercultivo, produtividade, variedades híbridas, variedades clonais, *Theobroma cacao* L.

Agroforestry system with cocoa trees and forest essences: agronomic performance, cloning and economic analysis. This is a case study to evaluate the agroforestry system (SAF) with hybrid varieties of cocoa trees and forest essences converted into SAF with clonal varieties, addressing the agronomic aspects of implantation and management, the conversion of the hybrid plantation to clonal plantation, in addition to cultivation profitability. The study was carried out at Sítio Rio Branco, in Ouro Preto do Oeste, Rondônia, on 2.24 hectares of cocoa trees, implanted in 2003. With the low levels of productivity obtained until 2011, below 400.0 kg ha⁻¹ of almonds cocoa droughts, the need to use chemical fertilization was revealed, as they are soils with low phosphorus and medium potassium. The fertilizations carried out in the following years raised the productivity of hybrid varieties to a level higher than 1,300.0 kg ha⁻¹, in 2014 and 2015. In parallel, between 2012 and 2014, and in 2018, the producer gradually replaced hybrid varieties by clones CCN 51, PH 16, SJ 02, PS 1319, CCN 10 and BN 34, using grafting top forks in full slits. In 2018, it added micro sprinkler irrigation to the technologies in use, when it achieved the highest levels of productivity, reaching the level of 2,057.1 kg ha in 2019. The economic analysis for the period from 2005 to 2019 revealed an Internal Rate of Return - 26% IRR, which demonstrates the economic viability of the production system. Gross Discounted Income - RDB and Net Present Value - NPV performed better in 2019, with net values of: R \$ 47,594.83 and R \$ 15,732.91, respectively, coinciding with the higher productivity obtained. The correct adoption of agronomic management practices resulted in greater productive performance for both hybrid and clonal varieties.

Key words: intercultural, productivity, hybrid varieties, clonal varieties, *Theobroma cacao* L.

Introdução

Sustentabilidade na agricultura é um dos temas atuais de discussão no meio técnico-científico para entender as causas que dificultam a permanência do homem no meio rural, levando-o a migrar para os centros urbanos do país em busca de melhores condições de vida. Conceitualmente, refere-se às ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações (Sustentabilidade, 2020), ou atender a demandas crescentes da sociedade utilizando os recursos naturais finitos de forma inteligente (Lopes e Contini, 2012), ou ainda, à capacidade de os agricultores familiares conservarem ou aumentarem sua qualidade de vida mantendo e garantindo recursos para as próximas gerações (Gomes, 2005). Nas muitas vertentes de abordagem, há destaque para os aspectos técnicos, com ênfase às tecnologias em uso, as questões ambientais e sociais envolvidas, o acesso ao crédito agrícola, o associativismo e o cooperativismo, além da rentabilidade econômico-financeira do empreendimento rural.

A cacauicultura rondoniense, desde sua implantação em bases tecnificadas na década de 1970, defrontou-se com limitações de diversas naturezas para se estabelecer de forma sustentável. Fatores impostos pelos baixos preços do produto no mercado internacional, a carência de mão de obra no meio rural onerando os custos de produção, a virulência da vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), principal enfermidade do cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) na região, entre outros fatores (Almeida, Matos e Destro, 2011), constituíram óbices para o fortalecimento desse polo cacaueteiro, inclusive para a implantação e permanência de indústrias de processamento de amêndoas secas.

Atualmente, o polo rondoniense é constituído de aproximadamente 9,4 mil hectares de cacaueteiros que produzem em torno de 5,3 mil toneladas de amêndoas secas, com rendimento médio de 561 kg ha⁻¹ de amêndoas secas, representando o quarto estado brasileiro produtor desta commodity (IBGE, 2020). Nos últimos anos, a comunidade rural regional tem despertado o interesse pela implantação de variedades clonais, em virtude de informações do elevado desempenho agrônomo desses materiais genéticos

nos estados da Bahia e Espírito Santo (CEPLAC, 2002; Lopes et al., 2004; Pires, Rosa e Macêdo, 2012; CEPLAC, 2014; Lopes et al., 2018; Monteiro et al., s.d.; Pires et al., s.d.).

A utilização de variedades híbridas ou de variedades clonais de cacauete em sistema agroflorestal aliada às práticas de manejo agrônomo recomendadas para o cultivo do cacaueteiro na Amazônia brasileira podem proporcionar aumento na produtividade e, conseqüentemente, aumento na renda do produtor. Este estudo de caso objetiva avaliar um sistema agroflorestal (SAF) com variedades híbridas de cacaueteiros e essências florestais convertido em SAF com variedades clonais, abordando os aspectos agrônomo da implantação e manejo do plantio, da conversão da plantação híbrida em plantação clonal, além da rentabilidade do cultivo agrícola.

Material e Métodos

Este estudo foi realizado em área de intercultivo de cacaueteiros e essências florestais no Sítio Rio Branco, localizado no lote 15, gleba 20 D, linha 20/81, do antigo Projeto Integrado de Colonização Ouro Preto, atual município de Ouro Preto do Oeste (10° 37'30" S; 62° 07'30" W), Rondônia. Na década de 1970, a vegetação natural da floresta equatorial primária dessa área foi derrubada para formação de pastagem, a qual foi explorada até 1983, quando já apresentava sinais de degradação. Nessa ocasião, fez-se uso de duas aplicações de herbicida sistêmico para eliminar as gramíneas componentes da pastagem. No período de 1984 a 1999 a exploração da pastagem foi substituída pelo plantio e exploração de cacaueteiros de variedades híbridas, em face de o produtor rural já ter tradição com esse cultivo e como uma opção econômica. No ano de 2000, em razão da baixa produtividade do cacauete, malformação da maioria das plantas em virtude de poda malfeita e elevada ocorrência da broca-dos-frutos (*Conotrachelus humeripictus*), o plantio de cacaueteiros foi substituído por cafeeiros (*Coffea canephora*), variedade Conilon, que foram explorados apenas até 2002, quando o produtor retornou ao cultivo de cacaueteiros no ano seguinte, objeto deste estudo de caso.

O produtor rural é oriundo do município de Linhares, no estado do Espírito Santo, onde exercia atividades agrícolas com o cultivo de cacaueteiros e espécies

alimentares, como: feijão, milho e mandioca, em propriedade da família. A migração para Rondônia decorreu das facilidades de aquisição de terras férteis, estimulado também pela propaganda oficial para ocupação dos chamados vazios demográficos da Amazônia e por parentes que aqui já se encontravam. Apresenta como escolaridade o 1º grau e residência na propriedade rural desde 1982, ano da sua aquisição.

A região em foco caracteriza-se por apresentar clima tropical quente e úmido, do tipo Aw – Clima Tropical Chuvoso, de acordo com a classificação de Köppen, com média anual da temperatura do ar variando de 24°C a 26°C e um período seco bem definido (junho a agosto), quando ocorre um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm mês⁻¹. A precipitação pluviométrica anual varia de 1400 mm a 2600 mm. A área estudada apresenta topografia plana, e solo classificado como Cambissolo Háplico Eutrófico, conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2006).

A metodologia adotada no estudo consistiu de entrevista e aplicação de questionário com o proprietário e seu filho, complementada com dados disponibilizados pelo escritório de extensão rural de Ouro Preto do Oeste e pelo técnico da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC que presta assistência técnica à propriedade. Tais informações serviram para caracterizar os diferentes aspectos relacionados à implantação, manejo, clonagem dos cacaueiros e sócio economia do sistema agroflorestal.

Na análise econômica, os indicadores utilizados foram: o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Receita Bruta Descontada (RBD), Despesa Bruta Descontada (DBD), além dos indicadores de desempenho: Jornada de Trabalho, Produção, Produtividade e Produtividade Esperada. O VPL, também conhecido como Valor Atual Líquido (VAL) ou método do valor atual, é a fórmula econômico-financeira capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros apropriada, menos o custo do investimento inicial. Além disso, leva em consideração o custo de capital da propriedade rural, na forma da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) ou taxa de desconto, para a qual considerou-se de 2,5% ao ano (a.a.), aplicada atualmente nas operações do Programa Nacional da

Agricultura Familiar (PRONAF Floresta e/ou mais Alimento).

Outro indicador utilizado para melhorar o entendimento do retorno do investimento é a TIR. Ela serve para transformar o produto do cálculo de VPL em valores reais. É uma medida relativa, expressa em percentual, que demonstra o quanto rende um projeto de investimento, considerando a mesma periodicidade de seus fluxos de caixa.

Para o cálculo desses indicadores utilizaram-se as seguintes formulas (Silva, Jacovine e Valverde, 2005):

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n}$$

Em que:

FCt = Fluxo de Caixa no período de tempo

i = Taxa de Juros ou Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

n = Período final a ser analisado

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Em que:

Fn = Fluxo de Caixa no Período de tempo.

$$DBD = \frac{DB}{(1+i)^n}$$

$$RBD = \frac{RB}{(1+i)^n}$$

Em que:

RBD = Receita Bruta Descontada

DBD = Despesa Bruta Descontada

RB = Receita Bruta

DB = Despesa Bruta

Os indicadores RBD e DBD são importantes para a gestão financeira de uma propriedade rural, pois informam sobre o valor necessário para o custeio das atividades previstas no sistema de produção adotado, bem como seu montante num dado horizonte de tempo. Ao se obter o valor total das receitas e das despesas do período em análise, submetido a uma TMA, abrangendo os gastos com jornada de trabalho,

insumos, transporte, impostos e/ou outros, o valor resultante representa o lucro ou a renda líquida gerada pelo sistema de produção adotado.

Muito embora o rigor metodológico adotado nas coletas e análises dos dados desta pesquisa, mas, por se tratar de um estudo de caso de uma única unidade produtiva onde se procura descrever e explicar a conversão de um plantio de variedades híbridas em plantio de variedades clonais de cacau, os resultados apresentados a seguir devem ser vistos com a cautela decorrente ao processo amostral.

Resultados e Discussão

Implantação, manejo das atividades agroflorestais e desempenho agrônômico

Em janeiro de 2003, o produtor rural implantou, com recursos próprios, 2,3 ha de cacaueiros em sistema agroflorestal no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m, em covas de dimensões de 25 cm x 25 cm x 25 cm, utilizando mudas de cacau com quatro meses de idade, formadas a partir de sementes de variedades híbridas produzidas na Estação Experimental Ouro Preto – ESEOP, pertencente à CEPLAC. Em geral, tais variedades híbridas de cacaueiros produzidas e distribuídas em Rondônia são formadas por mescla homogênea de pelo menos oito a dez cruzamentos interclonais.

Anteriormente ao plantio de cacaueiros, em novembro e dezembro de 2002, implantou bananeiras (*Musa* sp.) no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m, para formação do sombreamento provisório. Também, utilizou as entrelinhas do SAF, no primeiro ano, para cultivo de milho, destinado preferencialmente à subsistência da família. A produção da banana foi utilizada como fonte de alimento e renda até o 3º ano do plantio.

O sombreamento definitivo foi formado a partir de componentes da regeneração natural da vegetação, de acordo com a preferência do produtor, e implantação de algumas espécies, conforme a seguir: bandarria (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*), biribazeiro (*Rollinia mucosa*), branquilha (*Sebastiania brasiliensis*), cedro-rosa (*Cedrella odorata*), cerejeira (*Amburana acreana*), freijó (*Cordia* sp.), garrote (*Bagassa guianensis*), imbireira (*Couratari*

stellata), ingazeira (*Inga* sp.), ipê (*Tabebuia* sp.), itaúba (*Mezilaurus itauba*), jenipapeiro (*Genipa caruto*), pitangueira (*Eugenia uniflora*), roxinho (*Tradescantia pallida*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*). Por se tratar de processo de regeneração espontânea da vegetação natural e implantação aleatória de algumas espécies, o espaçamento é irregular entre esses componentes arbóreos.

As informações obtidas evidenciaram que foram utilizados, rotineiramente, os seguintes tratos culturais no manejo do SAF em análise: **i)** roçagem - duas por ano, utilizando biscoal até 2009, e roçadeira motorizada, de 2010 em diante; **ii)** desbrota dos cacaueiros – duas por ano; **iii)** poda fitossanitária – realizada de agosto a outubro para o controle cultural da vassoura-de-bruxa e **iv)** beneficiamento primário do cacau - compreendendo colheita, amontoa e quebra dos frutos, fermentação e secagem das sementes realizadas em lona, por não possuir estrutura convencional de beneficiamento. Ocasionalmente, realizou o controle químico de insetos-praga, sobretudo do monalônio (*Monalonion annulipes*). A presença frequente da broca-dos-frutos ocasionando danos significativos à produção, e a inexistência de controle químico para essa praga levou o produtor a adotar a estratégia de controle cultural, por meio do ajuntamento dos frutos de cacau sobre lonas plásticas para realizar a quebra e a retirada das sementes, e assim, evitar que as larvas se dirijam para o solo, conforme recomendação de Trevisan et al. (2012). Em 2004, replantou aproximadamente 500 cacaueiros utilizando mudas de variedades híbridas.

Em junho de 2007, em razão da baixíssima produtividade dos cacaueiros, pesquisadores e extensionistas da CEPLAC realizaram supervisão técnica para estabelecer um diagnóstico para esse baixo desempenho agrônômico. Na ocasião, observou-se que os poucos frutos de cacau encontrados revelavam, pela sua diversidade fenotípica, a presença de mescla de diversos cruzamentos interclonais, um indicativo do plantio das variedades híbridas distribuídas em Rondônia e da adequada população de polinizadores na área, além de inexistência de quaisquer restrições decorrentes de fator genético, a exemplo de incompatibilidade sexual. Observou-se também boa drenagem da área de plantio e que a maioria dos

cacaueiros e plantas sombreadoras apresentavam sinais de raquitismo (plantas pequenas e finas) e de desnutrição (folhas pequenas, cloróticas, outras estreitas, outras com necrose marginal), o que direcionava para deficiência nutricional (Figura 1). Ademais, muito embora a área em cultivo fosse explorada desde a década de 1970, ou seja, há mais de 30 anos, o produtor rural nunca havia realizado qualquer tipo de reposição nutricional ao solo, decorrente da crença equivocada de dispensa desta prática, por se tratar, a área de cultivo, de solos de média a alta fertilidade natural. Em julho de 2007, logo após essa visita técnica, os resultados das análises químicas do solo revelaram essa assertiva de deficiência nutricional nas plantas (Tabela 1).

Sabe-se que o cacaueiro é uma espécie de elevada exigência nutricional e, em decorrência, se implantado em solos com limitada disponibilidade de minerais, essa condição torna-se em fator limitante da produtividade, se não houver reposição desses minerais. Mesmo estabelecido em solos de média a elevada fertilidade natural, a reposição nutricional deve acontecer, o mais tardar, após o quinto ano de cultivo (Garcia et al., 1985). Dessa forma, a disponibilidade de nutrientes às plantas é fator primordial e o meio mais rápido de se elevar a produtividade do empreendimento agrícola.

Em novembro e dezembro de 2008 e de 2009, o produtor rural, a título de convencimento próprio, adubou 500 cacaueiros, utilizando 300 g planta⁻¹ do composto NPK (20-5-20), em duas aplicações, em intervalo de 40 dias, em virtude da disponibilidade desta formulação no mercado rondoniense para a cultura do café. Também, em dezembro de 2009, por iniciativa própria e sem o devido respaldo de diagnose foliar, aplicou adubo foliar em toda a área, fazendo uso do fertilizante organomineral Mol Top® (carbono orgânico total: 10%, nitrogênio: 11%, potássio: 1% e ácido fosforoso: 6%), tendo como matéria-prima: ureia, cloreto de potássio, ácido fosforoso, resíduo orgânico agroindustrial de origem vegetal e água. Por questão de comodidade e por desconhecer a importância do uso do fertilizante apropriado, o produtor não se dispôs a preparar a formulação de NPK recomendada para sua plantação de cacau. Mesmo assim, essas adubações se refletiram, positivamente, na produtividade do cacau, no período de 2009 a 2011, cuja média se elevou para 387,3 kg ha⁻¹ de amêndoas

secas de cacau, um aumento significativo em relação ao ano de 2008 (180,4 kg ha⁻¹), muito embora ainda 3 vezes abaixo das expectativas para a cultura, ou seja, de 1.200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (Tabela 1).

Apesar desse incremento produtivo, constatou-se a utilização de formulação desequilibrada para o cacaueiro, em razão da desproporcionalidade entre as quantidades de nutrientes aplicadas. Os resultados das análises químicas de solos (Tabela 1) revelaram que o ideal seria a utilização de 60-90-30 kg ha⁻¹ dos nutrientes N - P₂O₅ - K₂O, respectivamente (Chepote et al., 2012). Levando-se em conta a formulação e dosagem aplicada verifica-se que as aplicações de N - P₂O₅ - K₂O equivaleram, respectivamente, a 107%, 18% e 213% da formulação apropriada (60-90-30 kg ha⁻¹). Portanto, verificou-se o desequilíbrio entre as quantidades de nutrientes aplicadas.

Em setembro de 2011, diante da baixa resposta à aplicação de fertilizantes (Tabela 2), foram adotadas as seguintes providências: **i)** coletas de amostras de solo para novas análises químicas; **ii)** sondagem da profundidade do solo para averiguar existência de impedimento físico; **iii)** determinação do tamanho real do plantio e **iv)** levantamento dos estandes de cacaueiros e de plantas do sombreamento. Os resultados das novas análises químicas do solo corroboraram a necessidade de reposição nutricional (Tabela 2), utilizando a formulação 60-90-30 kg ha⁻¹ dos nutrientes N - P₂O₅ - K₂O, respectivamente, por se tratar de solos com baixo teor de fósforo e mediano de potássio. A acidez do solo, próxima da neutralidade, não justificou a prática de calagem. Na sondagem da profundidade do solo, por meio de 20 perfurações, evidenciou-se a inexistência de qualquer impedimento físico e/ou mecânico até 1,20 m de profundidade, situação favorável, portanto, ao pleno crescimento do sistema radicular das plantas instaladas, o que deve possibilitar o suprimento das necessidades em nutrientes e água, além da exploração das camadas inferiores do solo.

Confirmou-se que a área cultivada apresenta 2,24 ha, com população de 2.174 cacaueiros, o que caracteriza estande incompleto e a necessidade de replantio de 314 plantas, ou seja, de 12,6% de falhas no estande. O sombreamento definitivo compunha-se de 230 plantas, com predominância de bandarria (84,8%), fato esperado por ser a espécie pioneira mais



Figura 1 - Cacaueiros com sinais de raquitismo e sintomas de deficiência mineral no Sítio Rio Branco, Ouro Preto do Oeste, Rondônia.

Tabela 1 – Resultados das análises químicas do solo de 2,24 ha de intercultivo de cacaueiros e essências florestais no Sítio Rio Branco, Ouro Preto do Oeste, Rondônia

Profundidade da amostra de solo (cm)	pH em água	P mg/dm ³	K	Ca	Mg	H + Al	Al	V	Data
					mmol/dm ³			%	
0 - 20	6,10	2,0	1,72	53,4	3,3	31,4	0,0	65,0	07/2007
20 - 40	6,10	1,0	1,69	31,0	2,0	28,1	0,0	55,0	07/2007
0 - 20	6,05	1,3	1,20			24,6	0,05	49,0	09/2011

Tabela 2 - Resultados econômicos da atividade cacauieira no Sítio Rio Branco, município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia

Ano	Idade (em anos)	Jornada h/d	Produção (kg)*	Produtividade h/d	Produtividade esperada (kg/ha**)	Receita Bruta	Receita Bruta Descontada	Despesa Bruta	Despesa Bruta Descontada	TIR***	VPL****	Varição absoluta VPL	Receita Marginal Descontada	Custo Marginal Descontado
2005	2	44	170,0	75,9	200,0	R\$ 685,10	R\$ 652,09	R\$ 1.274,66	R\$ 1.213,24		-R\$ 561,15	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2006	3	39	202,0	90,2	400,0	R\$ 529,24	R\$ 491,45	R\$ 704,48	R\$ 654,18		-R\$ 162,73	R\$ 398,42	-R\$ 160,64	-R\$ 559,06
2007	4	43	306,0	136,6	800,0	R\$ 1.015,92	R\$ 920,37	R\$ 986,82	R\$ 894,01		R\$ 26,36	R\$ 189,09	R\$ 428,92	R\$ 239,83
2008	5	40	404,0	180,4	1.200,0	R\$ 4.767,50	R\$ 4.213,78	R\$ 1.450,64	R\$ 1.282,15		R\$ 2.931,62	R\$ 2.905,26	R\$ 3.293,40	R\$ 388,14
2009	6	42	819,0	365,6	1.200,0	R\$ 4.086,50	R\$ 3.523,78	R\$ 3.245,00	R\$ 2.798,15		R\$ 725,62	-R\$ 2.206,00	-R\$ 690,00	R\$ 1.516,00
2010	7	42	806,0	359,8	1.200,0	R\$ 4.630,00	R\$ 3.895,06	R\$ 1.648,14	R\$ 1.386,52		R\$ 2.508,54	R\$ 1.782,91	R\$ 371,28	-R\$ 1.411,63
2011	8	46	978,0	436,6	1.200,0	R\$ 4.066,70	R\$ 3.337,73	R\$ 4.826,62	R\$ 3.961,43		-R\$ 630,70	-R\$ 3.132,24	-R\$ 557,33	R\$ 2.574,91
2012	9	66	2.005,0	895,1	1.200,0	R\$ 3.598,10	R\$ 2.881,10	R\$ 3.936,02	R\$ 3.151,68		-R\$ 270,58	R\$ 353,12	-R\$ 456,63	-R\$ 809,75
2013	10	70	2.310,0	1.031,2	1.200,0	R\$ 9.233,10	R\$ 7.212,88	R\$ 4.451,96	R\$ 3.477,86		R\$ 3.735,02	R\$ 4.005,60	R\$ 4.331,78	R\$ 326,18
2014	11	68	3.255,5	1.453,3	1.200,0	R\$ 19.883,22	R\$ 15.153,89	R\$ 5.713,08	R\$ 4.354,19		R\$ 10.799,70	R\$ 7.064,68	R\$ 7.941,01	R\$ 876,33
2015	12	51	2.967,5	1.324,8	1.200,0	R\$ 24.064,80	R\$ 17.893,52	R\$ 5.020,63	R\$ 3.733,12		R\$ 14.160,40	R\$ 3.360,71	R\$ 2.739,63	-R\$ 621,08
2016	13	45	802,0	358,0	1.200,0	R\$ 8.023,95	R\$ 5.820,74	R\$ 5.630,90	R\$ 4.084,77		R\$ 1.735,97	-R\$ 12.424,44	-R\$ 12.072,79	R\$ 351,65
2017	14	55	1.825,0	815,0	1.200,0	R\$ 11.489,50	R\$ 8.131,43	R\$ 5.358,53	R\$ 3.792,38		R\$ 4.339,05	R\$ 2.603,09	R\$ 2.310,69	-R\$ 292,39
2018	15	75	3.318,6	1.481,5	1.200,0	R\$ 33.293,45	R\$ 22.987,98	R\$ 31.470,29	R\$ 21.729,15		R\$ 1.258,83	-R\$ 3.080,23	R\$ 17.167,24	R\$ 17.644,38
2019	16	156	4.608,0	2.057,1	1.200,0	R\$ 47.594,83	R\$ 32.061,06	R\$ 24.239,23	R\$ 16.328,15		R\$ 15.732,91	R\$ 14.474,09	R\$ 23.929,63	R\$ 12.535,77
TOTAL		882	24.777	737,4	1.053,3	R\$ 176.961,91	R\$ 129.176,87	R\$ 99.957,00	R\$ 72.841,00	26%			R\$ 48.576,22	R\$ 32.759,29

(*) Área: 2,24; (**) MAPA, 2015; (***) 65% da TIR em reinvestimento; (****) Taxa de desconto = 2,5 % a.a. Fonte: CEPLAC/SUROM/CEPEX (2019).

bem adaptada àquelas condições ecológicas, conforme constatação de Almeida et al. (2009). Essa população de plantas sombreadoras significa uma densidade média de 102 componentes arbóreos ha⁻¹, mais de três vezes a densidade recomendada para o sombreamento definitivo visando possibilitar de 50% a 60% de incidência solar, faixa de insolação considerada apropriada para cacaueiros adultos (Gramacho et al., 1992). Segundo Matos (2013), o espaçamento para o sombreamento definitivo varia em função do diâmetro da copa, sendo utilizados comumente os espaçamentos de 18,0 m x 18,0 m, 21,0 m x 21,0 m e 24,0 m x 24,0 m, o que corresponde, respectivamente, a 30, 23 e 18 plantas por hectare. Na época, a elevada densidade arbórea não promoveu excesso de sombreamento aos cacaueiros em razão do pouco desenvolvimento das plantas, possivelmente em decorrência de deficiência mineral, aliada à imaturidade fisiológica das mesmas. Mesmo assim, para evitar futura competição no agrossistema, procedeu-se redução desse estande para 43 plantas ha⁻¹, por meio de anelamento do tronco (remoção da casca) e aplicação de arboricida, sobretudo da bandarra, planta notável pela rapidez de crescimento e por atingir grande porte, porém com galhos frágeis que se quebram facilmente em ocasião de ventanias, fator depreciativo para um componente de sombreamento definitivo. Privilegiou-se a permanência na área de cultivo de componentes arbóreos com boa arquitetura de copa e melhor distribuição espacial.

Em novembro de 2011, no início do inverno amazônico, aplicou-se a primeira dosagem de nutrientes nas quantidades de 60 kg de N, 90 kg de P₂O₅ e 30 kg de K₂O ha⁻¹ aplicadas em 1.071 cacaueiros. Para tanto, foram aplicados: 65 kg de ureia, 220 kg de superfosfato triplo e 25 kg de cloreto de potássio; sendo que o nitrogênio e o potássio foram aplicados em duas dosagens, no início (novembro) e final do período chuvoso (maio) e o fósforo aplicado de uma única vez, em novembro de 2011. Em ambas as aplicações, removeu-se o folheto do solo para acelerar a incorporação dos nutrientes e reduzir perdas, retornando o mesmo logo após essa prática. Nos anos de 2012 a 2013, no início e final do período de chuvas, essas adubações foram repetidas, com os mesmos fertilizantes e quantidades anteriores, entretanto direcionadas para os outros 1.071 cacaueiros, que serviram de testemunha na primeira etapa da

adubação. A partir do ano 2014, excetuando 2017, o produtor passou a adubar toda a lavoura, utilizando as quantidades recomendadas. Porém, em 2019, por iniciativa própria, aumentou a quantidade de adubo por planta para 430,0 g de NPK, sendo 200,0 g aplicados na primeira etapa da adubação (novembro) e o restante em fevereiro de 2020.

O patamar de produtividade dos anos de 2014 e 2015, superior a 1.300 kg ha⁻¹, reflete tanto o elevado potencial genético da variedade híbrida explorada, como a eficácia da prática da fertilização química para atingir níveis superiores a 80 @ ha⁻¹ ou a 1.200 kg ha⁻¹, conforme recomendação de Chépote et al. (2012). Observa-se também que esse patamar de produtividade foi obtido com o estande cacaueiro incompleto (12,6% de falhas), o que indica, indiretamente, a possibilidade de alcance de níveis de produtividade mais elevados, no tempo de maturidade fisiológico apropriado, se o produtor fizer o replantio do cacau e se utilizar o manejo apropriado para tal. A não realização de adubação química em 2017, necessária para o bom desempenho produtivo do cacau, se refletiu no decréscimo da produtividade em 2017 (Tabela 2), acrescido também da interferência do processo de clonagem para substituição dos cacaueiros híbridos.

O produtor rural destacou perdas de produção de cacau causadas pela broca-dos-frutos de 5%, em 2014, e de 20%, em 2015. A partir destes anos, não ocorreram perdas expressivas de frutos decorrentes do ataque da broca, muito provavelmente resultante do efeito do controle cultural adotado, conforme já descrito (Trevisan et al., 2012), aliado à redução do sombreamento definitivo. Registraram-se outras perdas na produção em anos anteriores em decorrência da incidência de vassoura-de-bruxa estimadas entre 1% e 2%, e aquelas atribuídas à primatas (macacos), roedores (pacas) e aves (pica-pau), totalizando de 4% a 5% da produção.

Clonagem do cacau de variedades híbridas

O elevado desempenho produtivo de cacauais de variedades clonais da Bahia e do Espírito Santo, com registros de produtividade superiores a 1.500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de amêndoas secas de cacau e até patamares mais elevados, quando sob irrigação (CEPLAC, 2002;

Lopes et al., 2004; Pires, Rosa e Macêdo, 2012; CEPLAC, 2014; Monteiro et al., s.d.; Pires et al., s.d.), estimulou o produtor a substituir sua lavoura de cacaueiros de variedades híbridas por variedades clonais. Para tanto, a partir da poda fitossanitária realizada de agosto a outubro de 2012 para o controle da vassoura-de-bruxa, suspendeu a prática de desbrota dos cacaueiros para preservar os ramos ortotrópicos emitidos na base do tronco, visando à substituição da copa.

Em novembro de 2012, o agricultor realizou a enxertia dos brotos basais de parte dos cacaueiros, através da garfagem de topo em fenda cheia, utilizando materiais (garfos) importados do estado do Espírito Santo dos clones: CCN 51, PH 16, SJ 02, PS 1319, CCN 10 e BN 34, com predominância dos dois primeiros. Adotaram-se os seguintes procedimentos básicos, conforme orientações técnicas da CEPLAC: i) uso de até três brotos basais por planta entre os mais próximos ao solo e com melhor disposição no tronco, eliminando-se os excedentes; ii) uso de garfos com 15 a 20 cm de comprimento contendo de três a quatro gemas; iii) uso de amarrilho ou barbante para facilitar a aderência do garfo ao porta-enxerto; iv) uso de saco plástico transparente para proteger o enxerto de intempéries e criar câmara úmida com condições microclimáticas favoráveis e v) realização da enxertia no campo nos horários de 7,0 horas às 10,0 horas, e de 16 horas às 17,30 horas, evitando-se, contudo, os dias chuvosos ou de instabilidade pluviométrica. Entre 20 e 30 dias após a enxertia, quando os garfos apresentavam brotação com um par de folhas novas, com cerca de 5 cm, removeu-se a câmara úmida e, 20 dias depois, o amarrilho.

Esse processo de enxertia dos cacaueiros híbridos por variedades clonais foi realizado, gradativamente, conforme a seguir: i) novembro e dezembro de 2012 – 350 plantas; ii) janeiro a junho de 2013 – 420 plantas; iii) janeiro a junho de 2014 – 720 plantas; iv) janeiro a junho de 2016 – 110 plantas; v) janeiro a junho de 2018 – 200 plantas, totalizando 1.800 cacaueiros enxertados, ou seja, uma densidade populacional de 804 plantas ha⁻¹. O não replantio das falhas e o não pagamento de alguns enxertos, com morte de porta-enxertos, impediram a formação da densidade populacional esperada de 1.111 cacaueiros ha⁻¹. Os materiais genéticos usados na enxertia em 2012 e 2013 foram

oriundos de lavouras do estado do Espírito Santo, acondicionados em caixas de isopor e transportados por via aérea. A partir de 2014, o produtor utilizou garfos produzidos na própria área, nas plantas enxertadas em 2012.

A adoção da estratégia de enxertia do estande cacaueiro de forma paulatina, conforme descrito anteriormente, não impediu que houvesse o decréscimo de produção registrado em 2016 e 2017, coincidente também com a não aplicação de fertilizantes químicos em 2017. As elevadas produtividades de 1.481,5 kg ha⁻¹ e de 2.057,1 kg ha⁻¹ de amêndoas secas de cacau, obtidas em 2018 e 2019, respectivamente, revelam a interação positiva do potencial produtivo das variedades clonais, com a adoção às tecnologias recomendadas, em especial a adubação química e o suprimento controlado de água. O agricultor passou a adotar a prática de irrigação a partir de julho de 2018, quando instalou sistema por micro aspersão, com espaçamento de 12 m x 12 m entre os aspersores, o que permitiu disponibilizar às plantas cerca de 28,0 litros de água por turno de rega, em intervalo de 7 dias, nos meses de julho e agosto, período de maior déficit hídrico na região. Em 2019, o suprimento de água foi estendido para os meses de julho a outubro, com turno de rega de três vezes por semana. Entretanto, este fornecimento de água aos cacaueiros está abaixo da necessidade da cultura, pois de acordo com as pesquisas de Leite (2013), ao avaliar cacaueiros com quatro anos de idade, em consórcio com bananeira e pau-brasil, sob gotejamento, o consumo hídrico médio foi de 31,5 litros de água planta⁻¹ dia⁻¹. Também, Souza et al. (2016) citam que o consumo de água do cacaueiro adulto está em torno de 50 litros por dia.

A retirada constante de material genético para enxertia, visando o processo de substituição dos cacaueiros híbridos, nos anos de 2014 e 2015, seguramente contribuiu para a baixa frutificação das plantas enxertadas em 2012 e 2013. Assim, toda produção obtida na área em foco, até 2015, foi atribuída ao desempenho das variedades híbridas, enquanto a produção a partir de 2016 deveu-se, exclusivamente, às variedades clonais. Em outubro de 2018, visando complementar o estande da lavoura cacaueira, o produtor rural recebeu 330 mudas das variedades clonais CEPEC 2002, PH 19, CP 49, SJ 02, PS 1319, Ipiranga 1 e BN 34, produzidas na ESEOP.

Análise socioeconômica da atividade cacaueira

Para análise econômica da atividade cacaueira do Sítio Rio Branco foram computadas as despesas realizadas no período de 2005 a 2019, com mão-de-obra para o manejo agrônomo, aquisição de insumos agrícolas (fertilizantes, inseticidas, fungicidas, arboricida, ferramentas e combustível) e de equipamentos (roçadeira e pulverizador), além do transporte das amêndoas secas, despesas essas atualizadas, adotando-se uma taxa de juros de 2,5% ao ano (a.a.), conforme já mencionado.

Para cálculo da mão de obra empregada, adotaram-se os coeficientes técnicos constantes em BRASIL, 2015, ajustados após entrevista com o proprietário, em face das peculiaridades do empreendimento. Por exemplo, o cacau em foco, por se localizar isolado de outras plantações de cacau daquela região, apresenta baixíssimo nível de infecção pelo patógeno *M. pernicioso*. Em decorrência, os gastos com mão de obra para a poda fitossanitária foram reduzidos praticamente pela metade ao preconizado no sistema de produção (BRASIL, 2015).

A Tabela 2, reúne os valores obtidos na análise econômica, os quais retratam o desempenho do manejo agrônomo no período em análise, que refletiu uma TIR de 26%. Segundo Silva, Jacovine e Valverde (2005) valores de TIR entre 20% e 40% demonstram a viabilidade econômica do sistema de produção. Considerando todo o período para o cálculo da TIR, em torno de 65% acumulado, e os VPL de cada ano, pressupõe-se que o produtor rural destinou sua renda líquida em investimentos tanto na atividade cacaueira, como em outras atividades econômicas, pois sua propriedade é diversificada.

Os patamares de produtividade obtidos pelo produtor rural superiores aos esperados no sistema de produção para a região (Reis e Silva Neto, 2013), em especial nos intervalos dos anos de 2014/2015 e 2018/2019, retratam que a adoção correta das práticas de manejo resultou em maior performance produtiva tanto para as variedades híbridas como para as variedades clonais.

Nos anos em que o VPL foi negativo, o que indica que o investimento não foi rentável, a propriedade se manteve em função dos resultados dos anos anteriores

e seguintes. Isso fica mais claro quando se observa a relação entre RBD, DBD e VPL melhor retratado na Figura 2, que expressa o desempenho do SAF quanto ao uso da tecnologia preconizada. Observa-se que o RBD teve seu melhor desempenho no ano de 2019, da mesma forma que o VPL, com valores líquidos de: R\$ 47.594,83 e R\$ 15.732,91, respectivamente, compensando a DBD de: R\$ 24.239,23, performance resultante da maturidade produtiva da maioria das plantas clonais em cultivo e do uso correto da tecnologia.

Nos anos anteriores ocorreram oscilações, com discrepâncias da renda em alguns anos, o que indiretamente indica que o manejo agrônomo da atividade cacaueteira não foi mantido de forma regular. Dessa forma, presume-se que o produtor rural estava se adequando ao uso de novas práticas de manejo em virtude da utilização de novos materiais genéticos, que têm demonstrado boa adaptação às condições ecológicas regionais.

As diversas oscilações e discrepâncias dos valores de VPL ocorridos no período em análise poderiam impactar o desempenho da atividade cacaueteira, caso o mercado de cacau estivesse em baixa nas Bolsas de Mercadoria e Futuro (BM&F), pois trata-se de uma *commodity* agrícola que sofre os reflexos da Lei de Oferta e Procura, ocasionados pelos estoques de mercadoria, pelos agentes econômicos e/ou pelos efeitos sazonais.

Com esses resultados, registra-se a melhoria e/ou avanço do desempenho da atividade cacaueteira, em especial no ano de 2019, avanço esse que pode promover maior bem-estar social por meio da empregabilidade da mão de obra familiar, maior geração de rendas e melhorias nos serviços ambientais.

Conclusão

- A adoção correta das práticas de manejo agrônomo resulta em maior produtividade tanto para as variedades híbridas como para as variedades clonais.

- A análise econômica do período avaliado revela Taxa Interna de Retorno (TIR) de 26%, o que demonstra a viabilidade econômica do sistema de produção.

- A Renda Bruta Descontada – RDB e o Valor Presente Líquido – VPL tiveram melhor desempenho no ano de 2019, com valores líquidos de: R\$ 47.594,83 e R\$ 15.732,91, respectivamente, coincidente com a maior produtividade obtida.

Agradecimentos

Ao produtor rural Armando de Jesus, pelas informações prestadas e por disponibilizar a área para realização desta pesquisa.

Desempenho Econômico da Atividade Cacaueteira

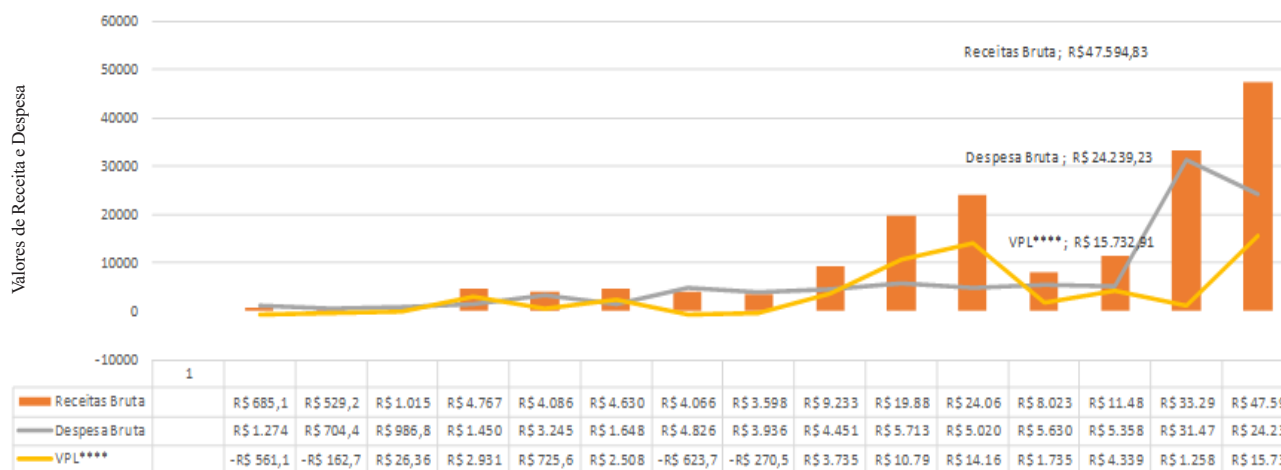


Figura 2 - Desempenho econômico da atividade cacaueteira no Sítio Rio Branco, município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia.

Literatura Citada

- ALMEIDA, C. M. V. C. de et al. 2009. Diversidade de espécies arbóreas e potencial madeireiro em sistemas agrossilviculturais com cacaueiro em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 21(1):73-82.
- ALMEIDA, C. M. V. C. de; MATOS, P. G. G. de; DESTRO, W. 2011. Contribuições da CEPLAC para o processo de colonização de Rondônia: 40 anos de história e perspectiva. Porto Velho, RO, CEPLAC. 122p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2015. Implantação do cacaueiro em sistemas agroflorestais. MAPA/CEPLAC. Brasília, DF, Mapa/ACS. 76p.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA - CEPLAC. 2002. Novas variedades clonais resistentes à vassoura-de-bruxa: recomendação varietal. Itabuna, CEPLAC/CEPEC/SEMEQ.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA - CEPLAC. 2014. Indicação de variedades clonais de cacaueiros. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Comunicado CEPLAC/CEPEC Nº2/2014.
- CHEPOTE, R. E. et al. 2012. Aptidão agrícola e fertilidade de solos para a cultura do cacaueiro. In: Valle, R. R. M. Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro. pp.67-113.
- GARCIA, J. de J. da S. et al. 1985. Sistema de produção do cacaueiro na Amazônia brasileira. Belém, PA, CEPLAC/DEPEA. 118p.
- GOMES, I. 2005. Sustentabilidade social e ambiental na agricultura familiar. *Revista de Biologia e Ciências da Terra (Brasil)* 5(1).
- GRAMACHO, I. C. P. et al. 1992. Cultivo e beneficiamento de cacau na Bahia. Ilhéus, BA, CEPLAC.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2020. Levantamento sistemático da produção agrícola. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Março de 2020.
- LEITE, M. S. B. 2013. Consumo hídrico do cacaueiro jovem irrigado por gotejamento em consórcio com bananeira e pau-brasil. Dissertação Mestrado. Ilhéus, BA, UESC. 68p.
- LOPES, M. A.; CONTINI, E. 2012. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. *Especial Embrapa. Agroanalysis*. pp.27-34.
- LOPES, U. V. et al. 2004. On farm selection for witches' broom resistance in Bahia, Brazil – a historical retrospective. *Agrotrópica (Brasil)* 16(3):61-66.
- LOPES, U. V. et al. 2018. Recomendação clonal de cacaueiros 2018 – Cepec 2176 e Cepec 2204. Itabuna, BA, MAPA/CEPLAC.
- MATOS, P. G. G. de. 2013. Plantio dos sombreamentos provisórios e definitivo. In: Silva Neto, P. J. da. et al. Manual técnico do cacaueiro para Amazônia brasileira. Belém, PA, CEPLAC/SUEPA. pp.39-41.
- MONTEIRO, W. R. et al. s.d. Recomendação de variedades clonais com base em dados dos ensaios multilocais. Itabuna, BA, CEPLAC/CEPEC.
- PIRES, J. L.; ROSA, E. S.; MACÊDO, M. M. 2012. Avaliação de clones de cacaueiro na Bahia, Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 24(2):79-84.
- PIRES, J. L. et al. s. d. Indicação de variedades de cacau para cultivo comercial – Rede de avaliação de clones em larga escala. Itabuna, BA, CEPLAC/CEPEC.
- REIS, S. M. dos; SILVA NETO, P. J. 2013. Índices de produtividade. In: Silva Neto, P. J. da. et al. Manual técnico do cacaueiro para Amazônia brasileira. Belém, PA, CEPLAC/SUEPA. pp.199-200.
- SANTOS, H. G. dos et al. (eds.). 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ed. Rio de Janeiro, RJ, Embrapa Solos. 306p.
- SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. 2005. Economia Florestal. 2 ed. Viçosa, MG, UFV. 178p.
- SOUZA, C. A. S.; AGUILAR, M. A.; DIAS, L. A. dos S.; SIQUEIRA, P. R. 2016. Relações hídricas e irrigação. Cacau do plantio à colheita. pp.178-199.

- SUSTENTABILIDADE, 2020. Sustentabilidade na Agricultura: como a agricultura sustentável pode ajudar o mundo. Tecnologia no Campo. Disponível em: <https://tecnologianocampo.com.br/sustentabilidade-na-agricultura/> Acesso em: 15 out. 2020.
- TREVISAN, O. et al. 2012. Manejo integrado das pragas do cacaueteiro da região Amazônica. In: Valle, R. R. M. Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueteiro. pp.161-185.
-

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA CULTURA DO CACAUEIRO I: OCORRÊNCIA E DIVERSIDADE EM SISTEMAS CACAU-CABRUCÁ

Maria Aparecida N. Santos¹, Carla S. Sousa², Eduardo Gross³, Leoberto J. X. Oliveira Filho³, Thâmara M. Lima³, Bruno T. Goto⁴

¹Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Rua G, 99A, Vereador Acácio Almeida, Itajuípe, Ba, Brasil. aparecida.santos13@bol.com.br. ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-Campus Alagoinhas. Rua Manoel Romão, 150, Alagoinhas Velha - Alagoinhas, Ba, Brasil. cssagro@yahoo.com.br. ³Universidade Estadual de Santa Cruz-Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Bairro Salobrinho, Ilhéus, Ba, Brasil. egross@uesc.br; lleo.agro@gmail.com; thamaralima6@gmail.com. ⁴Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa nova, Natal, RN, Brasil. brunogoto@hotmail.com.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em plantios de cacau-cabruca localizados na região do Sul da Bahia. Inicialmente, foram realizadas coletas de amostras de solo e raízes de plantas de cacau, em dois períodos climáticos (seco e chuvoso), em seis áreas de cacau-cabruca. Nas amostras, foram realizadas: avaliação da densidade de esporos, caracterização química do solo, identificação taxonômica das espécies e avaliação da taxa de colonização micorrízica das raízes. Com exceção da área 1, que apresentou maior densidade de esporos no período chuvoso, a maior densidade de esporos foi registrada nas amostras de solo coletadas no período seco. Não houve interferência do período de coleta sobre a taxa de colonização das raízes das plantas de cacau. Foram identificadas um total de 26 espécies de fungos micorrízicos arbusculares, sendo registrada maior riqueza de espécies nas áreas 2 (11 espécies), com predominância dos gêneros *Glomus* e *Acaulospora*. Houve correlação positiva significativa entre taxa de colonização das raízes e os teores de Mg e pH do solo.

Palavras-chave: micorrização, *Theobroma cacao* L., identificação taxonômica.

Arbuscular mycorrhizal fungi in the cacao-cabruca culture: Occurrence and diversity in cocoa-cabruca systems. The present study aimed to evaluate the occurrence and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMFs) in cocoa-cabruca plantations located in the southern region of Bahia. Initially, samples were collected from soil and roots of cacao plants, in two climatic periods (dry and rainy), in six areas of cacao-cabruca. In the samples, were carried out: evaluation of spore density, chemical characterization of the soil, taxonomic identification of the species and evaluation of the rate of mycorrhizal colonization of the roots. With the exception of area 1, which showed the highest spore density in the rainy season, the highest spore density was recorded in soil samples collected in the dry period. There was no interference from the collection period on the rate of colonization of the roots of cocoa plants. A total of 26 species of arbuscular mycorrhizal fungi were identified, with greater species richness recorded in areas 2 (11 species), with predominance of the genera *Glomus* and *Acaulospora*. There was a significant positive correlation between root colonization rate and soil Mg and pH levels.

Key words: Mycorrhization, *Theobroma cacao* L., taxonomic identification.

Introdução

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.), pertencente à família Malvaceae, é uma planta perenifolia, originária da América do Sul. Considerada uma das culturas de grande importância econômica, o cacau é mundialmente comercializado, sobretudo, pelo valor de suas sementes, matéria prima na fabricação de chocolate e na utilização da manteiga para fabricação de fármacos e cosméticos (Vásquez et al., 2019).

O cultivo do cacau na região Sul da Bahia é realizado tradicionalmente sob o sistema sombreado (cabruca), esta forma de plantio tem sido importante para conservação da comunidade animal e vegetal da Mata Atlântica na região (Vanhove, Vanhoudt & Van Damme, 2016; Toledo-Hernández, Wanger & Tscharnke, 2017). Entretanto, houve redução nos preços do produto no mercado externo, resultante da grande crise cacauieira proveniente da devastação das lavouras causada pela “vassoura de bruxa”, uma das principais doenças que acomete o cacauieiro, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora (Benjamin et al., 2016).

Estudos revelam que a comunidade microbiana do solo através de seus processos biológicos desempenha papel fundamental na manutenção de diversos agroecossistemas e ecossistemas naturais (Prado et al., 2019). Dentre os participantes desses processos, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) ganham destaque, por estabelecerem simbiose mutualística com a maioria das plantas (Dodd, 2000).

A diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares presente em ecossistemas naturais e agroecossistemas desempenha funções importantes na estruturação e manutenção da microbiota dos solos, mantém a produtividade da comunidade vegetal, além de atuar na estruturação e estabilidade dos agregados do solo (Wang, 2017; Yang et al., 2016; Prado et al., 2019). A simbiose entre FMAs e as plantas hospedeiras oferece grandes benefícios para estas, pois promove a ampliação da área de absorção de água e nutrientes pelas hifas, proporcionando melhor desenvolvimento e produtividade de diversas culturas (Li et al., 2019; Aggangan, Cortes & Reaño, 2019; Frew, 2019; Thioub et al., 2019), sendo o cacauieiro uma das espécies beneficiadas por esta associação.

Diante do exposto, o presente trabalho propôs realizar um levantamento da ocorrência e diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares em cacauieiros cultivados sob sistema cabruca, visando conhecer sobre a simbiose entre estes fungos e a cultura e permitir, a partir de novos estudos utilizar esses microrganismos como tecnologia para promover maiores rendimentos na produção cacauieira, e proporcionar melhor custo benefício nos sistemas produtivos.

Material e Métodos

Caracterização das áreas de coleta

As coletas foram realizadas em seis propriedades localizadas na região Sul da Bahia, situadas entre os municípios de Itajuípe e Ilhéus. As propriedades apresentavam algumas características semelhantes entre si: pertencentes a agricultores familiares, com até quatro módulos fiscais, (≤ 80 hectares); plantios de cacau com idade entre cinco a dez anos de implantação, com pouco ou nenhum manejo. As variedades de cacau predominante nessas áreas foram: CCN51, CEPEC 2002, PH 16 e SJ 02, clones mais utilizados pelos cacaucultores da região por apresentar alta produtividade; maior resistência às doenças vassoura de bruxa e podridão parda; e autocompatibilidade.

As áreas estão localizadas nas seguintes coordenadas geográficas: **Área 1**-14°37'55.2"S 39°23'56.2"W; **Área 2** - 14°37'45.2"S 39°24'10.5"W; **Área 3** - 14°37'34.5"S 39°24'23.1"W; **Área 4** - 14°39'14.4"S 39°23'32.3"W; **Área 5** - 14°40'11.6"S 39°23'37.1"W; **Área 6** - 14°41'00.4"S 39°24'22.4"W; com topografia plana, solos bem drenados, propício ao cultivo do cacauieiro.

A região apresenta alta pluviosidade ao longo do ano, mesmo em períodos secos, chegando a 1.495 mm de pluviosidade média anual nas áreas localizadas no município de Itajuípe e 1.946 mm nas áreas localizadas no município de Ilhéus.

Coleta das amostras de solo e raízes de plantas de cacau

Em cada área, foram selecionadas 5 plantas de cacauieiro, e coletadas amostras de solo rizosférico na camada 0-15 cm de profundidade, em dois períodos

climáticos chuvoso (junho/2018) e seco (março/2019). As coletas foram realizadas no mesmo dia em todas as áreas. As amostras de solo após coleta, foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas, peneiradas em peneira de 2 mm, e em seguida armazenadas a 4°C em câmara fria, para conservação. Foram separadas das amostras, raízes finas de cacaueiro (< 2 mm), que foram lavadas em água e acondicionadas em recipientes plásticos, previamente identificados, contendo álcool 50%, para conservação.

Para realização da caracterização química (Tabela 1), as amostras de solo rizosférico coletadas em cada área foram misturadas (formando uma amostra composta/área), secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas, peneiradas em peneira de 2 mm e analisadas no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciência do Solo, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP).

Determinação da densidade de esporos

Os esporos de FMA foram extraídos de 50 g das amostras de solo (Gerdemann & Nicolson, 1963), por meio da metodologia do peneiramento úmido, seguido por centrifugação em água e solução de sacarose 50% (Jenkins, 1964). Neste procedimento, cada amostra de solo foi transferida para um recipiente contendo 1000 mL de água, homogeneizados com a mão para desestruturação de todos os torrões (aglomerados) existentes.

Na sequência, o material foi decantado por um minuto, sendo o sobrenadante vertido sobre duas peneiras sobrepostas de 40 e 400 mesh. O material retido nas peneiras foi recolhido em um tubo de ensaio e submetido à centrifugação em água (3000 rpm) por 3 minutos. Em seguida o sobrenadante foi descartado

e, ao material depositado no fundo, adicionou-se solução de sacarose 50%. O material foi ressuspensão com auxílio de bastão de vidro e os tubos de ensaio novamente levados à centrífuga (2000 rpm) por 1 minuto.

O sobrenadante foi vertido na peneira de 400 mesh e os esporos retidos na mesma foram lavados em água corrente para retirada do excesso de sacarose, e transferidos para placa canaletada, para serem quantificados com auxílio de um microscópio estereoscópico (40 x).

Determinação da taxa de colonização micorrízica

Para determinação da taxa de colonização micorrízica, as amostras de raízes foram lavadas repetidas vezes em água destilada e em seguida imersas em solução de NaOH 10% por 24 h, em temperatura ambiente, para serem diafanizadas. Após esse período, foram lavadas com água destilada, tratadas com H₂O₂ alcalina por 45 minutos e em seguida com HCl 1% por 3 minutos. Posteriormente, foram imersas em solução de azul de trypan 0,05% lactoglicerol por 24 h, em temperatura ambiente (Koske & Gemma, 1989), e após este período, conservadas em lactoglicerol ácido, até avaliação da percentagem de colonização micorrízica, a qual foi realizada pelo método da placa quadriculada (Giovannetti & Mosse, 1980).

Os fragmentos de raízes coradas foram colocados em placa quadriculada (quadrículas de 1,27 cm) e observados em microscópio estereoscópico (40x), sendo contados 100 segmentos de raiz que fizeram interseção com as linhas verticais e horizontais e registrando-se o número de segmentos colonizados. Foram considerados colonizados, os segmentos de

Tabela 1. Análise química do solo nas áreas de cacau cabruca na região Sul da Bahia, 2018

Determinações	Unidade	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 6
pH CaCl ₂	-	4,7	5,0	4,9	4,6	4,6	4,9
M.O. colorimétrico	g.dm ⁻³	35	32	21	33	35	31
P Resina	mg.dm ⁻³	18	14	12	11	17	9
K Resina	mmolc.dm ⁻³	1,2	<0,9	1,6	2	2,4	1,9
Ca Resina	mmolc.dm ⁻³	29	28	20	25	28	28
Mg Resina	mmolc.dm ⁻³	16	22	14	9	11	14
H+Al SMP	mmolc.dm ⁻³	58	34	42	52	52	28
SB	mmolc.dm ⁻³	46,2	50,8	35,6	36	41,4	43,9
CTC	mmolc.dm ⁻³	104,2	84,8	77,6	88	93,4	71,9
V	%	44	60	46	41	44	61

raízes que apresentaram estruturas típicas de fungos micorrízicos, tais como vesículas, arbúsculos, hifas e pelotões.

Identificação taxonômica das espécies de FMAs

Para identificação taxonômica das espécies de FMA, foram montadas lâminas com PVLG (álcool polivinílico-lactoglicerol) e com Melzer + PVLG (1:1; v:v) (Morton, Bentivenga & Wheeler, 1993), a partir das extrações realizadas para contagem de esporos. Esses esporos foram agrupados de acordo com as características morfológicas (cor, tamanho, forma) e dispostos nas lâminas para identificação. Para subsidiar a identificação, utilizou-se literatura especializada (Schenck & Perez, 1988; Carrenho, 1998). A riqueza de espécies foi determinada de acordo com o número de espécies de FMAs que ocorreu em cada área.

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 6 x 2, sendo 6 áreas e 2 períodos de coleta (chuvoso e seco), com cinco repetições.

Os dados referentes a densidade de esporos e a colonização micorrízica foram transformados, respectivamente, por $(x + 0,5)^{1/2}$ e $\arcsin \sqrt{x/100}$. Foram realizadas análises de correlação simples de Pearson (r) entre a densidade de esporos, colonização micorrízica e as características químicas do solo. A significância do coeficiente de correlação (r) foi verificada pelo teste t de Student, a 5 % de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa R (R Core Team, 2019).

Resultados e Discussão

Houve efeito significativo da interação entre os fatores período e área de coleta das amostras apenas sobre a densidade de esporos ($\leq 0,001$) (Tabela 2). A variável taxa de colonização micorrízica das raízes pelos fungos micorrízicos arbusculares foi influenciada apenas pelo fator área de coleta ($\leq 0,001$). A densidade de esporos dos fungos micorrízicos arbusculares teve efeito significativo dos fatores isolados área e período de coleta das amostras.

Tabela 2. Resumo da Análise de variância da densidade de esporos (DE) e taxa de colonização micorrízica (CM) de raízes de cacaueiro por fungos micorrízicos arbusculares em plantios de cacau cabruca na região Sul da Bahia, 2018

Fonte de variação	QM	
	DE	CM
Área de coleta	0,25760***	799,07***
Período de coleta	0,62467***	55,01
Área x Período	0,24565***	74,99
Resíduo	0,02683	123,08
CV%	29,56	20,0

*** e * significativo ($p \leq 0,001$) e ($p \leq 0,05$), respectivamente, pelo teste F. QM = quadrado médio; CV% = coeficiente de variação.

A densidade de esporos nas áreas avaliadas variou entre 72,4 a 562,8 esporos por 50 g de solo durante o período chuvoso, enquanto que no período seco foram registrados valores entre 90,8 a 671,8 esporos por 50 g de solo (Tabela 3).

Na coleta realizada durante o período chuvoso observou-se maior densidade de esporos na área 1 (562,8 esporos por 50 g de solo), diferindo estatisticamente dos valores registrados nas áreas 2, 3, 4, 5 e 6, as quais não diferiram estatisticamente entre si, apresentando, respectivamente: 284,0; 147,6; 91,2; 138,2 e 72,4 esporos por 50 g de solo.

No período seco, a área 2 apresentou maior densidade de esporos (671,8 esporos por 50 g de solo), seguida da área 4 (475,6 esporos por 50 g de solo). As áreas 1, 3 e 6 não apresentaram diferença estatística entre si (300,4; 349,2; 392,6 esporos por 50 g de solo). Na área 5, registrou-se o menor valor referente à

Tabela 3. Densidade de esporos (DE) de fungos micorrízicos arbusculares, durante dois períodos de coleta, em plantios de cacau cabruca na região Sul da Bahia, 2018

Área	DE (por 50 g de solo)	
	Período chuvoso	Período seco
Área 1	562,8 aA*	300,4 cB
Área 2	284,0 bB	671,8 aA
Área 3	147,6 bB	349,2 cA
Área 4	91,2 bB	475,6 bA
Área 5	138,2 bA	90,8 dA
Área 6	72,4 bB	392,6 cA

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Letras maiúsculas comparam nas linhas cada área em ambos os períodos de coleta. Letras minúsculas comparam na coluna as áreas em cada período de coleta.

densidade de esporos, em comparação com as demais áreas (90,8 esporos por 50 g de solo).

Em relação à densidade de esporos nas áreas entre os períodos de coleta, verificou-se que na área 1, foram registrados maiores valores durante o período chuvoso em comparação ao período seco, e estes períodos diferiram estatisticamente entre si (562,8 e 300,4 esporos por 50 g de solo, respectivamente). As áreas 2, 3, 4 e 6 apresentaram maiores valores referentes à densidade de esporos no período seco (349,2 a 671,8 esporos por 50 g de solo) em relação ao período chuvoso (72,4 a 284,0 esporos por 50 g de solo). Não houve diferença significativa na densidade de esporos entre o período seco e chuvoso na área 5.

Observa-se que de um modo geral, houve maior esporulação dos fungos no período seco em comparação ao período chuvoso (Tabela 3). Segundo Bonfim et al. (2010) em condições ambientais adversas algumas espécies de FMAs desenvolvem estratégias de sobrevivência e manutenção da espécie através do aumento da esporulação.

A taxa de colonização micorrízica das raízes de cacaueiro variou entre 47% a 81% (Tabela 4). Estes valores são superiores aos observados por Gross e Pereira (2018) em plantas de cacaueiro que variaram entre 21 a 36%. Oliveira Filho (2019), observou valores referentes a taxa de colonização micorrízica em raízes de cacaueiros variando entre 15,9% a 57,8% em sistemas cacau cabruca na região Sul da Bahia. Não houve influência do período de coleta das amostras sobre a taxa de colonização das raízes de cacaueiro, sendo observada apenas diferença com relação à área coletada.

Observa-se que as plantas de cacaueiro presentes na área 2 apresentaram maior taxa de colonização

micorrízica nas raízes (81%), contudo, não diferiram estatisticamente das plantas cultivadas nas áreas 1, 3 e 6 (69%, 76% e 75%, respectivamente). Menores valores referentes a taxa de colonização micorrízica foram registrados nas raízes das plantas de cacaueiro presentes nas áreas 4 e 5, e estas não diferiram estatisticamente entre si, apresentando 52% e 47%, respectivamente. Segundo Lima e Sousa (2014), fatores edafoclimáticos e aspectos genéticos da relação fungo-planta influenciam na taxa de colonização e na resposta à micorrização.

Foram identificadas um total de 23 espécies de FMAs nas áreas de cacau-cabruca avaliadas, pertencentes aos gêneros *Acaulospora* (8), *Ambispora* (1), *Claroideoglossum* (1), *Dominikia* (1), *Funneliformis* (1), *Gigaspora* (1), *Glomus* (5), *Paraglossum* (2), *Sclerocystis* (1), *Septoglossum* (2) (Tabela 5). A área 3 apresentou maior riqueza de espécie (11), predominando os gêneros *Glomus* e *Acaulospora*. A segunda maior riqueza de espécie ocorreu na área 2 (10), seguida das áreas 1(9), 4(6) e 5 (6). Na área 6 foi registrada menor riqueza de espécie (4), composta apenas por espécies do gênero *Acaulospora*. Alguns fatores influenciam na ocorrência e diversidade de FMAs, tais como características edáficas, espécies de plantas, presença ou não de cobertura vegetal, condições ambientais e manejo do solo (Eom, Hartnett & Wilson, 2000; Moreira e Siqueira, 2006; Souza et al., 2010).

Os gêneros *Acaulospora* e *Glomus* foram os mais abundantes nas áreas estudadas, sendo *Acaulospora* encontrado em todas as áreas. Em um estudo realizado em áreas de cacau-cabruca localizadas nos municípios de Ilhéus e Aurelino Leal na região Sul da Bahia, Oliveira Filho (2019) também observou predominância desses gêneros nas áreas avaliadas. Os gêneros *Acaulospora* e *Glomus* são comuns e adaptados a diferentes características de solos e ecossistemas (Bonfim et al., 2013), têm grande número de espécies conhecidas e os propágulos formados durante a colonização promovem alta infectividade, contribuindo para o sucesso desses táxons (Hart & Reader, 2002).

Algumas espécies foram exclusivas como *Acaulospora* sp., *Dominikia* sp. e *Sclerocystis sinuosa* registradas apenas na área 1, *Glomus glomerulatum* na área 2, *Gigaspora decipiens*, *Acaulospora tuberculata*, *Ambispora appendiculata*

Tabela 4. Taxa de colonização micorrízica (CM) das raízes de cacaueiro em plantios de cacau-cabruca na região Sul da Bahia, 2018

Área	CM (%)
Área 1	69 a*
Área 2	81 a
Área 3	76 a
Área 4	52 b
Área 5	47 b
Área 6	75 a

*Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em plantios de cacau cabruca na região Sul da Bahia, 2018

Espécies de FMAs	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 6
<i>Acaulospora foveata</i>	X	X	X	X	-	X
<i>Acaulospora longula</i>	-	-	-	-	-	X
<i>Acaulospora mellea</i>	-	-	-	X	X	X
<i>Acaulospora morrowiae</i>	X	X	X	-	-	-
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	X	X	X	X	-	-
<i>Acaulospora</i> sp.	X	-	-	-	-	-
<i>Acaulospora tuberculata</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Acaulospora herrerae</i>	-	-	X	X	X	X
<i>Ambispora appendicula</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Claroideoglossum etunicatum</i>	-	X	-	-	X	-
<i>Dominikia</i> sp.	X	-	-	-	-	-
<i>Funneliformis</i> sp.	-	-	-	-	X	-
<i>Gigaspora decipiens</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Glomus brohultii</i>	X	X	X	-	-	-
<i>Glomus glomerulatum</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Glomus</i> sp.	X	X	-	X	-	-
<i>Glomus spinuliferum</i>	-	X	X	-	-	-
<i>Glomus trufemii</i>	-	X	X	X	-	-
<i>Paraglomus brasilianum</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Paraglomus occultum</i>	X	X	-	-	-	-
<i>Sclerocystis sinuosa</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Septoglossum furcatum</i>	-	-	-	-	X	-
<i>Septoglossum</i> sp.	-	-	-	-	X	-
Riqueza de Espécies	9	10	11	6	6	4

e *Paraglomus brasilianum* na área 3, *Septoglossum* sp., *Funneliformis* sp., *Septoglossum furcatum* na área 5 e *Acaulospora longula* na área 6.

Foi verificada a correlação entre densidade de esporos (DE), taxa de colonização micorrízica das raízes (CM) e os atributos químicos do solo (Tabela 6). Observou-se correlação positiva significativa ($r = 0,83$) entre a taxa de colonização micorrízica e o teor de magnésio (Mg) no solo. A taxa de colonização micorrízica correlacionou-se positivamente ($r=0,97$) com o pH do solo. Segundo Soti et al. (2014), o nível de colonização micorrízica das raízes está relacionado com o pH do solo, de modo que se verifica maior grau de colonização micorrízica em solos com pH 5,5 a 6,0.

Entretanto, a taxa de colonização apresentou correlação negativa significativa com o teor de potássio (K) do solo ($r = -0,75$). Com relação aos teores de matéria orgânica (MO), Ca e P do solo, não houve correlação significativa com a taxa de colonização micorrízica das raízes de cacau.

Verificou-se correlação significativa positiva entre a densidade de esporos e o teor de fósforo (P) no solo ($r = 0,73$). A densidade de esporos e os teores de potássio presente no solo apresentou correlação negativa, porém não foi significativa ($r = -0,67$). Não houve correlação significativa entre a densidade de esporos e os teores de magnésio (Mg), cálcio (Ca), potássio (K), matéria orgânica (MO) e pH do solo. Além dos atributos químicos do solo, fatores como aspectos genéticos da planta, condições climáticas, estado nutricional das plantas dentre outros, influenciam na simbiose micorrízica.

A realização deste estudo sobre a ocorrência e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em áreas de cacau-cabruca, possibilita conhecer a condição micorrízica das plantas de cacau, a população fúngica presente no solo e o efeito de características

dos solos nas áreas sobre o estabelecimento da simbiose. Estudos futuros são necessários visando avaliar a eficiência de espécies de fungos micorrízicos isolados destas áreas (nativos) e/ou exóticos na produção de mudas de cacau micorrizadas, bem como o estabelecimento de mudas micorrizadas em campo.

Tabela 6. Coeficiente de correlação linear de Pearson entre a taxa de colonização micorrízica (CM), densidade de esporos (DE) e atributos químicos do solo em plantios de cacau cabruca na região Sul da Bahia, 2018

Atributos químicos do solo	CM	DM
Mg	0,83*	0,50 ^{ns}
K	-0,75*	-0,67 ^{ns}
P	-0,20 ^{ns}	0,73*
Ca	-0,22 ^{ns}	0,40 ^{ns}
MO	-0,57 ^{ns}	0,33 ^{ns}
pH	0,97*	0,11 ^{ns}

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Conclusões

Nas áreas de cacau-cabruca estudadas:

1. Foram registrados esporos de fungos micorrízicos em todas amostras de solo coletadas;
2. As plantas de cacau apresentavam estruturas fúngicas (esporos, vesículas e arbúsculos) no interior de suas raízes;
3. Foram registradas um total de 23 diferentes espécies de fungos micorrízicos arbusculares, destacando-se os gêneros *Glomus* e *Acaulospora*;
4. Houve correlação da densidade de esporos e taxa de colonização micorrízica das raízes com teores de Ca, P e pH do solo.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, pela oportunidade de realizar este projeto. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro concedido. À Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), por conceder o espaço e materiais para realização das análises laboratoriais. À Universidade Federal do Rio Grande do Norte, onde foi realizada a identificação taxonômica das espécies dos FMAs.

Literatura Citada

- AGGANGAN, N. S.; CORTES, A. D.; REAÑO, C. E. 2019. Growth response of cacao (*Theobroma cacao* L.) plant as affected by bamboo biochar and arbuscular mycorrhizal fungi in sterilized and unsterilized soil. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 22(1):101-347.
- BENJAMIN, C. S. et al. 2016. Cacao families and parents selected as resistant to natural infection of *Moniliophthora perniciosa*. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 16(2):141-146.
- BONFIM, J. A. et al. 2010. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e aspectos fisiológicos em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol. *Bragantia* 69(1):201-206.
- BONFIM, J. A. et al. 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi in the Brazilian Atlantic forest: A gradient of environmental restoration. *Applied Soil Ecology* 71:7-14.
- CARENHO, R. 1998. Influência de diferentes espécies de plantas hospedeiras e fatores edáficos no desenvolvimento de FMA. Tese Doutorado. São Paulo, SP, Universidade Estadual de São Paulo. 135p.
- DODD, J. C. 2000. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro – and natural ecosystems. *Outlook on Agriculture* 29(1):55-62.
- EOM, A. H.; HARTNETT, D. C.; WILSON, G. W. T. 2000. Host plant species effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tallgrass prairie. *Oecologia* 122:435- 444.
- FREW, A. 2019. Arbuscular mycorrhizal fungal diversity increases growth and phosphorus uptake in C3 and C4 crop plants. *Soil Biology and Biochemistry* 135(1):248-250.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. 1963. Espores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society* 46(1):235-244.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. 1980. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist* 84(3):484-500.
- GROSS, E.; PEREIRA, L. S. 2018. Fungos micorrízicos arbusculares em cacauero. In: Souza Júnior, J. O. de. (org.). *Cacau - Cultivo, Pesquisa e Inovação*. 1ed. Ilhéus, BA, Editus, 018. pp.235-253.
- HART, M. M.; READER, R. L. 2002. Taxonomic basis for variation in the colonization strategy of arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist* 153:335-344.
- JENKINS, W. R. 1964. A rapid centrifugal – flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report* 48(1):692.
- KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycological Research* 92(1):488-505.
- LI, C. U. I. et al. 2019. Arbuscular mycorrhizal fungi combined with exogenous calcium improves the growth of peanut (*Arachis hypogaea* L.)

- seedlings under continuous cropping. *Journal of Integrative Agriculture* 18(2):407-416.
- LIMA, F. S.; SOUSA, C. S. 2014. Crescimento e nutrição de mudas de clones de eucalipto inoculadas com fungos micorrízicos. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Brasil)* 44(2):110-118.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. 2006. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras, MG, UFL. 625p.
- MORTON, J. B.; BENTIVENGA, S. P.; WHEELER, W. W. 1993. Germ plasm in the International Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM) and procedures for culture development, documentation and storage. *Mycotaxon* 48(1):491-528.
- OLIVEIRA FILHO, L. J. X. 2019. Caracterização de indicadores da qualidade do solo em sistemas agroflorestais. *Dissertação Mestrado*. Ilhéus, BA, Universidade Estadual de Santa Cruz. 76p.
- PRADO, I. G. O. et al. 2019. Revegetation process increases the diversity of total and arbuscular mycorrhizal fungi in areas affected by the Fundão dam failure in Mariana, Brazil. *Applied Soil Ecology* 141(1):84-95.
- R CORE TEAM. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>.
- SCHENCK, N. C.; PEREZ, Y. 1988. *Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi*, 2 ed. Gainesville, University of Florida. 241p.
- SOTI, P. G. et al. 2014. Mycorrhizal symbiosis and *Lygodium microphyllum* invasion in south Florida. A biogeographic comparison. *Symbiosis* 62(2):81-90.
- SOUZA, G. I. A. et al. 2010. Arbuscular Mycorrhizal fungi in agricultural and forest systems. *Global Science and Technology* 3(2):1-9.
- THIOUB, M. et al. 2019. Arbuscular mycorrhizal fungi inoculation enhances phosphorus use efficiency and soybean productivity on a Haplic Acrisol. *Soil And Tillage Research* 192(1):174-186.
- TOLEDO-HERNÁNDEZ, M.; WANGER, T. C.; TSCHARNTKE, T. 2017. Neglected pollinators: Can enhanced pollination services improve cocoa yields? A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 247(1):137-148.
- VANHOVE, W.; VANHOUDT, N.; VAN DAMME, P. 2016. Effect of shade tree planting and soil management on rehabilitation success of a 22-year-old degraded cocoa (*Theobroma cacao* L.) plantation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 219(1):14-25.
- VÁSQUEZ, Z. S. et al. 2019. Biotechnological approaches for cocoa waste management: A review. *Waste Management* 90(1):72-83.
- WANG, F. 2017. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in mining-impacted sites and their contribution to ecological restoration: Mechanisms and applications. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 47(20):1901-1957.
- YANG, Y. et al. 2016. The roles of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in phytoremediation and tree-herb interactions in Pb contaminated soil. *Scientific Reports* 6(1):20469.



DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO DE SISTEMA AGROFLORESTAL NA REGIÃO DE TOMÉ AÇU, PARÁ

Jair Carvalho dos Santos¹, Rafael Moysés Alves¹, Saulo Fabrício da Silva Chaves²

¹Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n°, Bairro Marco, 66095-903, Caixa postal 48, Belém, PA.
jair.santos@embrapa.br; rafael-moyses.alves@embrapa.br.

²Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, 36570-900, Viçosa, MG.
saulofabricioagro@gmail.com.

Os sistemas agroflorestais (SAF) são considerados alternativas de modelos adequados para ocupação produtiva de solos de regiões tropicais. Diversos modelos de combinação de cultivos têm sido idealizados por instituições de pesquisas e produtores rurais, e estudados agronomicamente. No entanto, poucos estudos têm objetivado avaliar o desempenho econômico desses modelos. Este estudo objetivou estimar o custo de produção e a rentabilidade de um sistema agroflorestal, nas condições agroclimáticas do município de Tomé Açu/PA. O método utilizado foi a análise de benefício-custo e os indicadores de viabilidade foram: valor presente líquido, relação benefício-custo, taxa interna de retorno, payback econômico e custo unitário de produção. Os resultados obtidos demonstram que o modelo de sistema agroflorestal avaliado apresenta viabilidade econômico-financeira com boa margem de segurança, o que o caracteriza como uma boa opção de investimento por parte dos agricultores da região. Os componentes culturais bananeira, cupuaçuzeiro, pimenteira do reino e taperebazeiro também apresentaram desempenho econômico positivo no sistema, colaborando para a viabilidade do SAF. No entanto, o componente arroz apresentou desempenho econômico negativo, o que indica que deve passar por ajustes no seu processo produtivo, tecnológico ou de gestão. Em ciclos de preços baixos, a pimenta do reino também apresentou rentabilidade negativa.

Palavras-chave: análise econômica, SAF, consórcio.

Economic and financial performance of agroforestry system in Tomé Açu region, Pará. The agroforestry systems are considered alternatives of adequate models for productive occupation to tropical regions soils. Several cultivation combination models have been idealized by research institution and farmers, agronomically studied. However, few studies have the objective of evaluate these models economic performance. This study had the objective of estimate production cost and profitability of an agroforestry system, in the agroclimatic condition of Tome Açu/PA. The method used was the benefit-cost analysis and the indicators was: net present value, benefit cost ratio, internal rate of return, payback period and unit cost of production. The results obtained demonstrate that the agroforestry system model evaluated presents economic and financial viability with a good safety margin, which characterizes it as a good investment option by farmers in the region. The banana tree, cupuassu tree, black pepper and yellow mombin cultural components also showed positive economic performance in the system, contributing to the viability of the SAF. However, the rice component showed a negative economic performance, which indicates that it must undergo adjustments in its productive, technological or management process. In low price cycles in the studied period, black pepper also showed negative profitability.

Key words: economic analysis, AFS, consortium.

Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAF) são considerados, *a priori*, alternativas de modelos adequados para ocupação produtiva de solos de regiões tropicais, especialmente na região amazônica. Representam combinações de espécies agrícolas e florestais, de diferentes ciclos de vida e de porte, e cultivados de forma simultâneas e/ou sequenciais (Paludo e Costabeber, 2012).

Os SAF apresentam diversas características positivas, entre as quais, favorecem a eficiência no uso do solo, na medida em que elevam o rendimento produtivo por unidade de área, por aproveitar melhor o espaço físico do solo, os nutrientes, a água e a luminosidade solar disponíveis. Em regiões onde há pouca disponibilidade de terra, essas particularidades tornam-se relevantes. No caso do Brasil, o crescimento populacional dos últimos anos, a expansão da fronteira agrícola e as modificações recentes no Código Florestal, têm reduzido cada vez mais a oferta relativa de terra disponível para a produção agropecuária e silvicultural. A possibilidade de usar o sistema para compor Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais torna-o uma opção factível aos produtores (Silva, 2013). A diversificação produtiva, outra característica dos SAF, tende a reduzir os riscos econômicos do investimento (Varela e Santana, 2009). Esta diversificação proporciona, ainda, retorno econômico-financeiro escalonado por todo o período de cultivo, além de contribuir para a segurança alimentar do próprio produtor (Armengot et al., 2016; Cerda et al., 2014).

Por outro lado, a configuração inadequada dos componentes dos SAF, situação muito comum no meio produtivo, resulta em maior competição entre os componentes pelos fatores de crescimento e produção, o que configura uma desvantagem, aliado a maior dificuldade de gestão agrônômica e administrativa por parte do produtor, devido ao aumento da necessidade de conhecimento agrônômico e comercial de um maior número de culturas e produtos. Esses fatores, analogamente, constituem aumento nos riscos bioeconômicos do investimento (Henkel e Amaral, 2008).

O município de Tomé Açu, no estado do Pará, representa um dos principais polos de surgimento e exploração econômica de sistemas agroflorestais da região Amazônica, por iniciativa da ação de produtores

rurais, especialmente de origem japonesa, que parecem ter uma maior propensão a experimentação de novos modelos de sistemas produtivos, e pela capacidade diferenciada de gestão de recursos agroeconômicos (Barros et al., 2009).

A iniciativa de gerar novos modelos de combinação de cultivos na forma de SAF tem sido realizada por instituições de pesquisa, universidades, entre outras, assim como por parte de produtores rurais. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, em seus centros de pesquisas na Amazônia brasileira, tem combinado espécies vegetais nativas da Região com espécies introduzidas, em modelos experimentais, que caracterizam SAF (Alves et al., 2018).

No entanto, poucos estudos têm objetivado avaliar o desempenho econômico desses modelos, muitas vezes, pelo estágio inicial de desenvolvimento dos componentes dos SAF, o que não oferece segurança para as análises, ou por não haver disponibilidade de dados sobre custos de produção ao longo do cultivo. Alguns trabalhos demonstraram o desempenho positivo dos SAF, como foi o caso de Santos (1996) e Araújo et al. (2015). No entanto, a pequena quantidade de resultados disponíveis demonstra que a sustentabilidade econômica de SAF ainda constitui uma hipótese a ser consolidada, até que uma quantidade significativa de estudos venha convergir para desempenhos positivos. Portanto, avaliar parâmetros econômicos subsidiados pelas informações desses componentes, em ambiente de SAF, seria estratégico para propiciar tomada de decisões pelo agricultor e pelos agentes creditícios.

Este trabalho objetivou estimar o custo de produção e a rentabilidade de um sistema agroflorestal, tendo cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng) Schum.), taperebazeiro (*Spondias mombin* L.), bananeira (*Musa* spp.), pimenteira do reino (*Piper nigrum* L.), arroz (*Oryza* spp.) e feijão guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp.), como componentes culturais, nas condições agroclimáticas do município de Tomé Açu/PA.

Material e Métodos

Região de Estudo - Caracteres edafoclimáticos

As condições edafoclimáticas e socioeconômicas que condicionam o desempenho agrônômico do sistema produtivo avaliado são encontradas no município de

Tomé Açu, que faz parte da microrregião de mesmo nome e da mesorregião Nordeste Paraense, estado do Pará, fazendo parte da Amazônia Oriental Brasileira. Nessa região, predomina o solo tipo Latossolo Amarelo, de textura média e de baixa fertilidade natural. O clima prevalecente é do tipo Ami, na classificação de Köppen, quente e úmido, com elevada precipitação pluviométrica e irregularmente distribuída durante o ano, o que pode resultar, normalmente, em deficiência hídrica no segundo semestre, período menos chuvoso do ano (Bolfé e Batistella, 2011).

Modelo de SAF - Características e Pressupostos

A escolha do sistema analisado foi feita com base na adoção por produtores da região de estudo e na disponibilidade de dados e informações básicas e complementares, em meio a grande diversidade de SAF. O modelo adotado na Fazenda Konagano e em outras fazendas atendeu a esses critérios. A identificação e a quantificação das variáveis componentes da avaliação do sistema foram feitas predominantemente com base nos resultados obtidos na Fazenda Konagano, onde o SAF já em fase avançada de produção, e complementadas com de outras fazendas (produtores) que adotam sistemas semelhantes e com resultados de diversos experimentos realizados pela equipe de pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, nas últimas décadas, em áreas de produtores e em estações experimentais, envolvendo as culturas componentes do modelo, em sistemas de policultivo, especialmente da região do município de Tomé Açu. Os SAF experimentais em áreas de produtores que se caracterizaram, também, como unidades de observação para a equipe da Embrapa, tendo em vista a participação dos pesquisadores na definição e acompanhamento de várias dessas iniciativas de produtores. As produtividades de cupuaçu e taperebá, em fases finais de ciclo produtivo foram estimadas pelos produtores e pesquisadores, com maiores experiências no modelo de SAF e nessas culturas. De forma complementar, foi realizado um painel técnico com a participação desses pesquisadores e produtores para checagem e consolidação do modelo de SAF avaliado. O painel técnico consiste em reunir um grupo de informantes-chave (produtores e técnicos com grande conhecimento sobre um determinado tema,

no caso, o cultivo de SAF ou de seus componentes, na região), visando caracterizar ou avaliar detalhadamente o sistema produtivo, sob as óticas agrônoma e econômica, assim como, realizar a contextualização no ambiente socioeconômico, envolvendo a família, a propriedade, a comunidade, a cadeia produtiva e o mercado (Guiducci, Lima Filho e Mota, 2012).

Dessa forma, o modelo de SAF avaliado representa um estudo de caso de um sistema produtivo composto de cultivos agrícolas de ciclo longo, ciclo médio e ciclo curto, implantados no mesmo período, de forma consorciada em uma mesma área. As culturas de ciclo longo são representadas pelas fruteiras nativas, cupuaçuzeiro e taperebazeiro. As de ciclo médio, por pimenteira do reino e bananeira. Arroz é a espécie de ciclo curto, como parte do sistema, tendo o plantio de feijão guandu utilizada apenas para adubação verde da área.

O módulo de um hectare foi considerado na avaliação, com todas as culturas sendo implantadas no início do ano 1 do investimento, o que coincide com o princípio do período chuvoso. O preparo de área é programado para ocorrer no final do ano anterior ao de plantio, consistindo de remoção mecânica da vegetação secundária espontânea (capoeira de cerca de 4 anos), queima da vegetação removida e, aplicação e incorporação de calcário no solo.

Cupuaçuzeiro e pimenteira do reino, por serem consideradas as culturas principais do sistema, utilizam espaçamento e densidade próximos aos convencionais de monocultivo, com redução na densidade. No SAF, o espaçamento é de 6 x 4 m para o cupuaçuzeiro e 2 x 2 x 4 m para a pimenteira do reino. A implantação das culturas na mesma área, no entanto, resulta em certo grau de competição por espaço, água, nutrientes e luminosidade entre si, crescente a partir do segundo ano, além da competição com as demais espécies do sistema. A bananeira é plantada com intuito de fornecer sombra provisória ao cupuaçuzeiro, enquanto o taperebazeiro é estabelecido visando o sombreamento permanente. No entanto, estas plantas não deixam de competir pelos elementos essenciais à produção, havendo, portanto, a necessidade da diminuição da densidade de plantio. Logo, a bananeira é implantada em 6 x 4 m e o taperebazeiro, em 30 x 20 m. O arroz e o guandu ocupam uma pequena porção da área de cultivo, pois têm o papel de aproveitar as entrelinhas

dos cultivos de maior ciclo, quando estas ainda não estavam exploradas pelos mesmos, por estarem em fase inicial de crescimento e de efetiva ocupação da área. A Figura 1 apresenta um croqui que demonstra o arranjo das culturas componentes na estrutura do SAF. A Tabela 1 apresenta a densidade de plantio e as áreas efetivamente ocupadas pelas culturas componentes do sistema. Observa-se que o somatório de área efetivamente ocupada pelas culturas componentes (2,71 ha) é maior que a área total de 1 ha, o que pressupõe o aproveitamento de entrelinhas e a competição entre espécies, resultando em redução do potencial produtivo individual, mas com ganho de produtividade, produção e receita bruta no sistema consorciado, tendo como referência os modelos de monocultivos tradicionais. A Tabela 1 apresenta, ainda, o período de ocupação de área do sistema por cada cultura componente, ao longo do período de investimento.

Modelos teórico e analítico

Na avaliação econômico-financeira do sistema, foi utilizado o método da Análise de Custo Benefício (ACB) para avaliação econômico-financeira do sistema produtivo. Para Mishan (1975), a base lógica dos estudos vigentes de custo-benefício é uma melhoria potencial de Pareto, com as duas se baseando no critério de melhor eficiência alocativa de recursos. Assim, tanto os princípios da eficiência econômica como da análise de custos-benefícios inspiram-se na melhoria potencial de Pareto, e qualquer critério que exija que os benefícios sociais excedam em valor todos os custos implica a realização de uma melhoria desse potencial. Ray (1984) considera que a ACB serve de base para avaliação econômica de projetos públicos ou privados, tendo em vista que os princípios em si são semelhantes por se basearem na alocação eficiente de recursos, ao se comparar os resultados ou benefícios líquidos de um ou diversos projetos

alternativos. AACB foi utilizada nessa avaliação, com auxílio das estruturas de custos e de benefícios construídas, de acordo com a técnica de orçamento de capital. Na estruturação dos custos, foram considerados todos os serviços e materiais necessários à implantação e manutenção da área do SAF, considerando todos os seus componentes culturais, e os processos de colheita dos produtos, beneficiamento primário e transporte externo para comercialização, quando pertinentes, além dos custos de oportunidade (juro real sobre capital próprio ou de terceiros) dos recursos financeiros imobilizados em serviços, materiais e terra.

Na avaliação foi utilizada a abordagem de longo prazo, ou seja, como estrutura de investimento, tendo sido estimados os indicadores de viabilidade econômica, para um horizonte temporal de 30 anos,

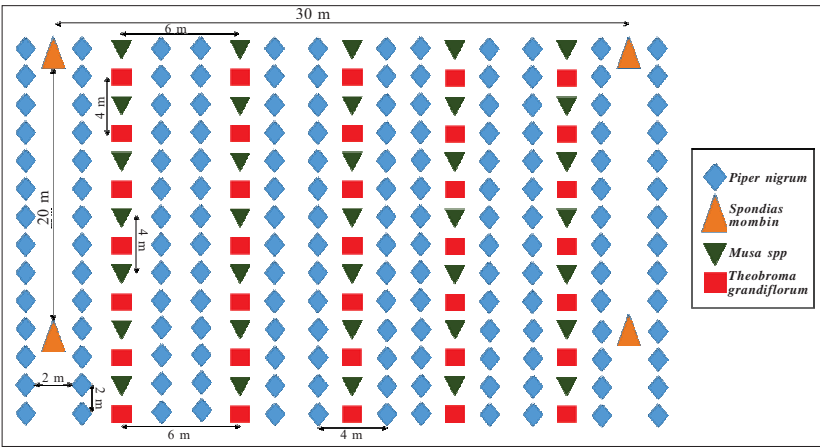


Figura 1. Croqui do stand inicial do modelo de sistema agroflorestal: Pimenteira do reino (*Piper nigrum*) – 2 x 2 x 4 m; Taperebazeiro (*Spondias mombin*) – 30 x 20 m; Bananeira (*Musa spp*) – 6 x 4 m; Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) – 6 x 4 m; Arroz e feijão guandu nas entrelinhas, no primeiro ano de cultivo.

Tabela 1. Densidade de plantio, área efetivamente ocupada e período de ocupação da área no sistema das culturas componentes do SAF (módulo de 1 ha)

Cultura	Número de plantas/ha	Área útil (ha)*	Períodos no SAF (ano)
Arroz	-	0,29	0 a 1
Feijão guandu	-	0,29	0 a 1
Banana	375**	0,34	0 a 5
Pimenta do reino	1.836***	0,73	0 a 7
Cupuaçu	375	0,94	0 a 30
Taperebá	15	0,12	0 a 30

* Comparativamente a 1 ha de área com monocultivo, em arranjo convencional.
** Arranjo inicial mantido até o 5º ano, mas com controle de pseudocaules nas touceiras. *** Stand inicial. Mas vai reduzindo a partir do ano 3, devido a morte de plantas por fusariose.

que consideram o ciclo produtivo do sistema e os limites temporais necessários para análise, conforme Gittinger (1982), que estabelece um período em torno de 25 anos, como suficiente, quando o ciclo produtivo é acima disso, tendo em vista o efeito da taxa de desconto no cálculo dos indicadores. Foram utilizados os seguintes indicadores de viabilidade econômica, para avaliação do SAF completo: valor presente líquido (VPL), relação benefício-custo (RBC), taxa interna de retorno (TIR) e período de recuperação de capital ou payback econômico (PBE). O indicador custo unitário de produção (CUP) foi utilizado na avaliação do desempenho econômico das culturas agrícolas, como componentes culturais do SAF, assim como a RBC. Para isso, as despesas comuns entre dois ou mais componentes, a cada ano, foram rateadas entre eles, com base na proporção de receita financeira gerada no sistema (Hoffmann et al., 1987, Santos, 1996) e, em seguida, foram agregadas as despesas específicas, resultando no custo total. A razão entre o custo total e o volume de produção total, ambos descontados à taxa de desconto considerada na avaliação, definiu o CUP de cada cultura. Na apropriação dos custos relativos a ativos fixos e semifixos utilizados nos sistemas produtivos, levou-se em conta que esses recursos materiais se exaurem em mais de uma unidade de tempo considerada (ano) e como são, em geral, de uso compartilhado com outras atividades produtivas ou de lazer pelas famílias produtoras, essa apropriação foi realizada por meio do cálculo de equivalente-aluguel, onde são consideradas as depreciações, as despesas com manutenção e a proporção de uso em relação às demais atividades.

Na estrutura de custos, foram apropriadas as despesas com insumos materiais (agroquímicos, ferramentas, utensílios, máquinas, equipamentos e material genético), serviços prestados por terceiros, trabalho familiar e custo de capital, este através da taxa de desconto. Dessa forma, o resultado líquido estimado remunera o produtor pelos riscos assumidos com o investimento e pela sua capacidade empreendedora.

A partir da estrutura de custos e receitas, foram estabelecidos três cenários de desempenho econômico do modelo de SAF, definidos pela variação dos preços de pimenta do reino. A avaliação de desempenho desses cenários foi uma demanda dos produtores que

participaram do painel técnico de avaliação preliminar do modelo, e se justifica pela volatilidade dos preços da pimenta, como efeito das cotações no mercado internacional, e pela disponibilidade de dados (série histórica de preços), o que torna factível a avaliação. Para isso, foram utilizados preços de pimenta preta seca pagos aos produtores rurais, no período janeiro/1980 a julho/2018. Esses preços foram deflacionados com uso do IGP-DI (Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna), definidos pela Fundação Getúlio Vargas, ordenados de forma crescente e divididos em três categorias (baixo, médio e alto). Foi utilizada a média aritmética de cada categoria em cada cenário. Isso não foi feito para os preços de cupuaçu e taperebá, principais geradores de receitas no sistema, por não haver disponibilidade de séries históricas de preços. O guandu foi considerado apenas no primeiro ano, com a função de adubação verde da área e, portanto, sem receita financeira.

Em relação aos preços de insumos e produtos considerados na avaliação do modelo, foram obtidos no mercado local de Tomé Açu, no ano de 2018, nas condições acessadas pelos produtores da Região. Para pimenta do reino, foram obtidas séries históricas de preços pagos aos produtores, da FGV, da CONAB e da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé Açu (CAMTA).

Foi considerado o referencial metodológico de avaliação econômica de tecnologias e sistemas adotados pela Embrapa, reportado por Guiducci, Lima Filho e Mota (2012), onde constam vários casos de aplicação. A definição e a estrutura matemática dos indicadores são as seguintes:

a) Relação Benefício-Custo (RBC): definida como o quociente entre o valor atual do fluxo de benefícios a serem obtidos e o valor atual do fluxo de custos. A alternativa se mostra inviável caso a RBC seja menor do que um. Se expressa algebricamente como:

$$RBC = \left\{ \sum_{t=0}^n B_t / (1 + \theta)^t \right\} / \left\{ \sum_{t=0}^n C_t / (1 + \theta)^t \right\}$$

Sendo: B_t = Benefícios ou receitas no t-ésimo ano;
 C_t = Custos no t-ésimo ano θ = Taxa de desconto real, ao ano (decimal); $t = 0, 1, 2, 3, \dots, n$ (anos).

b) Valor Presente Líquido (VPL): é definido como a soma algébrica dos valores do fluxo líquido de caixa a ele associado, atualizados a uma adequada taxa de desconto. A alternativa será considerada viável se o VPL for positivo. Algebricamente, pode ser expresso como:

$$VPL = \sum_{t=0}^n Fl_t / (1 + \theta)^t$$

Sendo: Fl_t = Valor do fluxo líquido de caixa, obtido pela diferença entre benefícios (B_t) e custos (C_t), em cada período t ; θ = Taxa de desconto real, ao ano (decimal); $t = 0, 1, 2, \dots, n$ (anos).

c) Taxa Interna de Retorno (TIR): É definida como o valor da taxa de desconto (θ) que torna o valor presente líquido igual a zero. A alternativa de investimento mostra-se inviável quando o valor da TIR for inferior ao custo de oportunidade do capital. Algebricamente, pode ser expressa por:

$$\sum_{t=0}^n Fl_t / (1 + TIR)^t = 0$$

Sendo: Fl_t = Fluxo líquido de caixa de cada período t , obtido por $B_t - C_t$; $t = 0, 1, 2, \dots, n$ (anos). $TIR = \theta$

d) Payback Econômico (PBE): determina o prazo para recuperação do capital inicial investido, em termos de períodos, neste caso, em anos, levando-se em conta o valor do dinheiro no tempo. O resultado precisa ser menor ou igual ao ciclo do investimento e quanto menor, melhor. Algebricamente, pode ser expresso como:

PBE = k , tal que

$$\sum_{t=0}^k Fl_t / (1 + \theta)^t \geq 0 \quad \text{e} \quad \sum_{t=0}^{k-1} Fl_t / (1 + \theta)^t < 0$$

Sendo: Fl_t = Fluxo líquido de caixa de cada período t , obtido por $B_t - C_t$, que são, respectivamente, benefícios e custos; θ = Taxa de desconto real, ao ano (decimal); $t = 0, 1, 2, \dots, n$ (anos).

e) Custo Unitário de Produção (CUP): Definido como o custo de uma unidade produto, na avaliação das atividades (culturas) componentes do SAF. Os valores de referência foram os preços de mercado de cada produto. A CUP de cada produto deve ser inferior ou igual ao respectivo preço. Pode ser expressa, algebricamente, como:

$$CUP_i = CTA_i / PA_i$$

$$\text{onde: } CTA_i = \sum_{t=0}^n C_{it} / (1 + \theta)^t$$

$$\text{e } PA_i = \sum_{t=0}^n P_{it} / (1 + \theta)^t$$

Sendo: CUP_i = Custo unitário de produção da i -ésima atividade; CTA_i = Custo total atualizado da i -ésima atividade.

O custo de oportunidade de capital considerado foi de 4% ao ano, como taxa de juros, em termos reais, utilizada como taxa de desconto no cálculo dos indicadores, quando pertinente. Esse valor reflete a taxa de juros reais do crédito agrícola para pequenos produtores, disponibilizadas por meio do Fundo Constitucional do Financiamento do Norte.

Os resultados da avaliação são apresentados em duas partes. A primeira, analisa o sistema agroflorestal completo, através do desempenho dos indicadores econômicos. A segunda, analisa o desempenho de cada uma das culturas que compõem o sistema. Os cenários alternativos foram avaliados para o sistema agroflorestal e para a componente pimenta do reino.

Resultados e Discussão

Observando de maneira conjunta os indicadores, na Tabela 2, verifica-se que o modelo de sistema agroflorestal apresenta viabilidade econômica com considerável margem de segurança, considerando-se os pressupostos estabelecidos para o mesmo, tendo em vista que os indicadores calculados se mostram bem acima dos valores de referência. O indicador de rentabilidade TIR, que representa o retorno médio anual ao capital investido, teve valor de 23,4%; situou-se 5,8 vezes acima do seu valor de referência, que representa o custo de oportunidade do capital investido. A RBC, uma medida de relação da dimensão das receitas

Tabela 2. Indicadores de viabilidade econômico-financeira para o sistema agroflorestal (1 ha), na microrregião de Tomé Açu, Pará. 2018

Indicador de viabilidade	Unidade	Valor Indicador	Valor Referência
Taxa Interna de Retorno	%	23,4	4,00
Relação Benefício-Custo	-	1,60	1,00
Valor Presente Líquido	R\$	129.516,27	0,00
Prazo de Retorno do Investimento	Ano	4	-

comparativamente aos custos, apresentou valor que indica que para cada R\$ 1.000,00 investido pelo agricultor no sistema, espera-se um retorno de R\$ 1.600,00. O VPL, medida residual que também compara receitas e custos ao longo de todo o ciclo de avaliação, apresentou valor positivo e muito acima de sua referência. O valor estimado para ao período de retorno de investimento, ou *payback* econômico, foi de 4 anos e por este valor estar dentro do período de vigência do investimento, caracteriza haver recuperação do capital investido. Em Souza et al. (2007), avaliando Sistema com eucalipto consorciado com arroz, soja e pastagem sequenciais, houve saldo negativo nos três primeiros anos, havendo saldo positivo somente a partir do quarto ano. O comportamento repetiu-se em um dos sistemas agroflorestais estudados por Sanguino et al. (2007), que avaliaram o desempenho econômico de dois SAF, envolvendo as culturas cupuaçu, pimenta do reino, maracujá e mogno amazônico (SAF-A) e açaí, cacau e mogno (SAF-B). Esse *payback* é considerado baixo, o que é interessante, tendo em vista se tratar de um sistema produtivo de longo prazo, onde os principais componentes são culturas perenes, e sua vida útil poderá se estender por mais de três décadas. Esse rápido retorno do investimento teve a considerável contribuição de culturas de ciclo mais rápido, como foi o caso da pimenta e da banana, que apresentaram desempenho econômico positivo. No entanto, o componente arroz apresentou desempenho negativo, influenciando de forma oposta no comportamento desse indicador e nos demais. Esse efeito financeiro negativo da cultura do arroz representou pouca relevância ao sistema, devido a pequena área ocupada pela cultura e, apenas no primeiro ano de cultivo.

Os resultados confirmam a viabilidade econômica do empreendimento, podendo ser objeto de financiamento por parte de instituições que atuam no crédito agrícola, com baixo período de carência, desde

que sejam aplicadas taxas de juros reais de até 4% ao ano ou mesmo, um pouco acima disso, havendo, também, necessidade de realização de estudos sobre mercado, quantificando demandas e comportamento de preços, em resposta a variações de oferta, resultantes de estímulo pelo

crédito, especialmente para produtos de consumo predominantemente regional, como é o caso do cupuaçu e do taperebá.

A análise a seguir avaliou o desempenho individual das atividades que compõem o modelo em questão. Consideraram-se os custos específicos de cada cultura e os custos comuns a duas ou mais culturas, que foram rateados entre os respectivos componentes do sistema, conforme a metodologia descrita.

Apesar do bom desempenho econômico do sistema completo, pode-se verificar na Tabela 3, que a cultura do arroz apresentou desempenho negativo, com a RBC abaixo de 1,00 e o custo de se produzir um kg de arroz ficando bem acima do preço de venda do produto. O mesmo comportamento do cultivo de arroz pôde ser constatado em Santos (1996) e em Souza et al. (2007). No entanto, essa performance negativa foi mais que compensada pelos demais componentes, que apresentaram rentabilidades positivas. Com isso, infere-se que o processo tecnológico de produção de arroz deve ser alterado visando a melhoria do seu desempenho econômico ou se proceda a substituição desse componente cultural por outro que cumpra a função de aproveitamento das entrelinhas ociosas, e apresente rentabilidade, contribuindo positivamente para a performance do SAF. É possível que a escala de produção da cultura tenha contribuído para o desempenho negativo, tendo em vista que apenas 29% da área foi ocupada pela mesma. O fato da cultura do arroz ser cultivada apenas no primeiro ano de implantação do SAF resultou, não só na baixa participação na geração e receita para o sistema, mas também, na baixa participação no seu custo total, o que facilita a compensação de sua performance econômica negativa, pelos demais componentes culturais de desempenho positivo e de maior participação nas receitas e despesas do sistema.

O componente cultural banana apresentou viabilidade econômica, com uma RBC bem acima de

Tabela 3 - Indicadores de Desempenho Econômico dos Componentes Culturais do Sistema Agroflorestal. Tomé Açu, Pará. 2018

Cultura	Receita Total ¹		Custo Total ¹		RBC ²	CUP ³	
	(R\$)	%	(R\$)	%		Unid.	Valor
Arroz	384,6	0,1	692,6	0,3	0,56	R\$/kg	1,80
Banana	14.954,3	4,3	7.945,1	3,7	1,88	R\$/cacho	2,66
Pimenta do reino	94.761,8	27,4	83.795,0	38,8	1,13	R\$/kg	6,46
Cupuaçu	142.338,7	41,3	71.710,3	33,2	1,98	R\$/kg	0,50
Taperebá	92.968,8	26,9	51.748,9	24,0	1,80	R\$/kg	0,56
SAF (Total)	345.408,2	100,0	215.891,9	100,0	1,60	-	-

Valores de referência (preços de venda): Arroz em casca (R\$1,00/kg); Banana (R\$ R\$5,00/cacho); pimenta do reino preta e seca (R\$7,30/kg); Cupuaçu (R\$1,00/kg fruto) e taperebá (R\$1,00/kg fruto).

¹Somatório de todo o ciclo de análise do SAF. Valor descontado, a taxa de desconto de 4% a.a. ²Relação benefício-custo, no horizonte de 30 anos (período de análise do SAF).

³Custo unitário de produção.

1,00 e o custo de produção de um cacho da fruta consideravelmente abaixo do preço comercial e de referência (R\$2,66 e R\$5,00). A rentabilidade positiva contribuiu favoravelmente para a performance econômica do SAF. A cultura apresentou participação relativamente baixa na geração de receitas pelo SAF, mas apresentou resultado semelhante em termos de participação nos custos totais do sistema, devido a permanecer apenas em 6 dos 30 anos do ciclo de avaliação do sistema (Tabelas 3 e 1).

Com relação aos três principais componentes culturais do SAF, verifica-se que todos apresentaram rentabilidade, contribuído positivamente para a viabilidade econômica do sistema. Todos apresentaram RBC bem acima de 1,00 e o custo de produção de uma unidade física de produto abaixo do preço de mercado e de referência. No caso da pimenta do reino (R\$6,46 e R\$7,30), do cupuaçu (R\$0,50 e R\$1,00) e do taperebá (R\$0,56 e R\$1,00). A cultura da pimenta, apesar de permanecer em apenas 8 dos 30 anos do sistema (Tabela 1), foi responsável pela segunda maior participação nas receitas e pela maior participação nos custos totais do SAF. Isto se deve ao preço comercial do produto pimenta ser bem maior em relação aos frutos do cupuaçu e taperebá, na composição das receitas e, pelo lado das despesas, necessitar de elevados valores de investimento em estacas para tutoramento das plantas e intensivo uso de adubos no processo produtivo. Sanguino et al. (2007), ao avaliarem dois sistemas agroflorestais, sendo um deles sem a cultura da pimenta-do-reino, atestou que este

apresentou os dois primeiros anos deficitários, e atribuiu este prejuízo à ausência da cultura. As culturas cupuaçu e taperebá permanecem no sistema durante todo o ciclo de análise, iniciando suas fases produtivas a partir dos anos 3 e 4, respectivamente, o que concorre para suas elevadas participações nas receitas e nos custos gerados pelo sistema. As altas produtividades esperadas para essas duas culturas também concorrem para a geração das elevadas receitas. Cupuaçu apresenta as maiores participações

na composição das receitas do SAF e a segunda maior participação nos custos, ficando atrás apenas da pimenta do reino. Taperebá apresenta as menores participações de receitas e custos, considerando-se os três principais componentes do sistema, tendo a justificativa de ter baixa densidade de plantas (apenas 15 plantas no módulo de 1 hectare), comparativamente aos demais componentes culturais considerados principais. Segundo Cordeiro (2010), o espaçamento pode ser responsável por resultados negativos ou positivos nos fluxos de caixa de investimento.

A Tabela 4 apresenta os indicadores de viabilidade e de desempenho econômico-financeiro para o sistema agroflorestal completo e para a componente pimenta do reino, quando se considera o cenário de preços baixos de pimenta. O preço utilizado na avaliação foi de R\$6,20/kg de pimenta preta seca, estimado como média do primeiro tercil da série histórica de preços mensais pagos aos produtores no período 1980-2018, ordenados de forma crescente. Considerando que o preço de pimenta nesse cenário representa o preço médio de período de baixa cotação, e que esse preço é inferior à média dos preços pagos aos produtores em 2018 (R\$7,30/kg de pimenta), considerado no modelo básico do sistema, os indicadores de viabilidade do SAF apresentaram desempenho inferior, com redução nos valores estimados para TIR, RBC e VPL, e um prazo maior de recuperação de capital, o que também representa uma desvantagem. No entanto, a perda de desempenho do sistema completo ocasionado pela pimenta do reino, acrescido aos do componente

arroz, foi compensado pela performance positiva dos componentes banana, cupuaçu e taperebá, que não tiveram suas estruturas individuais básicas de receitas e despesas alterados.

Quando se analisa o desempenho da componente pimenta do reino, ainda na Tabela 4, os indicadores mostram que cultura apresentou um desempenho moderadamente negativo, com sua RBC abaixo do valor de referência e o custo unitário de produção um pouco acima do preço de referência. Para cada R\$1.000,00 de despesas com o processo de produção de pimenta, o produtor tem um retorno de R\$970,00, assim como uma perda de R\$0,19 para cada kg de pimenta vendida, considerando os pressupostos do modelo e o preço médio das cotações mais baixas do produto.

Quando se considera o preço representativo do segundo tercil da série, ou seja, os preços de nível intermediário pago ao produtor (no caso, R\$11,30/kg de pimenta), o modelo de sistema agroflorestal apresenta uma forte elevação no desempenho econômico-financeiro, conforme pode-se verificar na Tabela 5, com indicadores TIR, RBC e VPL muito acima dos valores de referência e bem mais elevados em relação aos indicadores obtidos para o modelo básico, que considera os preços médios de pimenta para o ano de 2018, quando o estudo foi realizado. O

prazo de recuperação de capital reduziu de quatro para três anos. Na avaliação da componente pimenta, o desempenho econômico também apresenta uma elevação positiva considerável, com a RBC saindo de 1,60, no modelo básico, para 1,70, quando se considera o preço mediano de pimenta. O custo de produção de um kg de pimenta (R\$6,64) focou bem abaixo do preço de venda do produto (R\$11,30/kg).

Optou-se por não apresentar os resultados para o cenário que consideraria o preço de pimenta pago ao produtor, como representativo do tercil superior da série histórica de preços, ou seja, preço para período de elevada cotação da pimenta, tendo em vista que em termos qualitativos esses resultados seriam semelhantes ao do cenário com preços medianos, diferindo apenas nos valores quantitativos dos indicadores, que apresentariam uma robusta elevação.

Conclusões

Os resultados obtidos demonstram que o modelo de sistema agroflorestal avaliado apresenta viabilidade econômico-financeira com boa margem de segurança, considerando os pressupostos definidos, o que o caracteriza como uma boa opção de investimento por parte dos agricultores da região. Os componentes culturais bananeira, cupuaçuzeiro, pimenteira do reino

e taperebazeiro também apresentaram desempenho econômico positivo no sistema, colaborando para a viabilidade do SAF. No entanto, o componente arroz apresentou desempenho econômico negativo, o que indica que deve passar por ajustes no seu processo produtivo, tecnológico ou de gestão, que promova melhoria significativa no desempenho, ou mesmo ser substituído por outro componente agrícola, que desempenhe a função de aproveitamento das entrelinhas das culturas de ciclo mais longo, e que apresente resultado econômico positivo.

Para o cenário de baixo preço de pimenta, essa componente

Tabela 4. Indicadores de viabilidade e desempenho econômico-financeiro para o sistema agroflorestal e a componente pimenta do reino (1 ha), para o cenário de preços baixos de pimenta, na microrregião de Tomé Açu, Pará. 2018

Indicador	Unid.	SAF	Pimenta	V. Referência
Taxa Interna de Retorno	%	19,7	-	4,00
Relação Benefício-Custo	-	1,53	0,97	1,00
Valor Presente Líquido	R\$	115.237,09	-	0,00
Prazo de Retorno do Investimento	Ano	5	-	-
Custo Unitário de Produção	R\$/kg	-	6,39	6,20

Tabela 5. Indicadores de viabilidade e desempenho econômico-financeiro para o sistema agroflorestal e a componente pimenta do reino (1 ha), para o cenário de preços medianos de pimenta, na microrregião de Tomé Açu, Pará. 2018

Indicador	Unid.	SAF	Pimenta	V. Referência
Taxa Interna de Retorno	%	38,4	-	4,00
Relação Benefício-Custo	-	1,84	1,70	1,00
Valor Presente Líquido	R\$	180.921,29	-	0,00
Prazo de Retorno do Investimento	Ano	3	-	-
Custo Unitário de Produção	R\$/kg	-	6,64	11,30

apresentou desempenho econômico-financeiro negativo, mas de baixa intensidade. Isso culminou para redução da rentabilidade do sistema agroflorestal que, ainda assim, apresentou-se viável economicamente e em nível considerável, como efeito da boa performance dos componentes banana, cupuaçu e taperebá.

Agradecimentos

Os autores agradecem a eng. agrônoma Claudeli M Arnand (da Fazenda Konagano), pela importante participação na obtenção e revisão dos dados agronômicos do sistema; ao pesquisador da Embrapa, Adilson da Silva Elleres, pelos dados de preços e revisão bibliográfica; aos técnicos ou produtores Michinori Konagano, Elton Takaki, Emerson Y. Shioya, Roberto Hanawa e Ivan H. Saiki (da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-açu - CAMTA); a Jasson L. P. Moreira (da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC); a Cícero S. Silva (da Secretaria Municipal de Agricultura de Tomé Açu) e a Felício H. Inada (do Banco da Amazônia), pela checagem dos dados e validação do modelo e da análise.

Literatura Citada

- ALVES, R. M. et al. 2018. *Spondias mombin* and *Theobroma grandiflorum* in agroforestry system: productivity implications. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40(6):e-061.
- ARAÚJO, A. C. et al. 2015. Análise financeira do sistema agroflorestal cacaueiro com seringueira na mesorregião sul baiano. *Agrotrópica (Brasil)* 27(1):15-18.
- ARMENGOT, L. et al. 2016. Cacao agroforestry systems have higher return on labor compared to full-sun monocultures. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 36(4). 10p.
- BARROS, A. V. L. de, et al. 2009. Evolução e percepção dos sistemas agroflorestais desenvolvidos pelos agricultores nipo-brasileiros do município de Tomé Açu, estado do Pará. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento (Brasil)* 5(9):121-151.
- BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. 2011. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tomé-Açu, Pará. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46(10):1139-1147.
- CERDA, R. et al. 2014. Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. *Agroforestry systems* 88(6):957-981.
- CORDEIRO, S. A. 2010. Avaliação econômica e simulação em sistemas agroflorestais. Tese Doutorado. Viçosa, MG, UFV. 96p.
- GITTINGER, J. P. 1982. *Economic Analysis of agricultural projects*. Washington, D.C, EDI/World Bank. 505p.
- GUIDUCCI, R. C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. 2012. Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso. Brasília, DF, Embrapa. 535p.
- HENKEL, K.; AMARAL, I. G. 2008. Análise agrossocial da percepção de agricultores familiares sobre sistemas agroflorestais no nordeste do estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas (Brasil)* 3(3):311-327.
- HOFFMANN, R. et al. 1987. *Administração da empresa agrícola*. São Paulo, SP, Pioneira. 325p.
- PALUDO, R.; COSTABEBER, J. A. 2012. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. *Revista Brasileira de Agroecologia* 7(2):63-76.
- MISHAN, E. J. 1975. *Elementos de análises de custos-benefícios*. Rio de Janeiro: Zahar Editores. 202p.
- RAY, A. 1984. *Cost-Benefit Analysis: Issues and Methodologies*. Washington, World Bank. 159p.
- SANGUINO, A. C. et al. 2007. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais no estado do Pará. *Revista de Ciências Agrárias (Brasil)* 47:71-88.
- SANTOS, J. C. 1996. Análise da rentabilidade, sob condições de risco, de um sistema agroflorestal adotado por pequenos produtores de cacau na região da Transamazônica, Pará. Dissertação Mestrado. Fortaleza, CE, UFC. 127p.
- SILVA, D. P. 2013. SAF: sistemas alternativos de produção. *Revista de Extensão e Estudos Rurais (Brasil)* 2(1):153-162.
- SOUZA, A. N. de, et al. 2007. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. *Cerne* 13(1):96-106.
- VARELA, L. B.; SANTANA, A. C. de, 2009. Aspectos econômicos da produção e do risco nos sistemas agroflorestais e nos sistemas tradicionais de produção agrícola em Tomé Açu, Pará - 2001 a 2003. *Revista Árvore (Brasil)* 33(1):151-160.

INFLUÊNCIA DA COBERTURA FLORESTAL NA CHEGADA DE SEMENTES EM AGROFLORESTAS DE CACAU

Joelsa Menezes Alvarenga^{1,2}, Ilana Araújo-Santos^{1,3}, Máira Benchimol^{1,4}

¹UESC/Laboratório de Ecologia Aplicada (LEAC)/ Departamento de Ciências Biológicas. Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Bairro Salobrinho 45662-900, Ilhéus-Bahia; ²joelsaalvarenga13@gmail.com;

³ilana.araujo@gmail.com; ⁴mairabs02@hotmail.com

A chuva de sementes representa o conjunto das sementes que chegam ao solo via árvores vizinhas e/ou dispersão através de vetores bióticos e abióticos, compreendendo etapa essencial para a regeneração florestal. Este estudo avaliou como a quantidade de cobertura florestal na paisagem (CF) afeta a proporção de espécies de sementes encontradas em diferentes estágios sucessionais e síndromes de dispersão em agroflorestas de cacau do sul da Bahia, Brasil. Em 15 propriedades rodeadas por 2,3% a 68,36% de CF foram estabelecidos oito coletores de sementes. Durante 12 meses todas as sementes presentes nos coletores foram triadas e morfotipadas, e classificadas em relação ao estágio sucessional (pioneira, secundária inicial ou tardia) e à síndrome de dispersão (zoocórica, anemocórica ou hidrocórica). Um total de 28.435 sementes pertencentes a 77 morfotipos foi registrada, sendo a maioria de estágio secundário de regeneração (56%) e dispersão biótica (75%). Os resultados indicaram que CF afetou de maneira positiva a proporção de pioneiras, porém não afetou as secundárias e tardias. Adicionalmente, CF não explicou os padrões de riqueza e proporção das espécies zoocóricas. Considerando que muitas das sementes apresentam importância econômica-ambiental, este estudo demonstra o potencial dos sistemas agroflorestais em atrelar produtividade com provisão de serviços ecossistêmicos especialmente, dispersão de sementes e regeneração florestal.

Palavras-chave: cabruca, chuva de sementes, Mata Atlântica, regeneração florestal, sistema agroflorestal.

Influence of forest cover on seed arrival in cocoa agroforests. Seed rain represents the set of seeds that reach the soil via neighboring trees and/or dispersion through biotic and abiotic vectors, comprising an essential stage for forest regeneration. This study evaluated how the amount of forest cover in the landscape (FC) affects the proportion of seed species found in different successional stages and dispersal syndromes in cocoa agroforests in southern Bahia, Brazil. In 15 farms surrounded by 2,3% to 68,36% FC, eight seed collectors were established. During 12 months all seeds presented in the collectors were screened and morphotyped, and classified according to its successional stage (pioneer, initial secondary or late) and dispersion syndrome (zoochoric, anemochoric or hydrochoric). A total of 28,435 seeds belonging to 77 morphotypes was recorded, mostly from secondary stages of regeneration (56%) and biotic dispersion (75%). Results indicated that CF positively affected the proportion of pioneer seeds, but unaffected secondary and late-successional ones. Additionally, CF did not explain the patterns of richness and proportion of zoochoric species. Considering that several recorded seeds are of economic-environmental importance, this study demonstrates the potential of cocoa agroforestry systems to combine productivity with the provision of ecosystem services especially seed dispersal and forest regeneration.

Key words: cabruca, seed rain, Atlantic forest, forest regeneration, agroforestry system.

Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs) compreendem sistemas de produção agrícola que consorciavam espécies de árvores com cultivos agrícolas (Paludo e Costabeber, 2012), e por isso tendem a conciliar produtividade com conservação da biodiversidade. Entre diversos SAFs existentes na costa brasileira, o sistema agroflorestal com cacauieiro (*Theobroma cacao* L.), conhecido localmente como *cabruca*, viabiliza a produção do cacau por meio da manutenção das espécies de árvores emergentes que sombreiam a lavoura (Fernandes, 2008). Este sistema é dominante na região sul da Bahia, comumente conhecida como região cacauieira (Sambuichi, 2002), tendo sido responsável por aproximadamente 54 mil toneladas em exportação neste estado, em meados do século XIX (Bondar, 1938, citado por Barbosa, 2016).

Com o advento da vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) e outras formas fúngicas que afetam a cultura do cacau, ocorreu uma alarmante queda na produtividade, levando muitos produtores ao abandono de suas áreas (Fernandes, 2008). Diversas fazendas continuaram a cultivar o cacau, com alguns produtores decidindo por intensificar os modos de produção, seja por uso de pesticidas ou pelo corte das árvores nativas. Esta extração de espécies nativas resulta na redução do sombreamento local, com efeitos diretos no microclima que induzem a um aumento da incidência de fungos nas plantas de cacau (Fernandes, 2008). Adicionalmente, esta prática induz a uma elevada perda da diversidade de espécies arbóreas nos sistemas agroflorestais (Sambuichi, Mielke e Pereira, 2009), com potenciais efeitos em processos e serviços ecossistêmicos vitais, como a dispersão de sementes e a regeneração florestal.

Em sistemas agroflorestais a dispersão de sementes possui grande importância para manutenção da flora nativa. Este processo, que se caracteriza pelo transporte de sementes para uma área próxima ou distante da planta-mãe (Howe, 1986), é essencial para garantir a sobrevivência das plantas, uma vez que maiores distâncias possibilitam uma menor competição e, conseqüentemente, o estabelecimento destes organismos (Sambuichi, 2002). Enquanto o sucesso da dispersão influencia a estrutura da vegetação e a manutenção da diversidade vegetal em ambientais

florestais (Janzen, 1970), em sistemas agroflorestais este sucesso está relacionado com o grau de intensificação do manejo pelo proprietário. É muito comum o desbaste das plantas jovens nas agroflorestas de cacau do sul da Bahia, como forma de evitar um maior incremento de sombreamento destes indivíduos adultos no futuro, em razão da associação com a proliferação de fungos e outras doenças que se propagam em ambientes mais úmidos (Fernandes, 2008). No entanto, a remoção dos indivíduos jovens através do manejo intensivo impede a manutenção de um sistema agroflorestal a longo prazo, visto que as espécies de árvores nativas que de forma natural ou antrópica morrem não serão repostas por indivíduos jovens. Estudos que identifiquem quais espécies estão chegando nestas agroflorestas são de extrema importância para o proprietário, que poderá alterar a forma de manejo utilizada, ao optar, por exemplo, por manter determinadas espécies que oferecem benefícios diretos, incluindo sombreamento, madeira e alimento. Adicionalmente, é importante compreender o papel funcional destas áreas na conservação da biodiversidade e provisão de serviços ecossistêmicos. Portanto, é essencial a realização de estudos com esse tipo de abordagem.

A chegada de sementes em uma área constitui a primeira etapa do processo de dispersão, e pode ser avaliada por meio de amostragem de chuva de sementes, isto é, utilizando coletores que permitem armazenar as sementes vindas de árvores vizinhas ou através do transporte pelos dispersores em uma determinada área (Martins, 2012). Visto que esta técnica apresenta baixo custo, facilidade de avaliação e interpretação, e apresenta relação direta com a regeneração e a composição de uma floresta (Godim, 2005), permite-se assim caracterizar o estágio de degradação de uma área. A identificação das espécies obtidas através desta técnica possibilita determinar o agente de dispersão (isto é, se a dispersão é realizada pelo vento, água ou por animais), além de permitir classificar o estágio de regeneração destas sementes. Assim, a identificação das espécies encontradas através da chuva de sementes possibilita prever o processo de regeneração e, conseqüentemente, inferir a saúde de um sistema agroflorestal, como as cabucas.

Neste estudo, objetiva-se identificar e classificar as espécies de sementes encontradas em 15 sistemas

agroflorestais de cacau na região sul da Bahia, inseridos em diferentes contextos de paisagem. Busca investigar também a influência da quantidade de floresta nativa no entorno de cada propriedade sobre a porcentagem de espécies em cada estágio de sucessão e síndrome de dispersão. Analisa-se a hipótese de que a proporção de sementes tardias e dispersas por animais será maior em propriedades circundadas por alta porcentagem de cobertura florestal, uma vez que áreas altamente florestadas possuem maior riqueza de árvores e de potenciais dispersores (Morante-Filho et al., 2015; Rocha-Santos et al., 2017). Com base nestas informações, torna-se possível inferir se as espécies de plantas que estão chegando nestas áreas apresentam características que potencializam a diversidade e acentuam a dinâmica dos processos naturais que estão presentes nestes agrossistemas.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em 15 agroflorestas de cacau (Figura 1), situadas no sul da Bahia, nas localidades dos municípios de Una (15°17'36"S; 39°04'31"W), Uruçuca (14°35'35"S; 39°17'04"W) e Belmonte (15°51'47"S; 38°52'58"W). O clima é do tipo Af na classificação de Köppen, quente e úmido, com temperatura e precipitação média anual de 25°C e 2000 mm, respectivamente (Thomas et al., 1998). Esta região é dominada pelo bioma Mata Atlântica, área prioritária para a conservação da biodiversidade devido ao seu alto nível de endemismo e riqueza de espécies (Martini et al., 2007), além de altas taxas de desmatamento.

Primeiramente, foram usadas imagens de satélite de alta resolução (Landsat, 2011; QuickBird e WorldView, 2011; RapidEye, 2009-2010), cobrindo uma área total de 4548 km² na região sul da Bahia, para criar mapas digitais com uma escala 1: 10.000, adequada para identificar todos os tipos de uso do solo. Assim, foi possível identificar as áreas de florestas e agroflorestas de cacau existentes na região cacaueira. Posteriormente, usou-se o ArcGIS 10.1, (ESRI, 2013), para medir a quantidade de cobertura

florestal nativa (i.e., florestas em estágio intermediário e avançado de regeneração, excluindo plantações de cacau e borracha) ao redor de diferentes agroflorestas de cacau, considerando um raio de 1000 m. Manteve-se essa distância tendo por base estudos sobre assembleia de árvores adultas existentes em remanescentes florestais da mesma área avaliada (Rocha-Santos et al., 2017). Além disso, usaram-se escalas maiores que 1000 m devido à sobreposição e potencialmente não independência entre paisagens. De um total de 80 sistemas agroflorestais de cacau identificados, selecionou-se, aleatoriamente, um conjunto de 15 locais com pelo menos 2 km de distância entre eles, com um gradiente de cobertura

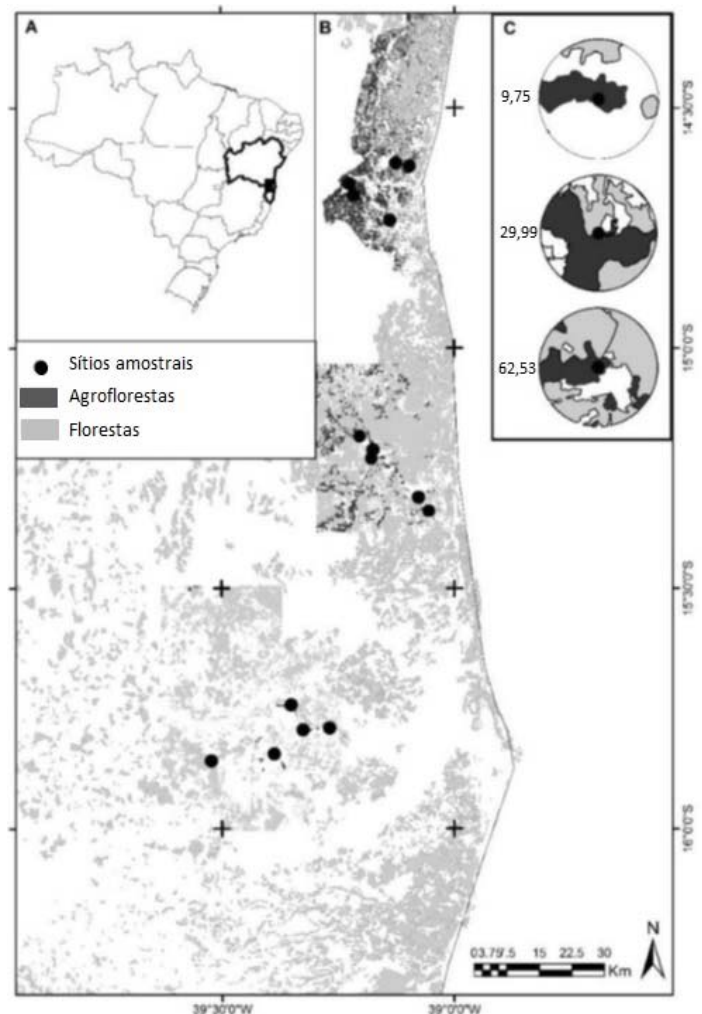


Figura 1. Localização das 15 agroflorestas de cacau amostradas na região sul da Bahia, situadas nos municípios de Una (cinco pontos ao norte), Ilhéus (cinco pontos centrais) e Belmonte (cinco pontos ao sul).

florestal selecionamos agroflorestas com variação de 2,35% a 68,36% e com igual distribuição nos três municípios (5 em Una, 5 em Uruçuca e 5 em Belmonte).

Amostragem de chuva de sementes

Em cada agrofloresta amostrada instalaram-se oito coletores de sementes (Figura 2) de 1 x 1 m, produzidos manualmente com uso de tela plástica de 2 mm, arame galvanizado de 8 mm e estacas de madeira de 75 cm. A distância entre os coletores foi de no mínimo 50 m, distância mínima considerada também até a borda da propriedade. Os coletores foram instalados em outubro de 2018 e permaneceram no local ao longo de 12 meses. A cada 45 dias, todo o material encontrado nos coletores foi recolhido e transportado em sacolas de papel devidamente identificadas, até o Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC), localizado na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), em Ilhéus, Bahia, para triagem. Apesar de um intervalo de 45 dias possibilitar uma maior perda das sementes via vento ou eventual predação por animais, este tempo foi padronizado entre todas as áreas/coletores. Desta forma, considera-se que esse possível efeito temporal de amostragem ocorreu de forma uniforme entre as áreas, não afetando assim os padrões ecológicos do estudo.



Figura 2. Fotografia de um coletor de sementes estabelecido em um sistema agroflorestal de cacau amostrado neste estudo.

Triagem, identificação e categorização das sementes coletadas

No laboratório, o processo de triagem consistiu na retirada de matéria orgânica, como folhas e galhos, e separação das sementes e frutos coletados. As sementes quebradas ou predadas não foram contabilizadas, e os frutos com presença de polpa tiveram suas sementes retiradas para triagem. As sementes inicialmente foram separadas e agrupadas por suas características fenotípicas, e posteriormente identificadas, ao menor nível taxonômico possível. As sementes identificadas passaram para fase de categorização quanto suas formas de dispersão (zoocórica, anemocórica ou hidrocórica) e seu desenvolvimento ecológico (pioneira, secundária ou tardia) através de consulta a literatura (Lorenzi, 2006; Souza-Junior e Brancalion, 2016) ou por auxílio de botânicos experientes com a flora da região da Universidade Estadual de Santa Cruz e Universidade Federal do Sul da Bahia. Assim, obteve-se dados de riqueza e abundância de sementes de cada local de amostragem, combinando todas as sementes obtidas nos oito coletores durante 12 meses. No caso de espécies de sementes muito abundantes e de pequeno tamanho que tornam-se inviáveis a contagem do número total de sementes (ou seja, *Ficus* spp.), primeiramente foi realizado uma pesagem considerando um conjunto mínimo de sementes e posteriormente, foi realizada a pesagem considerando o total de sementes coletadas, a fim de obter um número estimado de sementes (abundância).

Análise de dados

De forma a avaliar a influência da quantidade de floresta nativa no entorno de cada propriedade amostrada (N= 15 agroflorestas de cacau) sobre a proporção de espécies de cada estágio sucessional (isto é, pioneiras, secundárias e tardias) e de dispersão zoocórica, foram realizadas análises de regressão linear simples. Esta análise é apropriada quando se deseja testar uma relação de casualidade entre duas variáveis, em que tanto a variável explanatória (neste caso, proporção de

floresta) quanto a variável resposta são quantitativas e a distribuição dos erros é normal. Através de um teste de regressão, é possível avaliar se existe relação entre a variável explanatória e a variável resposta (valor de significância, P), se esta relação é positiva ou negativa (sinal do coeficiente) e o quão forte esta relação é (R^2). Assim, quatro análises de regressão linear simples foram realizadas, com as seguintes variáveis resposta: (a) proporção de espécies pioneiras, (b) proporção de espécies secundárias, (c) proporção de espécies tardias e (d) proporção de espécies zoocóricas.

Resultados e Discussão

Ao longo de um ano, quantificou-se um total de 28.435 de sementes considerando todas as áreas estudadas, com média (\pm desvio padrão) de 1895,67 (\pm 1215,09) por propriedade. Registrou-se um total de 77 morfotipos de sementes, sendo possível a posterior identificação de 28 morfotipos de espécies, 17 de gêneros e 7 de famílias botânicas (Tabela 1, Figura 3).

Deste total das espécies identificadas, 73,52% das sementes correspondem a espécies nativas, e muitas delas ameaçadas de extinção, incluindo *Cedrela odorata* (cedro) e *Euterpe edulis* (palmito-juçara). O *Jacaranda grandifoliolata* (perobinha), uma das espécies identificadas, também se encontra em perigo de extinção, segundo a Flora Ameaçada de Extinção Brasileira (Brasil, 2013). Uma vez que estas espécies não são usualmente encontradas como indivíduos adultos em agroflorestas de cacau da região, estes resultados indicam que estas áreas possuem alta potencialidade de reter espécies de grande importância para a conservação da biodiversidade, desde que o desbaste total não seja realizado pelo proprietário. De fato, estas espécies têm declinado localmente de forma expressiva em áreas florestais da Mata Atlântica, devido a elevada exploração ilegal, para fins econômicos com finalidade madeireira e de consumo (Piasentin, Saito e Sambuichi, 2014). Setenta e Lobão (2012) destacam que o uso desenfreado de tecnologias intensivas na agricultura, tem modificado

Tabela 1. Lista e classificação das espécies (em relação ao modo de dispersão e estágio sucessional) das sementes identificadas em coletores de sementes estabelecidos em 15 agroflorestas de cacau na região sul da Bahia ao longo de 12 meses

Família	Espécie	Dispersão	Estágio sucessional	Abundância total
Anacardiaceae	<i>Spondias venulosa</i>	Hidrocórica/ Zoocórica	Tardia	49
Annonaceae	<i>Annona montana</i>	Zoocórica	Sem caracterização	1
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Zoocórica	Pioneira	586
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i>	Zoocórica	Tardia	574
Bignoniaceae	<i>Jacaranda grandifoliolata</i>	Anemocórica	Secundária	60
Bombacaceae	<i>Bombacopsis glabra</i>	Zoocórica	Secundária	3
Clusiaceae	<i>Clusiaceae 1</i>	Zoocórica	Sem caracterização	4
Cucurbitaceae	<i>Cucurbitaceae 1</i>	Zoocórica	Sem caracterização	1
Ebeneceae	<i>Diospyros sp.</i>	Zoocórica	Sem caracterização	124
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>	Anemocórica	Secundária	26
Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i>	Anemocórica	Secundária	35
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i>	Zoocórica	Secundária	44
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i>	Zoocórica	Pioneira	12
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i>	Zoocórica	Tardia	44
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sp.</i>	Zoocórica	Sem caracterização	5
Malvaceae	<i>Theobroma cacao L</i>	Zoocórica	Sem caracterização	24
Melastomataceae	<i>Tibouchina granulosa</i>	Anemocórica	Pioneira	900
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Anemocórica	Secundária	139
Moraceae	<i>Ficus clusifolia</i> Schott	Zoocórica	Pioneira	16562
Myrtaceae	<i>Syzygium aromaticum</i>	Zoocórica	Sem caracterização	39
Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	Anemocórica	Pioneira	2
Rhamnaceae	<i>Gouania sp.</i>	Anemocórica	Sem caracterização	126
Rubiaceae	<i>Genipa americana L.</i>	Zoocórica	Secundária	1148
Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	Zoocórica/Hidrocórica	Tardia	1
Sapindaceae	<i>Matayba sp.</i>	Zoocórica	Pioneira	1132
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Zoocórica	Secundária	7



Figura 3. Exemplares de frutos e sementes encontradas nos sítios agroflorestais: (A) *Euterpe edulis* (palmito-juçara), (B) *Syzygium aromaticum* (cravo da índia), (C) *Spondias venulosa* (cajá), (D) *Eschweilera ovata* (biriba), (E) *Erythrina fusca* (mulungú do alto), (F) *Theobroma cacao* L. (cacau), (G) *Tibouchina granulosa* (quaresmeira), (H) *Ficus gomelleira* (gameleira) e (I) *Goania* sp.

substancialmente a paisagem natural, e que segundo eles, esse fator contribui negativamente para manutenção dos recursos naturais.

A alta proporção de sementes provenientes de espécies nativas encontrada neste estudo indica que os remanescentes florestais ao redor das propriedades estão atuando possivelmente como fontes de propágulos nestas agroflorestas, e estão sendo potencialmente dispersas por animais. De fato, a alta proporção de espécies zoocóricas em todas as

agroflorestas amostradas corrobora com estudos realizados em florestas tropicais (Wunderle, 1997; Piotto et al., 2009; 2019). Especificamente, 75,32% das espécies identificadas apresentam síndrome de dispersão zoocórica, enquanto 14,28% apresentam síndrome anemocórica e 10,71% correspondem às espécies hidrocóricas e barocóricas. Em florestas tropicais, o elevado número de espécies zoocóricas indica que determinado ambiente apresenta estágios mais avançados de sucessão ecológica (Fenner, 1985),

assim pode-se inferir que o mesmo pode estar ocorrendo nos sítios agroflorestais estudados. No entanto, a quantidade de floresta encontrada no entorno destas agroflorestas não explicou os padrões de riqueza ($R^2 = 0.001$; $P = 0.898$) e proporção ($R^2 = 0.01$; $P = 0.769$) de espécies dispersas por animais (Figura 4).

É possível que muitas das sementes encontradas nos coletores tenham sido resultado da precipitação de propágulos presentes no interior de cada propriedade. Por exemplo, representantes do gênero *Ficus* foram encontrados em alta abundância e em muitas fazendas, totalizando 21.850 sementes em 13 áreas das 15 estudadas. As figueiras constituem importantes itens alimentares da fauna, com os frutos sendo consumidos por uma ampla gama de vertebrados, incluindo morcegos, aves e primatas, que por sua vez realizam a dispersão de suas sementes (Carauta, 1973). Adicionalmente, o jenipapeiro (*Genipa americana* L.) foi encontrado em alta abundância nas agroflorestas estudadas, com 1.147 sementes identificadas. Indivíduos desta espécie são comumente mantidos pelos proprietários nas agroflorestas devido ao seu potencial para uso alimentar pelos moradores locais (Fernandes, 2008), sendo suas sementes dispersas por vetores bióticos. Assim, as agroflorestas apresentam alta disponibilidade de itens alimentares para fauna, contribuindo para a visita e/ou persistência de espécies de animais e, conseqüentemente, para provisão do serviço ecossistêmico de dispersão de sementes. Adicionalmente, a presença de espécies arbóreas de desenvolvimento pioneiro contribui para um conforto

térmico no estabelecimento inicial das plântulas de cacau (Campello, 1998). A presença dessas árvores também atua como barreiras naturais contra o excesso de vento nos cacaueiros e retém umidade no solo, diminuindo os custos com irrigação. Se extraído com os devidos métodos de manutenção, os benefícios com produtos fármacos, sementes e frutos podem favorecer o produtor com serviços permanentes de provisão (Setenta e Lobão, 2012).

Diversas espécies exóticas também foram encontradas frequentemente nas áreas de estudo, incluindo a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) e o dendezeiro (*Elaeis guineensis*). A jaqueira constitui uma espécie exótica com alta capacidade de dispersão, podendo ser dispersa tanto pelo ser humano como por diversas espécies de animais (Barbosa, 2016). Sua alta abundância nas agroflorestas de cacau do sul da Bahia contribui efetivamente para o sombreamento dos cacaueiros (Piasentin, Saito e Sambuichi, 2014). Outro fator relevante é que a jaca, fruto desta espécie, serve como alimento para diversas espécies de animais, incluindo os endêmicos e ameaçados macaco-prego de peito amarelo (*Sapajus xanthosternos*) e mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*). Por se tratar de uma espécie pioneira, a jaqueira tem papel fundamental para iniciar a sucessão ecológica em propriedades que venham a ser abandonadas (Kranz, 2004). De fato, com a queda econômica do cultivo do cacau, muitos proprietários têm abandonado suas fazendas, tornando-as mais propensas a ocorrer a regeneração florestal, uma vez que a ação humana do

manejo deixa de existir (Sambuichi e Haridasan, 2007, Rolim et al., 2017). Assim, apesar de exótica, a jaqueira tem papel importante tanto nas fazendas produtivas, por oferecer sombreamento, quanto nas abandonadas, ao facilitar o processo de sucessão ecológica e servir de atrativo para espécies da fauna, que por sua vez irão dispersar sementes de outras espécies e contribuir diretamente para sucessão nestas áreas.

Um total de 38,38% das espécies identificadas apresentou estágio sucessional secundário, 33,33% com estágio de sucessão

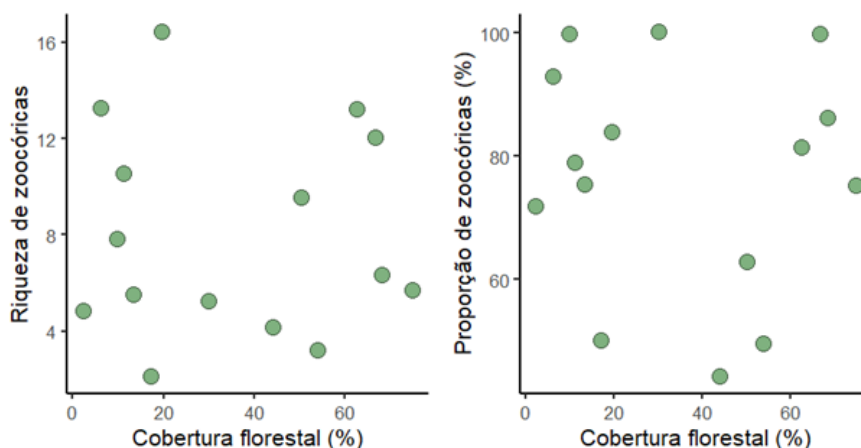


Figura 4. Relação entre a quantidade de cobertura florestal na paisagem e a riqueza e proporção de espécies zoocóricas encontradas em coletores de sementes de 15 agroflorestas de cacau amostradas no sul da Bahia.

pioneiro e, por fim, 16,66% com estágio avançado. Demonstrou-se que a proporção de espécies pioneiras foi influenciada de forma positiva e significativa pela quantidade de cobertura florestal na paisagem ($R^2 = 0.54$; $P = 0.001$), embora a proporção de espécies secundárias ($R^2 = 0.17$; $P = 0.122$) e tardias ($R^2 = 0.02$; $P = 0.651$) não tenha sido afetada pela porcentagem de floresta nativa ao redor destas propriedades (Figura 5). Em áreas em regeneração no sul da Bahia, a densidade total de sementes aumentou consideravelmente com a redução da distância até uma floresta madura e foram predominantemente constituídas por espécies de árvores pioneiras de sementes pequenas (Piotto et al., 2019). Desta forma, os resultados indicam que as agroflorestas possuem potencial de atuar funcionalmente como áreas em regeneração, com o entorno apresentando importância fundamental para o processo sucessional.

Este estudo reforça a importância dos sistemas agroflorestas de cacau do sul da Bahia como uma estratégia de produção que contribui para provisão de serviços ecossistêmicos. Até o momento, estudos prévios revelaram a importância das aves e morcegos nas agroflorestas de cacau, ao contribuírem no controle de artrópodes e predadores das folhas do cacaueiro e minimizarem a herbivoria nestas propriedades (Cassano et al., 2016). Adicionalmente, Faria e Baumgarten (2007) demonstraram a importância das cabucas para manutenção da biodiversidade, indicando que estes ambientes abrigam um maior número de espécies e

diversidade de morcegos se comparadas com alguns remanescentes florestais. No presente estudo foi demonstrado que muitas sementes de espécies nativas e dispersas por animais estão chegando em agroflorestas de cacau, possivelmente pela ação de importantes dispersores como aves e morcegos. Desta forma, estes agrossistemas apresentam alto potencial de atrair a fauna e, conseqüentemente, contribuir para o processo de dispersão de sementes e de regeneração mais rápida da agrofloresta.

Conclusão

Os resultados indicam que diversas espécies de plantas lenhosas estão chegando nas agroflorestas de cacau da região sul da Bahia, predominantemente as que apresentam síndrome de dispersão zoocórica. Isto demonstra a alta capacidade de atração de animais dispersores nestas agroflorestas de cacau, o que evidencia a importância da fauna no desenvolvimento ecológico de sucessão nestas áreas. De fato, foram encontradas espécies como a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*), que propiciam um importante recurso alimentar para espécies de primatas ameaçadas de extinção e potencializam um alto valor de conservação da biodiversidade nestas propriedades. Além disso, os produtores de cacau podem se beneficiar economicamente nos períodos entre safras caso não realizem a limpeza total do sub-bosque e selecionem espécies de interesse comercial, incluindo o cajazeiro (*Spondias venulosa*),

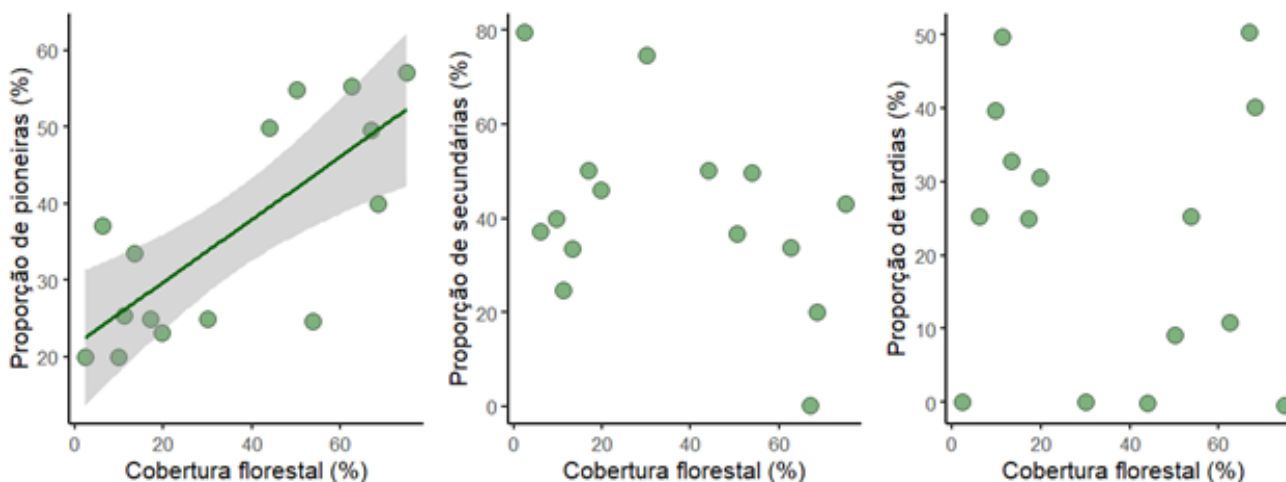


Figura 5. Relação entre a quantidade de cobertura florestal na paisagem e a proporção de espécies registradas em diferentes estágios sucessionais.

o dendezeiro (*Elaeis guineensis*), o jenipapeiro (*Genipa americana* L.), entre outras espécies que podem oferecer um produto final, na sua forma natural, ou a partir do seu beneficiamento.

Adicionalmente, constatou-se que as espécies pioneiras são afetadas diretamente pela quantidade de florestas nativas ao redor das agroflorestas, indicando que áreas circundadas por alta quantidade de vegetação nativa recebem maior proporção de espécies pioneiras, o que demonstra o alto potencial de atuarem como áreas de regeneração natural. Considerando que diversas agroflorestas de cacau estão sendo abandonadas na região estudada, infere-se que estas serão capazes de receber uma alta quantidade e proporção de espécies pioneiras, desde que situadas próximos à remanescentes florestais. Ao fim, este estudo destaca que a chegada das sementes através da fauna é essencial para a regeneração natural dessas áreas, e consequentemente para a manutenção e estabelecimento de espécies de interesse, além de outros serviços ecossistêmicos que potencializam os benefícios econômicos e ecológicos das agroflorestas de cacau.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Graduação da Universidade Estadual de Santa Cruz (00220.1100.1889/2018) e pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estudos Interdisciplinares e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução - INCT INTREE (CNPq-proc. n. 465767/2014-1, CAPES-proc. n. 23038.000776/2017-54). Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão das bolsas à Joelsa M. Alvarenga e Ilana Araújo-Santos. Também agradecemos à Mytalle Fonseca, Francisnaide Souza e Joannan Lima pela assistência nas atividades de campo e triagem do material, ao Sérgio Oliveira pelo auxílio no mapeamento das áreas amostradas, à Andrea Dalmolin pelas discussões e contribuições, aos Drs. Edson Duarte, Jomar Jardim e Larissa Rocha-Santos pelo auxílio na identificação das sementes, e a diversos professores e estudantes do Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) pelas valiosas discussões em diferentes fases do projeto.

Literatura Citada

- BARBOSA, U. N. 2016. Aspectos ecológicos e influência de *Artocarpus heterophyllus* Lam na estrutura do componente arbóreo de fragmento florestal urbano. Dissertação de Mestrado. Recife, PE, UFRPE. 81p.
- BRASIL, 2013. Livro Vermelho da Flora do Brasil. In: Martinelli, G.; Moraes, M. A. (Orgs) 1. ed. Rio de Janeiro, RJ, Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- CARAUTA, J. P. P. 1973. The Text of Vellozo's Flora Fluminensis and Its Effective Date of Publication. *Taxon* 22(2-3):281-284.
- CAMPELLO, E. F. C. 1998. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: Dias, L. E. e Mello, J. W. V. (eds). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa, MG, UFV. pp.183-196.
- CASSANO, C. R. et al. 2016. Bat and bird exclusion but not shade cover influence arthropod abundance and cocoa leaf consumption in agroforestry landscape in northeast Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 232:247-253.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. 2013. ArcGIS, 10.1. Redlands, California: ESRI.
- FARIA, D.; BAUMGARTEN, J. 2007. Shade plantações de cacau (*Theobroma cacao*) e conservação de morcegos no sul da Bahia, Brasil. *Biodiversity Conservation* 16:291-312.
- FENNER, F. 1985. Seed ecology. Chapman and Hall, London. 151p. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672010000100018&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 08 de jun de 2020.
- FERNANDES, V. A. 2008. Manejo de árvores em sistemas agroflorestais cacaueiros: percepção dos agricultores do Sul da Bahia. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, SC, UFSC. 126p.
- GODIM, F. R. 2005. Aporte de serrapilheira e chuva de sementes como bioindicadores de recuperação ambiental em fragmentos da floresta atlântica. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ, UFRRJ. 79p.

- HOWE, H. F. 1986. Seed dispersal by fruiting-eating birds and mammals. In: Murray, D. R. (ed.). Seed dispersal. New York, Academic Press. pp.123-183.
- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104:501-528.
- KRANZ, M. K. 2004. Plantas Invasoras no Paraná. In: *Princípios e Rudimentos do Controle Biológico de Plantas - Coletânea*. Curitiba, PR, Laboratório Neotropical de Controle Biológico de plantas, UFPR.
- LORENZI, H. 2006. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP, Plantarum, 1992. 15p.
- MARTINI, A. M. Z. et al. 2007. A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodiversity Conservation* 16:3111-3128.
- MARTINS, S. V. 2012. Ecologia de dispersão de sementes em florestas tropicais. In: Martins, S.V. (editor). *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*. Editora UFV, 2ed. 371p.
- MORANTE-FILHO, J. C. et al. 2015. Birds in Anthropogenic Landscapes: The Responses of Ecological Groups to Forest Loss in the Brazilian Atlantic Forest. *PLoS ONE* 10(6):e0128923.
- PALUDO, R. COSTABEBER, J. A. 2012. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. *Revista Brasileira de Agroecologia* 7(2):63-76.
- PIASENTIN, F. B.; SAITO, C. H.; SAMBUICHI, R. H. R. 2014. Preferências locais quanto às árvores do sistema cacau-cabruca no sudeste da Bahia. *Ambiente & Sociedade* 17(3):55-78.
- PIOTTO, D. et al. 2009. Recuperação florestal após cultivo por roça em uma cronossequência de 40 anos na Mata Atlântica do sul da Bahia, Brasil. *Plant Ecology* 205 (261). <https://doi.org/10.1007/s11258-009-9615-2>.
- PIOTTO, D. et al. 2019. Successional, spatial, and seasonal changes in seed rain in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. *PLoS ONE* 14(12):e0226474.
- ROCHA-SANTOS, L. et al. 2017. Functional decay in tree community within tropical fragmented landscapes: Effects of landscape-scale forest cover. *PLoS ONE* 12(4):e0175545.
- ROLIM, S. G. et al. 2017. Recovery of forest and phylogenetic structure in abandoned cocoa agroforestry in the Atlantic Forest of Brazil. *Environmental management* 59(3):410-418.
- SAMBUICHI, R. H. R. 2002. Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas em cabruca (Mata Atlântica raleada sobre plantação de cacau) na região sul da Bahia, Brasil. *Acta Botânica Brasileira* 16:89-101.
- SAMBUICHI, R. H. R.; HARIDASAN, M. 2007. Recovery of species richness and conservation of native Atlantic forest trees in the cacao plantations of southern Bahia in Brazil. *Biodiversity Conservation* 17:3681-3701.
- SAMBUICHI, R. H. R.; MIELKE, M. S.; PEREIRA, C. E. 2009. Nossas árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia [online]. Ilhéus, BA, Editus. 295p.
- SETENTA, W.; LOBÃO, D. E. 2012. Conservação Produtiva: cacau por mais 250 anos por Wallace Setenta e Dan Érico Lobão. Itabuna. BA.
- SOUZA-JUNIOR, C. N.; BRANCALION, P. H. S. 2016. Sementes e mudas: guia para propagação de árvores brasileiras. São Paulo, Oficina de Textos.
- THOMAS, W. W. et al. 1998. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity Conservation* 7:311-322.
- WUNDERLE, J. M. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99(1-2):223-235.

DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE *Eucalyptus urocam* SOB DÉFICIT HÍDRICO E DIFERENTES REGULADORES VEGETAIS

Víctor Alves Amorim, Brunno Nunes Furtado, Felipe Baptista de Alencastro, Igor Alberto Silvestre Freitas, Winy Kelly Lima Pires, Larissa Pacheco Borges, Fábio Santos Matos

Universidade Estadual de Goiás, Grupo de Pesquisa da Fisiologia da Produção Vegetal. Rodovia GO 330 km 241, Anel Viário, 75780-000, Ipameri, Brasil. victor.alves.a@gmail.com; fabio.agronomia@hotmail.com

Objetivou-se identificar os efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de *Eucalyptus urocam* e os mecanismos de tolerância a deficiência hídrica da espécie. O experimento foi conduzido em casa de vegetação seguindo o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (hormônio x níveis de irrigação) com cinco repetições. As mudas de *E. urocam* foram submetidas aos níveis de irrigação de 40, 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração diária. Aos 15 dias após transplantio foi feita a primeira aplicação da mistura (brassinosteroides, cinetina e giberelina nas concentrações 0,1 mg L⁻¹, 2 mg L⁻¹ e 2 mg L⁻¹ respectivamente) totalizando quatro aplicações. Aos 10 dias após a última aplicação foram analisadas as variáveis de crescimento, pigmentos fotossintéticos, teor relativo de água, transpiração e parâmetros de fluorescência. A aplicação dos reguladores não apresentou efeito significativo no crescimento das plantas, no entanto, os diferentes volumes de água interferiram de forma linear na biomassa, área foliar, transpiração e máxima eficiência quântica do FSII. No entanto o uso de reguladores vegetais em mudas de *E. urocam* não promove variações no desenvolvimento destas plantas quando submetidas a diferentes níveis de irrigação, por isso, não se justifica o uso em mudas desta espécie.

Palavras-chave: hormônio, silvicultura, seca, mudas florestais.

Development of *Eucalyptus Urocam* plants under water deficit and different plant regulators. The objective was to identify the effects of plant regulators on the development of *Eucalyptus urocam* plants and the mechanisms of tolerance to water deficiency of the species. The experiment was conducted in a greenhouse following a completely randomized design in a 2x5 factorial scheme (hormone x irrigation levels) with five replications. *E. urocam* seedlings were subjected to irrigation levels of 40, 60, 80, 100 and 120% of daily evapotranspiration. At 15 days after transplantation, the first application of the mixture (brassinosteroids, kinetin and gibberellin in concentrations 0.1 mg L⁻¹, 2 mg L⁻¹ and 2 mg L⁻¹ respectively) was made, totaling 4 applications. At 10 days after the last application, growth variables, photosynthetic pigments, relative water content, transpiration and fluorescence parameters were analyzed. The application of the regulators did not have a significant effect on the growth of the plants, however, the different volumes of water interfered in a linear way in the biomass, leaf area, transpiration and maximum quantum efficiency of the FSII. However, the use of plant regulators in *E. urocam* seedlings does not promote variations in the development of these plants when submitted to different levels of irrigation, therefore, the use in seedlings of this species is not justified.

Key words: hormone, forestry, drought, forest seedlings.

Introdução

A utilização irracional da água e a intensificação do uso de fontes energéticas poluidoras são atividades antrópicas que levam a degradação do meio ambiente (Glantz, 2019). Para prevenir as futuras gerações de crises na agricultura é necessário desenvolver tecnologias e manejos que minimizem os efeitos do déficit hídrico através do uso eficiente da água e desenvolvimento de plantas tolerantes (Maggio et al., 2018).

A demanda de madeira no mundo aumenta constantemente tornando-a muito importante na matriz energética de países em desenvolvimento como o Brasil em que a produção e utilização são crescentes (Antwi-Boasiako & Acheampong, 2016). Segundo a Food and Agriculture Organization - FAO (2018) estima-se que a madeira fornece mais da metade da cadeia primária energética em 29 países, sendo 22 destes na África.

A cadeia de produção do setor florestal gera níveis substanciais de emprego. Mais de 13 milhões de pessoas estão formalmente empregadas em atividades do setor florestal (Arce, 2019). Na esfera informal de pequenas e médias empresas florestais (PMEs), outras 40 a 60 milhões de pessoas podem ser empregadas e, em alguns países, as PMEs tem 80 a 90% do emprego relacionado à floresta (Arce, 2019). O cultivo de espécies florestais desempenha papel fundamental no crescimento econômico de forma sustentável, principalmente em pequenas propriedades (Jong et al., 2018).

As espécies do gênero *Eucalyptus* são muito utilizadas no cultivo florestal no mundo, consolidando-se como importante matéria prima para diferentes indústrias (McMahon & Jackson, 2019). A madeira do eucalipto pode ser utilizada em compensados, pavimentos, serraria, mobília, papel, celulose, carvão, biomassa, entre outros (França et al., 2019). O gênero abrange mais de 960 espécies e apresentam diferenças genótípicas adaptadas para diferentes ambientes ocupando regiões como a Ásia, Europa, África e América do Sul (Brooker, 2000). Apesar do sucesso das florestas plantadas, o setor pode gerar ainda mais riqueza se explorar áreas impróprias para várias outras culturas menos tolerantes ou sensíveis a estresses abióticos (Lopes et al., 2015).

Os estresses abióticos incluem fatores como salinidade, seca e altas temperaturas que causam reduções no crescimento das plantas no mundo (Dresselhaus & Hüchelhoven, 2018). As plantas respondem de várias formas aos estresses e os hormônios vegetais fazem parte de uma interação complexa nessas respostas (Awan, Khurshid & Mehmood, 2017). É necessário utilizar uma combinação de recursos biotecnológicos para as plantas poderem expressar o potencial máximo em situações desfavoráveis ao crescimento (Maggio et al., 2018).

Estudos mostram serem necessários a identificação de estratégias de tolerância a escassez de água que facilitem o estabelecimento e posterior crescimento inicial do vegetal e, além disso, implantar alternativas promissoras de manejo como o uso de hormônios vegetais e elicitores que ativam mecanismo de tolerância a seca.

Os reguladores vegetais são mensageiros químicos de sinalização que em baixa concentração exerce ação estimulante no metabolismo das plantas. O uso de hormônios representa importante alternativa de manejo de espécies vegetais no intuito de obter incrementos no crescimento e/ou ativação de mecanismos de tolerância a estresses abióticos (elicitores). Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo identificar os efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de *Eucalyptus urocam* e os mecanismos de tolerância a deficiência hídrica da espécie.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido sobre bancada da casa de vegetação na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri (Lat. 17° 43' 19" S, Long. 48° 09' 35" W, Alt. 773 m), Ipameri, Goiás. De acordo com a classificação de Köppen o clima é do tipo tropical chuvoso (Aw), com temperatura média do mês mais frio maior que 18 °C, com inverno seco e chuvas máximas no verão.

As mudas de *E. urocam* com 100 dias de idade foram transplantadas em vasos de cinco litros com 5,5 kg de substrato contendo uma mistura de solo, areia e esterco na proporção de 3:1:0,5, respectivamente. A análise química da mistura revelou os seguintes valores: pH (CaCl₂) 5.4; 16 g dm⁻³ de matéria orgânica; 68 mg dm⁻³ de P; 6.81 mmolc dm⁻³ de K (Mehlich⁻¹); 22

mmolc dm⁻³ (Tampão SMP) de H + Al; 31 mmolc dm⁻³ de Ca; 15 mmolc dm⁻³ de Mg; 53 mmolc dm⁻³ de SB; 75 mmolc dm⁻³ de CTC; e 71% de saturação por bases. Após interpretação da análise da mistura, decidiu-se não realizar calagem e adubação.

As mudas foram submetidas a diferentes níveis de irrigação de 40, 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração diária. Como o coeficiente da cultura (kc) para eucalipto ainda não foi determinado na região de Ipameri, GO, utilizamos o kc igual a 1,00 seguindo estimativa da FAO 56 (Allen et al., 1998) para um grupo de culturas em estágio de crescimento inicial.

O volume de água fornecido foi estimado determinando a evapotranspiração de referência e o coeficiente da cultura. Para determinar a evapotranspiração da cultura, utilizou-se a equação:

$$ET_c = ET_o \times kc$$

Onde:

ET_c = evapotranspiração da cultura

kc = coeficiente da cultura

ET_o = Evapotranspiração de referência

O cálculo da ET_o diária foi feito pelo método de Penman-Monteith recomendado pela FAO (Smith, 1991) utilizando os dados diários de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento obtidos na Estação Meteorológica do INMET localizado no município de Ipameri, GO.

Aos 15 dias após transplantio das plantas dos tubetes para os vasos foi feita a primeira aplicação da mistura de hormônios (brassinosteroides, cinetina e giberelina nas concentrações 0,1 mg L⁻¹, 2 mg L⁻¹ e 2 mg L⁻¹ respectivamente) em volume de 10 ml/planta/aplicação em intervalos de 10 dias, totalizando 4 aplicações. As aplicações ocorreram sempre no início da manhã entre 7:30 e 8:00 h.

Aos 10 dias após a última aplicação foram analisadas as seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro de caule, área foliar, biomassa, razão de massa radicular (RMR), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa foliar (RMF), transpiração, teor relativo de água, coeficiente de extinção fotoquímica (qP), coeficiente de extinção não fotoquímica (NPQ), fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_v/F_m), eficiência de captura de energia de excitação (F_v'/F_m') e energia

absorvida não direcionada a fotoquímica nem dissipada por calor (Pe) e concentrações foliares de carotenoides e clorofilas totais.

Variáveis de crescimento: A altura de planta foi mensurada a partir da região de transição da raiz com o caule na base da planta rente ao solo (colete) até o ápice do caule utilizando régua milimétrica. O diâmetro do caule foi mensurado na altura do coleto com paquímetro digital. O número de folhas foi obtido por contagem. As folhas, raízes e caules foram destacados e colocados para secar em estufa a 72 °C por 72 h até atingir massa seca constante e, em seguida, pesados separadamente. Com os dados de massa seca calculou-se a biomassa total somando-se as massas de todas as partes da planta e razões de massa foliar, caulinar e radicular dividindo-se a massa do órgão específico pela biomassa total.

Pigmentos fotossintéticos: Para a determinação da concentração de clorofilas e carotenoides totais, foram retirados dois discos foliares de 0,6 mm de diâmetro cada, em folhas totalmente expandidas e colocados em vidros contendo 3 ml de dimetilsulfóxido (DMSO) saturado com carbonato de cálcio (50 g L⁻¹). Posteriormente, realizou-se a extração em banho-maria a 65 °C por uma hora. Retirou-se alíquotas para leitura espectrofotométrica a 480, 646 e 663 nm. O conteúdo de clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) e carotenoides totais (Car) foram determinados seguindo a equação proposta por Wellburn, (1994).

Teor relativo de água na folha: Para obtenção do teor relativo de água, foram retirados cinco discos foliares de 1,2 cm de diâmetro em folhas totalmente expandidas, pesados para registrar a massa fresca (MF) e colocados para saturar por 24 horas em placas de petri com água destilada quando foram novamente pesados e em seguida determinada a massa túrgida (MT), posteriormente foram colocados para secar à temperatura de 70 °C por 72 horas, sendo então obtida a massa seca (MS) e, em seguida foi calculado o teor relativo de água seguindo a equação:

$$(MF - MS)/(MT - MS) \times 100$$

Taxa de Transpiração: A transpiração diária total da planta foi mensurada pela diferença de peso dos vasos. Inicialmente cada vaso foi inserido dentro de

um saco plástico fixado com borracha no caule da planta, ficando apenas a parte aérea (folhas e caule) externa ao saco, em seguida, o conjunto vaso com planta e saco plástico foram pesados (massa 01), e 24 horas depois novamente pesados (massa 02). A transpiração total foi estimada pela diferença entre a massa 01 e massa 02.

Parâmetros de fluorescência: A análise de fluorescência da clorofila *a* foi realizada utilizando fluorômetro portátil JUNIOR-PAM (Walz, Germany) no período escuro às 4:00 horas da manhã com emissão de um pulso de luz saturante de 0,3 s, sob frequência de 0,6 KHz, aos 30 dias após a imposição do déficit hídrico. Os dados de fluorescência obtidos foram posteriormente computados utilizando-se o software WinControl-3.

Procedimentos estatísticos: As variáveis foram submetidas à análise de variância e teste de média de Newman-Keuls ao nível 5% de probabilidade seguindo o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (hormônio x níveis de irrigação) com cinco repetições. As variáveis foram submetidas à análise de regressão utilizando o software SigmaPlot10 (Sysstat, 2006). A análise multivariada foi feita por meio da regressão múltipla utilizando a seleção do modelo *forward stepwise* (Sokal e Rolf, 1995) e o software STATISTICA (Statsoft, 2007).

Resultados

A análise de variância para todas as variáveis analisadas encontra-se nas tabelas 1, 2 e 3. Para nenhuma das variáveis analisadas (Tabelas 1, 2 e 3) verificou-se diferenças significativas na interação entre hormônio e irrigação. Algumas variáveis obtiveram diferenças significativas para os fatores hormônio e irrigação isolados. Na Tabela 1, foi constatado

efeito significativo dos diferentes níveis de irrigação para as variáveis altura de planta, diâmetro do caule (Dcaule), área foliar (AF), transpiração (*E*) e biomassa. Apenas as variáveis área foliar (AF), transpiração (*E*) e biomassa obtiveram ajustes significativos a análise de regressão e, ajustaram ao modelo linear.

Na Tabela 2, as variáveis fluorescência máxima (*F_m*), rendimento quântico máximo do fotossistema II (*F_v/F_m*) e eficiência de captura de energia de excitação (*F_v'/F_m'*) tiveram diferença significativa em relação a variação da irrigação na análise de variância. O hormônio interferiu significativamente nas variáveis fluorescência inicial (*F₀*), rendimento quântico máximo do fotossistema II (*F_v/F_m*) e eficiência de captura de energia de excitação (*F_v'/F_m'*). Para a análise de regressão as mesmas variáveis tiveram ajustes ao modelo linear, no entanto, somente a variável rendimento quântico máximo do fotossistema II (*F_v/F_m*) foi significativa a 1% de probabilidade.

As variáveis razão massa foliar (RMF), razão massa radicular (RMR), carotenoides total (Car) e clorofila *a+b* (Cl Total) obtiveram diferenças significativas em relação aos diferentes níveis de irrigação e, referente ao hormônio, apenas a variável (Cl Total). Nenhuma das variáveis apresentadas na Tabela 3 ajustaram-se aos modelos de regressão linear ou quadrático.

Tabela 1. Análise de variância e teste de média para altura de planta, diâmetro de caule (Dcaule), área foliar (AF), transpiração (*E*), teor relativo de água (TRA) e biomassa (Bio) de plantas de *E. urocam* submetidas a diferentes níveis de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do substrato) e combinação de hormônios (cinetina, giberelina e brassinosteroides)

Quadrados Médios							
Fonte de Variação	GL	Altura (cm)	Dcaule (mm)	AF (cm)	<i>E</i> (g)	TRA (%)	Biomassa (g)
Hormônio (H)	1	0,08 ^{ns}	0,205 ^{ns}	33627 ^{ns}	3024 ^{ns}	73,67 ^{ns}	3,48 ^{ns}
Irrigação (I)	4	257 ^{**}	1,901 ^{**}	536660 ^{**}	48564 ^{**}	13,82 ^{ns}	32,57 ^{**}
H*I	4	74,93 ^{ns}	0,207 ^{ns}	4954 ^{ns}	347 ^{ns}	10,07 ^{ns}	7,40 ^{ns}
Resíduo	40	18,99	0,142	9596	1316,6	31,60	2,21
CV (%)		10,45	10,01	17,11	30,21	8,29	19,05
Médias							
Com hormônio		41,68a	3,78a	598,3a	127,8a	66,61a	8,07a
Sem hormônio		41,76a	3,74a	545,9a	112,0a	69,07a	7,54a
Análise de regressão							
Linear		ns	ns	**	**	ns	**
Quadrática		ns	ns	ns	ns	ns	ns

**significativo a 1% de probabilidade, *significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula dentro da coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

Tabela 2. Análise de variância e teste de média para coeficiente de extinção fotoquímica (qP), fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (Fm), rendimento quântico máximo do fotossistema II (Fv/Fm), eficiência de captura de energia de excitação (Fv'/Fm') e energia absorvida não direcionada a fotoquímica nem dissipada por calor (Pe) de plantas de *E. urocam* submetidas a diferentes níveis de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do substrato) e combinação de hormônios (cinetina, giberelina e brassinosteroides)

Quadrados Médios							
Fonte de Variação	GL	qP	F_0	Fm	Fv/Fm	Fv'/Fm'	Pe
Hormônio (H)	1	0,0011 ^{ns}	110,9*	1,83 ^{ns}	0,01*	0,011*	0,0035 ^{ns}
Irrigação (I)	4	0,0032 ^{ns}	0,986 ^{ns}	761**	0,004*	0,005*	0,0015 ^{ns}
H*I	4	0,0043 ^{ns}	17,39 ^{ns}	359 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0026 ^{ns}
Resíduo	40	0,0023	16,86	142	0,0016	0,0018	0,0016
CV (%)		6,84	20,24	13,63	5,27	5,63	17,84
Médias							
Com hormônio		0,71a	21,76a	87,72a	0,76b	0,74b	0,21a
Sem hormônio		0,70a	18,75b	87,33a	0,79a	0,77a	0,23a
Análise de regressão							
Linear		ns	ns	*	**	*	ns
Quadrática		ns	ns	ns	ns	ns	ns

**significativo a 1% de probabilidade, *significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula dentro da coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

Tabela 3. Análise de variância e teste de média para razão massa caulina (RMC), razão massa foliar (RMF), razão massa radicular (RMR), carotenoides total (Car), coeficiente de extinção não fotoquímica (NPQ) e clorofila *a+b* (Cl Total) de plantas de *E. urocam* submetidas a diferentes níveis de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do substrato) e combinação de hormônios (cinetina, giberelina e brassinosteroides)

Quadrados Médios							
Fonte de Variação	GL	RMC	RMF	RMR	Car (cm ²)	NPQ	Cl Total (mg g MF)
Hormônio (H)	1	0,0018 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	3,964*
Irrigação (I)	4	0,001 ^{ns}	0,014**	0,021**	0,14**	0,0004 ^{ns}	3,320*
H*I	4	0,0005 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,058 ^{ns}	0,001 ^{ns}	1,416 ^{ns}
Resíduo	40	0,001	0,0019	0,0038	0,025	0,0009	0,964
CV (%)		17,83	9,65	17,39	18,22	83,38	20,21
Médias							
Com hormônio		0,19a	0,46a	0,34a	0,84a	0,036a	4,57b
Sem hormônio		0,18a	0,44a	0,37a	0,91a	0,037a	5,14a
Análise de regressão							
Linear		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Quadrática		ns	ns	ns	ns	ns	ns

**significativo a 1% de probabilidade, *significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula dentro da coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

A análise de variância mostra que a aplicação dos hormônios combinados não apresentou efeito significativo no crescimento de plantas de *E. urocam*, no entanto, os diferentes volumes de água interferiram

de forma linear na biomassa, área foliar, transpiração e máxima eficiência quântica do FSII (Figura 1).

A fluorescência inicial foi 14% superior nas plantas com hormônio em relação a testemunha enquanto a máxima eficiência quântica do FSII e eficiência de captura de radiação solar pelo FSII foram 4% menores nas plantas com hormônio quando comparadas a testemunha sem hormônio (Tabela 2). As mesmas variáveis e a fluorescência máxima foram influenciadas significativamente de forma linear e crescente pelos diferentes volumes de água (Figura 1).

A análise de regressão múltipla avalia o efeito das variáveis analisadas no acúmulo de biomassa de plantas de *E. urocam* (Tabela 4). A área foliar, razão de massa foliar e clorofila total respondem por 85% da variação da biomassa, não obstante, a área foliar interferiu positivamente no acúmulo de biomassa, enquanto a razão de massa foliar e clorofilas totais interferiram negativamente.

Discussão

O uso de reguladores vegetais tem sido apontado como promissora prática de manejo de espécies

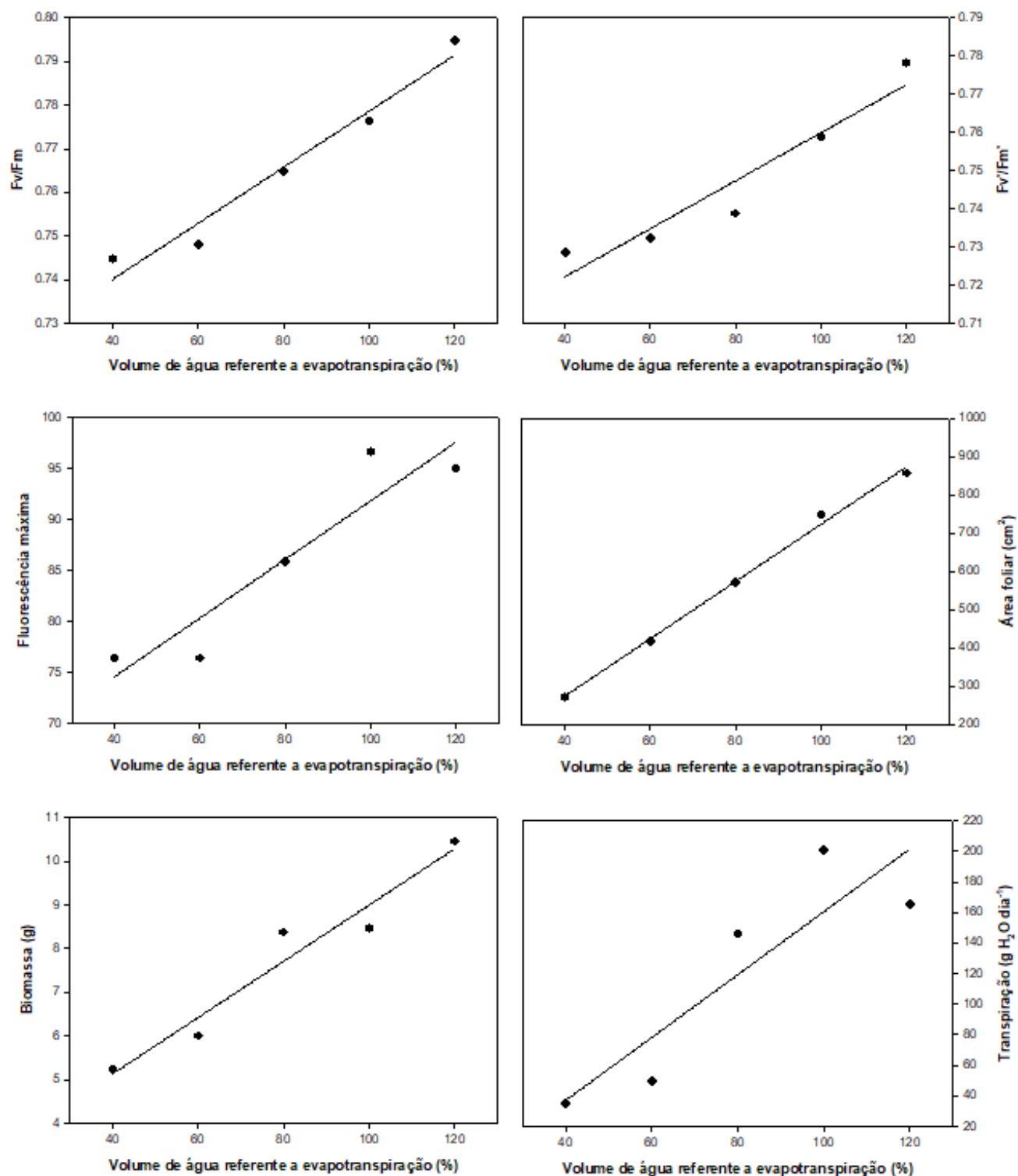


Figura 1. Equações de regressão para o máximo rendimento quântico do FSII: $Fv/Fm = 0.714 + 0.0006x$, $R^2 = 0.95^{**}$, eficiência de captura da energia de excitação pelos centros de reação abertos do PSII: $Fv'/Fm' = 0.697 + 0.0006x$, $R^2 = 0.91^{**}$, fluorescência máxima: $Fm = 63.08 + 0.29x$, $R^2 = 0.87^{*}$, Área foliar = $-26.53 + 7.51x$, $R^2 = 0.99^{**}$, biomassa = $2.55 + 0.065x$, $R^2 = 0.94^{**}$ e transpiração = $-45.21 + 2.06x$, $R^2 = 0.80^{*}$ de plantas de *E. urocam* submetidas a diferentes níveis de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do substrato) e combinação de hormônios (cinetina, giberelina e brassinosteroides).

Tabela 4. Modelo de regressão múltipla para avaliar o efeito das variáveis analisadas sobre a biomassa total de plantas de *E. urocam* submetidas a diferentes níveis de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do substrato) e combinação de hormônios (cinetina, giberelina e brassinosteroides)

Biomassa	R ² = 0,85		F (10;39) =22,58			
	Beta	Std,Err, of Beta	B	Std,Err, of B	t (19)	p-level
Intercept			4,344	2,796	1,554	0,128
Área foliar	0,917	0,129	0,009	0,001	7,120	0,000
RMF	-0,462	0,073	-18,981	3,002	-6,323	0,000
Cl total	-0,313	0,114	-0,662	0,241	-2,744	0,009

* Significativo a 1%; RMF: Razão de massa foliar; Cl total: Clorofila total.

florestais no intuito de maximizar o crescimento inicial e facilitar o estabelecimento das plantas (Lopes et al., 2015). No presente estudo a utilização da mistura de reguladores vegetais (brassinosteroides, citocinina e giberelina) promoveu leves reduções na concentração de clorofilas e eficiências de captação de energia solar e eficiência quântica do FSII insuficientes para danos metabólicos e sintomas visuais de estresse. No entanto, esta ligeira diferença aliada à similaridade no crescimento de plantas submetidas aos hormônios e testemunha são suficientes para assegurar que os reguladores vegetais não proporcionaram variações morfofisiológicas significativas em plantas de *E. urocam*.

A sazonalidade das precipitações pluviométricas torna a escassez de água o mais frequente evento causador de estresse. A pressão do protoplasto na parede celular durante a turgidez e relaxamento enzimático da parede celular é condição sine qua non para o alongamento celular e, à medida que se aumentou o volume de água ocorreu incremento linear de área foliar, de forma que as plantas irrigadas com volume de água referente a 40% da capacidade de retenção do substrato apresentam área foliar 68% inferior às plantas irrigadas com 120%. Os dados corroboram aos encontrados por Souza et al. (2015) avaliando plantas de eucalipto em estágio inicial de crescimento.

A maior área foliar representa elevado potencial de absorção de energia luminosa, alta fotossíntese e acúmulo de biomassa conforme registra a Tabela 4. Os estômatos acoplam a transpiração a produção de biomassa, pois pelo mesmo poro de perda de água ocorre influxo de CO₂, dessa forma, a maior taxa transpiratória em plantas irrigadas com volumes de água referentes a 120% da capacidade de retenção do substrato coincide com maior acúmulo de biomassa e área foliar, pois nesta condição de umidade a turgidez

é suficiente para alongamento e incremento da área foliar e os estômatos abertos permitem a perda de água e o influxo de CO₂. As variações na área foliar e biomassa também foram registrados em eucalipto por Yousaf et al. (2018).

As reduções na eficiência quântica do FSII (Fv/Fm) e eficiência de captação de energia de excitação (Fv'/Fm') e fluorescência máxima em plantas sob déficit hídrico são indicativos de estresse pela redução na dissipação térmica dos centros de reação do FSII. Os resultados corroboram aos encontrados por Banks, (2018) que identificou variação da eficiência quântica do PS II (Fv/Fm) em plantas sob déficit hídrico.

A consonância entre a fluorescência, área foliar, biomassa e transpiração em plantas irrigadas com volumes de água variando de 40 a 120% da capacidade de retenção do substrato demonstra que o déficit hídrico exerceu efeito negativo na morfofisiologia do crescimento de *E. urocam*.

Conclusão

A deficiência hídrica reduz o desenvolvimento de plantas de *E. urocam*. Os reguladores vegetais utilizados em mudas de *E. urocam* não promove variações no desenvolvimento destas plantas quando submetidas a diferentes níveis de irrigação, por isso, não se justifica o uso em mudas desta espécie.

Literatura Citada

ALLEN, R. G. et al. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56. Rome, FAO. 300p.

- ANTWI-BOASIAKO, C.; ACHEAMPONG, B. B. 2016. Strength properties and calorific values of sawdust-briquettes as Wood-residue energy generation source from tropical hardwoods of different densities. *Biomass and Bioenergy* 85:144-152.
- ARCE, J. J. C. 2019. Background Analytical Study Forests, inclusive and sustainable economic growth and employment. *Forests and SDG8*. 58p.
- AWAN, F. K.; KHURSHID, Y.; MEHMOOD, A. 2017. Plant Growth Regulators and Their Role in Abiotic Stress Management. *The International Journal of Innovative Research in Biosciences* 1(1):9-22.
- BANKS, J. M. 2018. Chlorophyll fluorescence as a tool to identify drought stress in *Acer* genotypes. *Environmental and Experimental Botany* 155:118-127.
- BROOKER, M. I. H. 2000. A new classification of the genus *Eucalyptus* L'Her. (Myrtaceae). *Australian Systematic Botany* 13(1):79-148.
- DRESSELHAUS, T.; HÜCKELHOVEN, R. 2018. Biotic and Abiotic Stress Responses in Crop Plants. *Agronomy* 8(11):1-6.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. 2018. The state of the world's forests: Forest Pathways to sustainable development, Acesso em: 28/06/2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/I9535EN/i9535en.pdf>
- FRANÇA, M. C. et al. 2019. Quality of the log and wood of *Eucalyptus* clones for use in lumber industry. *Ciência da Madeira (Brasil)* 10(1):8-17.
- GLANTZ, M. 2019. Desertification: environmental degradation in and around arid lands. CRC Press. 366p.
- JONG, W. et al. 2018. Community forestry and the sustainable development goals: A two way street. *Forests* 9(6):01-18.
- LOPES, V. A. et al. 2015. Initial growth of eucalyptus plants treated with gibberellin. *African Journal of Agricultural Research* 10(11):1251-1255.
- MAGGIO, A. et al. 2018. It's Hard to Avoid Avoidance: Uncoupling the Evolutionary Connection between Plant Growth, Productivity and Stress "Tolerance". *International Journal of Molecular Sciences* 19(11):01-24.
- MCCMAHON, D. E.; JACKSON, R. B. 2019. Management intensification maintains wood production over multiple harvests in tropical *Eucalyptus* plantations. *Ecological Applications* 29(4):01-15.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. 1995. Biometry: the principals and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman, New York.
- SMITH, M. 1991. Report on the expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requiremebts. Rome FAO. 45p.
- STATSOFT, INC. 2007. Statistica (data analysis software system). Version 7. Acesso em 17 jun. 2019. Disponível em: <http://www.statsoft.com/Products/STATISTICA-Features>
- SYSSTAT SOFTWARE, INC - SSI. 2006. SigmaPlot for Windows. Version 10. Acesso em 17 jun. 2019. Disponível em: <https://systatsoftware.com/products/sigmaplot/>
- SOUZA, B. R. et al. 2015. Growth of *Eucalyptus* plants irrigated with saline water. *African Journal of Agricultural Research* 10(1):1091-1096.
- WELLBURN, A. R. 1994. 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* 144(3):307-313.
- YOUSAF, M. S. et al. 2018. Effect of Drought Stress on the Growth and Morphological Traits of *Eucalyptus camaldulensis* and *Eucalyptus citriodora*. *PSM Biological Research* 3(3):85-91.



REFRIGERAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DE FLORES DE CAPUCHINHA

Alexandra Goede de Souza, Jaqueline Carvalho, Jéssica Mayumi Anami, Eduardo Affonso Jung, Paula Hamerski

Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul, Estrada do Redentor, 5665, Santa Galo, 89163-356, Rio do Sul, Santa Catarina, Brasil.

alexandra.souza@ifc.edu.br; jaquelinecarvalho1991@gmail.com; mayumi_anami@yahoo.com.br;
eduardojung2000@outlook.com; paula.hamerski@ifc.edu.br

O objetivo do trabalho foi avaliar a conservação pós-colheita de flores de capuchinha armazenadas em diferentes temperaturas do ar. Após a colheita, as flores foram acondicionadas em embalagens de polietileno tereftalato (PET) e submetidas aos tratamentos: armazenamento em temperatura ambiente ($22 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa (UR) de $75\% \pm 5\%$) e refrigerada ($5 \pm 1^\circ\text{C}$, $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR de $90 \pm 5\%$). Na colheita e após armazenamento final de cada tratamento, foram avaliadas a perda de massa fresca (MF), teor de sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (AT), relação SS/AT, pH, conteúdo de vitamina C, além de murcha e escurecimento aparente das flores. As maiores perdas de MF, maior murcha e escurecimento aparente, menores teores de SS, AT, relação SS/AT e conteúdo de vitamina C ocorreram no tratamento com armazenamento em temperatura do ar ambiente. O armazenamento refrigerado a 5°C e 10°C promoveu maior conteúdo de vitamina C e menor murcha e escurecimento aparente do tecido, mantendo as flores de capuchinha aptas para o consumo por mais tempo.

Palavras-chave: flores comestíveis, plantas alimentícias não convencionais, *Tropaeolum majus* L., vitamina C.

Refrigeration in the conservation of nasturtium flowers. The objective of this work was to evaluate the postharvest conservation of nasturtium flowers stored at different air temperatures. After harvesting, the flowers were placed in polyethylene terephthalate (PET) packaging and submitted to treatments: storage at room temperature ($22 \pm 2^\circ\text{C}$ and relative humidity (RH) of $75\% \pm 5\%$) and refrigerated ($5 \pm 1^\circ\text{C}$, $10 \pm 1^\circ\text{C}$ and $15 \pm 1^\circ\text{C}$ and RH of $90 \pm 5\%$). At harvest and after storage in each treatment, the fresh weight loss, soluble solids (SS), total titratable acidity (TA), SS/TA ratio, pH, vitamin C content and apparent wilting and darkening in the flowers were evaluated. The highest MF loss, higher apparent wilting and darkening, lowest SS, TA, SS/TA ratio and vitamin C content occurred in the treatment with storage at room air temperature. Cold storage at 5°C and 10°C promoted highest vitamin C content and lowest apparent wilting and darkening, keeping the nasturtium flowers suitable for consumption for more time.

Key words: edible flowers, unconventional food plants, *Tropaeolum majus* L., vitamin C.

Introdução

Apesar da utilização de flores na alimentação humana, no Brasil, estar restrita a espécies de couve-flor e brócolis, está ocorrendo um aumento da utilização de outras flores comestíveis, especialmente pela presença de compostos bioativos benéficos à saúde (Kaisoon et al., 2011). Dentre as flores, cujo aumento do consumo vem crescendo, destaca-se a capuchinha (*Tropaeolum majus* L.), uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC), caracterizada por não ser utilizada regularmente na alimentação (Kelen et al., 2015). A capuchinha, popularmente conhecida também como nastúrcio, alcaparra-de-pobre, entre outros, tem o Peru e o México como centro de origem primária (Lorenzi e Matos, 2007), mas atualmente é encontrada em várias partes do mundo, incluindo o Brasil. Trata-se de uma liana de hábito herbáceo, com folhas grandes, simples de aspecto circular e flores de cores vibrantes em formato de campânula (Souza e Lorenzi, 2005).

Atualmente, a capuchinha é valorizada pelos restaurantes finos, que servem as flores em saladas, guarnições e doces nutritivos e atraentes, além da decoração de pratos. Devido ao seu sabor picante, as flores de capuchinha tem grande aceitação na alimentação, aliando aspectos organolépticos e nutracêuticos (Benvenuti, Bortolotti & Maggini, 2016). Essas plantas tem ação anticoagulante (Santo et al., 2007), antiescorbútica, hipertensora, anti-inflamatória, calmante, expectorante e digestiva. Também são fonte de vitamina C, antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos e apresentam alta atividade antioxidante (Liberato, Lima e Silva, 2019).

Em geral, as flores são consideradas de alta perecibilidade, necessitando de condições adequadas para manter por mais tempo sua coloração, frescor e longevidade pós-colheita. A utilização do armazenamento refrigerado, é uma técnica empregada com sucesso em pós-colheita de muitos vegetais íntegros (Freddo, Cechin & Mazaro, 2013) ou minimamente processados (Souza et al., 2019), permitindo o transporte a longas distâncias e o armazenamento prolongado com reduzida perda de qualidade. A temperatura de armazenamento é o fator ambiental mais importante, tanto do ponto de vista comercial como do controle da senescência por regular

diretamente as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos dos vegetais (Chitarra e Chitarra 2005). Baixas temperaturas reduzem a produção de etileno, a respiração, retardam a degradação das reservas de açúcares ou outros substratos, prolongando a durabilidade das flores (Sonego e Brackmann, 1995).

Diante à escassez de trabalhos científicos sobre a conservação pós-colheita de flores de capuchinha, este trabalho tem como objetivo avaliar os atributos físicos e químicos em flores de capuchinha submetidas ao armazenamento refrigerado.

Material e Métodos

As plantas de capuchinha ‘Jewel’ de cor laranja foram produzidas na área experimental do Instituto Federal Catarinense (IFC) - Campus Rio do Sul, SC. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com substrato comercial orgânico e transplantadas após 30 dias da emergência para quatro canteiros com área de 2 m² cada. Nos canteiros foram aplicados 22.000 kg/ha de esterco de peru e incorporados com auxílio de um encanteirador quinze dias antes do transplante. A colheita foi realizada manualmente no início da manhã e imediatamente transportadas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal e Pós-colheita local. Foram colhidas somente as flores que estavam no estágio XII, caracterizada pela antese total (Silva et al., 2018).

As flores foram classificadas, sendo retiradas aquelas com defeitos enquanto as demais foram acondicionadas em embalagens de polietileno tereftalato (PET) nas dimensões 217 mm x 147 mm x 68 mm. As embalagens contendo as flores foram armazenadas nas temperaturas do ar de 5±1°C e UR de 90 ± 5%; 10±1°C e UR de 90 ± 5%; 15±1°C e UR de 90 ± 5% (em incubadora B.O.D. com controle de temperatura e umidade, sem luz); e em temperatura do ar ambiente (22±2 °C e UR de 75% ± 5%) por oito dias. A testemunha foi representada pelas análises realizadas no momento da colheita para efeitos de comparação.

Na colheita e após oito dias do armazenamento das flores foram avaliados a perda de massa fresca (MF), a murcha e o escurecimento aparente, teor de sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (AT), relação SS/AT, pH e conteúdo de vitamina C. Nas flores de capuchinha armazenadas sem refrigeração, todas as

análises foram realizadas após seis dias de armazenamento, pois as flores apresentavam sinais avançados de senescência.

Para avaliação da perda de massa fresca total foram realizadas pesagens das flores com balança analítica a cada dois dias, sendo: 0 (dia da colheita), 2, 4, 6 e 8 dias de armazenamento.

A murcha e o escurecimento aparente das flores de capuchinha foram avaliados utilizando-se uma escala evolutiva (notas) de acordo com Souza et al. (2016) com adaptações. A escala varia de 1 a 4, sendo: 1) < 25% de escurecimento ou murcha; 2) 26-50% de escurecimento ou murcha; 3) 51-75% de escurecimento ou murcha e 4) 76-100% de escurecimento ou murcha do tecido.

Os teores de AT foram obtidos por titulometria de 10 mL do suco das flores (processada com auxílio de um “mixer”) diluídos em 90 mL de água destilada com hidróxido de sódio 0,1N até o ponto de viragem (Instituto Adolfo Lutz, 2008) e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico. Os teores SS foram determinados em refratômetro digital com compensação automática de temperatura em suco extraído das flores conforme descrito para AT. A relação entre SS/AT foi calculada pela divisão dos SS pela AT. O pH foi determinado com pHmetro de bancada (modelo mPA210) também com suco extraído das flores (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

O conteúdo de vitamina C foi determinado pelo método espectrofotométrico, utilizando-se 2,4-dinitrofenilhidrazina (Amarante et al., 2019). Foi utilizado 1 g da amostra, macerado em 50 mL de ácido oxálico (0,5%). Após filtragem, em 1 mL da amostra foram adicionados 3 mL de ácido oxálico, cinco gotas do agente oxidante 2,6 diclorofenol-indofenol (2,6-DCFI), 1 mL de 2,4 dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH), uma gota de tiouréia e 5 mL de ácido sulfúrico. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Kasiv - K37-Vis) a 520 nm, e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de MF.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, cada repetição composta por três embalagens com 20 flores. Os dados foram testados para os pressupostos da análise variância usando Bartlett (teste de

homogeneidade de variância) e Shapiro-Wilk (teste de normalidade). Atendidos os requisitos os dados não transformados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

Resultados e Discussão

A perda de massa fresca total das flores de capuchinha foi maior no tratamento com armazenamento em temperatura ambiente, seguido pelo armazenamento refrigerado a 15°C, enquanto para os demais tratamentos as perdas não apresentaram diferenças significativas. Após seis dias do armazenamento em temperatura ambiente a perda média de massa fresca foi de 43,2%, enquanto no armazenamento refrigerado a 15°C, 10°C e 5°C a perda foi de 30,2%, 21,8% e 21,7%, respectivamente, após oito dias do armazenamento (Figura 1). A maior perda no armazenamento sem refrigeração pode ser decorrente da maior transpiração, provocada pelas altas temperaturas, resultando na desidratação dos tecidos (Freddo, Cechin & Mazaro, 2013), indicando que o armazenamento a temperatura de 15°C pode ser considerada alta para conservação das flores desta espécie. Segundo Sonogo e Brackmann (1995), o armazenamento de flores de rosa por um dia na

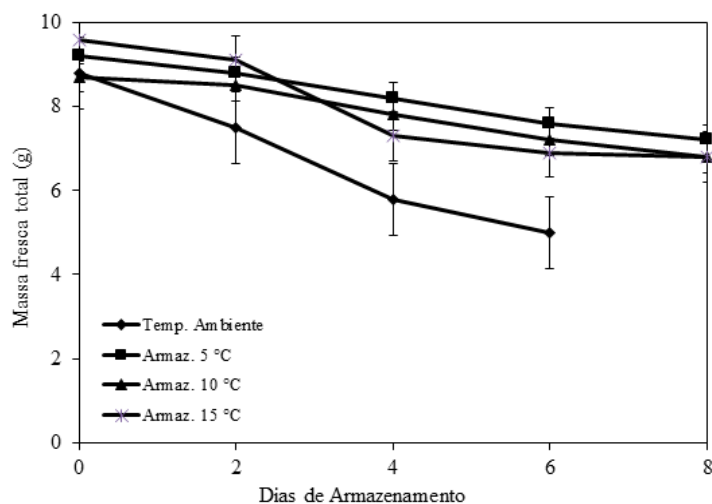


Figura 1. Perda de massa fresca total em flores de capuchinha (*Tropaeolum majus*) durante o armazenamento.

As barras indicam diferenças significativas mínimas calculadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

temperatura de 15°C equivale a três dias de armazenamento a 5°C.

Os resultados deste estudo indicam que a refrigeração a 5°C ou 10°C pode auxiliar na redução da perda de massa fresca em flores de capuchinha durante o armazenamento por até oito dias. Resultados semelhantes foram encontrados em folhas de cebolinha-verde e couve-manteiga minimamente processadas onde o armazenamento refrigerado a 10°C promoveu perdas de 6,8% e 5,5%, respectivamente, e de 60,5% 30% quando armazenado sem refrigeração (Souza, Carvalho e Anami, 2018a; Souza, Carvalho e Anami, 2018b). Para flores de capuchinha acondicionadas em bandejas de isopor e recobertas com filme de PVC armazenados a 5°C por oito dias foram reportadas perdas inferiores (13,6%) as obtidas neste estudo (Sangalli, Scalon e Carvalho, 2007). As maiores perdas reportadas no presente estudo podem ser decorrentes das diferenças de embalagens utilizadas para o armazenamento. Mesmo as flores de capuchinha que permaneceram no campo após o ponto ideal de colheita (estádio XII) quantificou-se perdas de massa fresca, resultante do processo natural de senescência (Silva et al., 2018).

A refrigeração promoveu redução de murcha e do escurecimento aparente dos tecidos das flores de capuchinha, enquanto as flores submetidas ao armazenamento em temperatura do ar ambiente apresentaram os piores valores na escala evolutiva de murcha (4,0) e escurecimento (4,0) aparente (Tabela 1).

Tabela 1. Murcha e escurecimento aparente em flores de capuchinha (*Tropaeolum majus*) após o período final de armazenamento¹

Tratamento	Murcha	Escurecimento
Colheita (testemunha)	1,0 c ²	1,0 c
Armazenamento a 5 °C	1,1 c	1,2 c
Armazenamento a 10 °C	1,4 c	1,5 c
Armazenamento a 15 °C	2,1 b	3,2 b
Armazenamento Temp Ambiente	4,0 a	4,0 a
Média	1,9	2,2
CV(%)	9,6	12,1

¹Escala de murcha e escurecimento: 1: <25%; 2: entre 26-50%; 3: entre 51-75%; e 4: entre 76-100% de murcha e escurecimento aparente.

²Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A menor murcha foi observada nos tratamentos com armazenamento refrigerado a 5°C e 10°C, os quais não diferiram estatisticamente da colheita, seguido do armazenamento refrigerado a 15°C, corroborando com os resultados de perda de massa fresca das flores. Após seis dias de armazenamento, as flores de capuchinha armazenadas sem refrigeração estavam totalmente impróprias para o consumo, enquanto as demais permaneceram aptas até o oitavo dia, indicando que a murcha pode ser reduzida com o armazenamento refrigerado. Em folhas de cebolinha-verde e de couve manteiga minimamente processadas armazenadas sob refrigeração (10°C) também apresentaram menor murcha quando comparado ao armazenamento em temperatura ambiente (Souza, Carvalho e Anami, 2018a; Souza, Carvalho e Anami, 2018b).

O escurecimento do tecido das flores de capuchinha também foi menor (1,0) com o armazenamento refrigerado a 5°C e 10°C, não diferindo do momento da colheita (Tabela 1). O escurecimento promove alterações indesejáveis na aparência e na qualidade sensorial do produto, reduzindo a vida útil e o valor comercial, especialmente produtos com vida de prateleira reduzida. O escurecimento pode ser provocado por uma série de fatores, como estresses ou a presença de fenóis que, quando oxidados pelas enzimas polifenóis oxidases (PPOs), resultam no escurecimento dos tecidos vegetais (Pietro et al., 2012). O armazenamento em temperaturas elevadas, pode provocar o colapso das células, favorecendo a atuação destas enzimas sobre os substratos, resultando no escurecimento do tecido. Por outro lado, a refrigeração reduz a atividade respiratória, mantendo por mais tempo a integridade da membrana plasmática, evitando o extravasamento de eletrólitos (Cherut, 2009), promovendo efeito positivo no retardo do escurecimento das flores de capuchinha.

Houve redução nos teores de SS de 26,8% e 68% nas flores de capuchinha armazenadas a 15°C e em temperatura ambiente, respectivamente, quando comparadas com o tratamento testemunha (Tabela 2). A redução dos teores de SS em temperaturas elevadas é esperada, pois nesse caso ocorre aumento da velocidade respiratória e maior utilização dos açúcares durante o armazenamento (Chitarra e Chitarra, 2005). Comportamento semelhante foi reportado em frutos de carambolas e folhas de cebolinha-verde

Tabela 2. Sólidos solúveis (SS; %), acidez titulável total (AT; %), relação SS/AT, pH e conteúdo de vitamina C (Vit C; mg 100⁻¹ de MF) em flores de capuchinha (*Tropaeolum majus*) após o período final de armazenamento

Adubação	SS (%)	AT (%)	SS/AT	pH	Vit C mg 100 ⁻¹
Colheita (testemunha)	9,7 a ¹	0,20 a	48,5 a	5,3 b	80,2 a
Armazenamento a 5°C	9,6 a	0,21 a	45,7 a	5,3 b	72,2 a
Armazenamento a 10°C	10,9 a	0,23 a	47,4 a	5,5 b	69,9 a
Armazenamento a 15°C	7,1 b	0,18 a	39,4 b	5,5 b	54,9 b
Armaz. temp. ambiente	3,1 c	0,12 b	25,8 c	6,3 a	46,8 b
Média	7,5	0,19	41,4	5,6	64,8
CV (%)	12,3	11,2	14,2	2,5	10,2

¹Valores seguidos pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

minimamente processadas durante o armazenamento sem refrigeração (Ogassavara et al., 2009). Em capuchinha, cujas flores permaneceram no campo até a completa senescência, também foram observadas reduções no teor de SS a partir do ponto ideal de colheita (Silva et al., 2018). No entanto, quando as flores foram armazenadas a 5°C e 10°C por oito dias, os teores de SS não diferiram da testemunha (Tabela 2), indicando que para esta planta, o armazenamento refrigerado nessas temperaturas não afeta a qualidade deste atributo.

O valor médio de SS encontrado na colheita para as flores de capuchinha foi de 9,7%, valor superior aos 6,0%, 5,6% e 7,8% reportados por outros autores para a espécie (Costa, Ribeiro e Barbosa, 2014; Ribeiro, Barbosa e Costa, 2012; Silva et al., 2018) e aos 5,6%, 4,56% e 5,5,% para flores comestíveis de *hemerocalis* (*Hemerocallis x hybrida*), *cravina* (*Dianthus chinensis*) e *boca-de-leão* (*Antirrhinum majus*), respectivamente (Stefaniak & Grzeszczuk, 2019). Porém, os valores são inferiores aos de outras flores comestíveis como de *goiabeira-serrana* (*Acca sellowiana*) (11,75%) (Amarante et al., 2019) e *opuntia* (*Opuntia stricta*) (14,9%) (Ammar et al., 2014).

Os teores de AT não diferiram da testemunha em nenhum dos tratamentos com armazenamento refrigerado. No entanto, quando armazenado em temperatura ambiente as flores de capuchinha apresentaram reduções de 40% na AT em relação à colheita (Tabela 2). Assim como para SS, o armazenamento em temperatura ambiente promoveu maior degradação dos ácidos orgânicos, acelerando o processo de senescência das flores. Reduções nos valores de AT também foram reportados para folhas

de couve manteiga minimamente processadas quando armazenados em temperatura ambiente (Souza, Carvalho e Anami, 2018b).

Os valores médios de AT (0,19%) são semelhantes aos reportados em flores de capuchinha laranja produzidas na Paraíba (Costa, Ribeiro e Barbosa, 2014), podendo ser considerada uma hortaliça de baixa acidez. Acidez elevada decorre da presença de ácidos orgânicos que contribuem na manutenção da qualidade pós-colheita dos tecidos vegetais por servir de fonte de oxidação no processo respiratório, indicando

que para flores de capuchinha, o armazenamento refrigerado é importante para manutenção da AT e conservação do produto. Além disso, vegetais com menores valores de AT apresentam maior aceitação pelo consumidor (Chitarra e Chitarra, 2005). Em flores de *hemerocalis*, *cravina* e *boca-de-leão* foram reportados AT de 0,31%, 0,35% e 0,29%, respectivamente (Stefaniak & Grzeszczuk, 2019), valores superiores aos encontrados para capuchinha neste estudo.

Assim como para SS e AT, os menores valores da relação SS/AT foram encontrados no armazenamento sem refrigeração (25,8) seguido do armazenamento refrigerado a 15°C (39,4). As maiores relações foram obtidas na colheita (48,5) e refrigeradas a 10°C (47,4) e 5°C (45,7), os quais não diferiram entre si (Tabela 2). Relações de SS/AT elevadas são decorrentes dos maiores valores de SS apresentados pelas flores de capuchinha na colheita e no armazenamento refrigerado nas menores temperaturas. Relação entre SS/AT de 42 foram reportados para flores de capuchinhas laranjadas produzidas na Paraíba (Costa, Ribeiro e Barbosa, 2014), semelhante a relação apresentada no tratamento da colheita do presente estudo. As alterações nos teores de açúcares e compostos ácidos podem promover alterações nas propriedades sensoriais do produto, especialmente na sensação de doçura e acidez (Barret, Beaulieu & Shewfelt, 2010), sendo a relação entre SS/AT um indicador das qualidades organolépticas dos alimentos. Em flores de *hemerocalis*, *cravina* e *boca-de-leão* foram reportados SS/AT de 18,08, 16,08 e 17,99, respectivamente (Stefaniak & Grzeszczuk, 2019), indicando serem flores de sabor menos agradável quando comparadas com a capuchinha.

Os valores de pH não diferiram da testemunha em nenhum dos tratamentos com armazenamento refrigerado. No entanto, quando armazenado em temperatura ambiente os valores de pH aumentaram significativamente (Tabela 2). O aumento do pH pode ser atribuído à redução da AT quando do armazenamento não refrigerado, decorrente da oxidação dos ácidos orgânicos no processo respiratório. Os valores de pH das flores de capuchinha, na colheita, obtidos neste estudo (5,3) foram semelhantes aos 5,7 reportados em flores de capuchinha produzidos na Paraíba (Ribeiro, Barbosa e Costa, 2012).

Houve redução do conteúdo de vitamina C nas flores de capuchinha armazenadas em temperatura ambiente e refrigeradas a 15°C, não diferindo entre si, quando comparado com a colheita. Entretanto, as flores refrigeradas a 5°C e 10°C não diferiram significativamente da colheita (Tabela 2). Reduções nos conteúdos de vitamina C são comuns durante o armazenamento da maioria dos vegetais em função da oxidação enzimática do ácido ascórbico (Lee & Kader, 2000). Por exemplo, morangos armazenados por três dias e fisalis por 28 dias apresentaram, respectivamente, redução de 3,2% e 74,1% no conteúdo de vitamina C (Andrade Junior et al., 2016; Silva et al., 2013).

O conteúdo médio de vitamina C foi de 64,8 mg 100 g⁻¹ de MF, variando de 46,8 a 80,2 mg 100 g⁻¹ de MF, com menores valores no armazenamento em temperatura ambiente e maiores na colheita. O conteúdo de vitamina C presente nas flores avaliadas na colheita e refrigeradas a 5°C e 10°C são semelhantes e até superiores a frutos considerados fontes importantes desta vitamina, como a laranja (*Citrus cinensis*) (62,5 mg 100 g⁻¹ de MF), goiaba (*Psidium guajava*) (85,9 mg 100 g⁻¹ de MF) (Oliveira et al., 2011) e mamão (*Carica papaya*) (80,2 mg 100 g⁻¹ de MF) (Couto e Canniatti-Brazaca, 2010). Para algumas flores também são reportados valores elevados de vitamina C como em amor-perfeito (*Viola x wittrockiana*) (256 mg 100 g⁻¹ de MF), capuchinha vermelha (*Tropaeolum majus*) (129 e 60,9 mg 100 g⁻¹ de MF), cebolinha-verde (*Allium schoenoprasum*) (108 mg 100 g⁻¹ de MF), goiabeira-serrana (25,2 mg 100 g⁻¹ de MF), hemerocalis (75,98 mg 100 g⁻¹ de MF) e cravina (89,78 mg 100 g⁻¹ de MF) (Amarante et al., 2019; Costa, Ribeiro e Barbosa, 2014; Fernandes et al., 2016; Stefaniak & Grzeszczuk, 2019).

A vitamina C é importante para a manutenção da saúde da pele, gengivas e vasos sanguíneos, além da prevenção do escorbuto, melhora do sistema imunológico humano e é um importante antioxidante (Lee & Kader, 2000). No entanto, a vitamina C não é produzida pelo organismo humano, necessita ser ingerida, e os alimentos como frutas e hortaliças são as principais fontes desta vitamina. A IDR (ingestão diária recomendada) estabelecida para adultos no Brasil é de 45 mg (Brasil, 2005) e 75 mg pela FAO/OMS (Fernandes et al., 2016). Desta forma, a ingestão diária de 100 g de flores de capuchinha, supre totalmente a recomendação de IDR de vitamina C. Mesmo com a redução dos conteúdos de vitamina C com o armazenamento em temperatura ambiente e refrigerada a 15°C, o consumo de 100 g também supre totalmente a IDR do Brasil e em 73,2% e 62,4% a da FAO/OMS, respectivamente, indicando serem fontes importantes desta vitamina na dieta humana, mesmo após oito dias do armazenamento.

Conclusões

É possível armazenar flores de capuchinha por até oito dias sem perda das qualidades visuais e nutricionais em ambiente refrigerado a 5°C e 10°C.

O armazenamento das flores de capuchinha em temperatura ambiente não é aconselhável, pois ocorre imediata perda de qualidade.

O uso alimentar de flores de capuchinha é uma boa alternativa na agregação de nutrientes a dieta humana.

Literatura Citada

- AMARANTE, C. V. T. do, et al. 2019. Physicochemical attributes and functional properties of flowers of Brazilian feijoa genotypes. Pesquisa Agropecuária Brasileira 54(445):1-5.
- AMMAR, L. et al. 2014. Characterization of two prickly pear species flowers growing in Tunisia at four flowering stage. LWT - Food Science and Technology 59(1):448-454.
- ANDRADE JUNIOR, V. C. et al. 2016. Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. Horticultura Brasileira 34(3):405-411.

- BARRET, D. M.; BEAULIEU, J. C.; SHEWFELT, R. 2010. Color, flavor, texture and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Critical reviews in Food Science and Nutrition* 50(5):369-389.
- BENVENUTI, S.; BORTOLOTTI, E.; MAGGINI, R. 2016. Antioxidant Power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Scientia Horticulturae* 199(1):170-177.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA-ANVISA. 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da União, Poder Executivo. Brasília.
- CANTERI, M. G. et al. 2001. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação* 1(2):18-24.
- CHERUT, A. J. 2009. Changes in non-enzymatic antioxidant and ascorbic acid production in *Catharanthus roseus* with different soil salinity regimes. *Botany Research International* 2(1):1-6.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. 2005. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras, MG, UFLA. 785p.
- COSTA, L. C. da; RIBEIRO, W. S.; BARBOSA, J. A. 2014. Compostos bioativos e alegações de potencial antioxidante de flores de maracujá, cravo amarelo, rosa e capuchinha. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 16(6):279-289.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. 2010. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30(1):15-19.
- FERNANDES, L. et al. 2016. Uma perspectiva nutricional sobre flores comestíveis. *Acta Portuguesa de Nutrição* 6(1):32-37.
- FREDDO, A. R.; CECHIN, F. E.; MAZARO, S. M. 2013. Conservation of post-harvest leaves of green onion (*Allium fistulosum* L.) with the use of salicylic acid solution. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science (Guarapuava)* 6(3):87-93.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1. ed. digital. São Paulo. 1020p.
- KAISOON, O. et al. 2011. Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. *Journal of Functional Foods* 3(2):88-99.
- KELEN, M. E. B. et al. 2015. Plantas Alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas. 1 ed. UFRGS, Porto Alegre. 44p.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factor influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20(3):207-220.
- LIBERATO, P. da S.; LIMA, D. V. T. de; SILVA, G. M. B. da. 2019. PANCs - Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. *Environmental Smoke* 2(2):102-111.
- LORENZI, H. MATOS, F. J. A. 2007. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. São Paulo, Instituto Plantarum. 2 ed. 576p.
- OLIVEIRA, D. S. et al. 2011. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum-Health Science* 33(1):89-98.
- OGASSAVARA, F. O. et al. 2009. Comparação entre cultivares de carambola para produção de produtos minimamente processados. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31(2):544-551.
- PIETRO, J. et al. 2012. Qualidade de rosas de corte tratadas com produtos naturais. *Ciência Rural (Brasil)* 42(10):1781-1788.
- RIBEIRO, W. S.; BARBOSA, J. A.; COSTA, L. C. da. 2012. Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.). Brasília, Editora Kirion. 100p.
- SANGALLI, A.; SCALON, S. P. Q.; CARVALHO, J. C. L. 2007. Perda de massa de flores de capuchinha após armazenamento. *Horticultura Brasileira* 25(3):471-474.

- SANTO, A. P. E. et al. 2007. Efeito anticoagulante *in vitro* do extrato hidroetanólico de folhas e flores édulas de *Tropaeolum majus* L. (Tropaeolaceae) sobre o plasma humano. *Latinamerican Journal of Pharmacy* (Buenos Aires) 26(5):732-736.
- SILVA, D. F. da, et al. 2013. Conservação pós-colheita de fisális e desempenho produtivo em condições edafoclimáticas de Minas Gerais. *Revista Ceres* (Brasil) 60(6):826-832.
- SILVA, E. N. da, et al. 2018. Determinação do ponto de colheita de flores de *Tropaeolum majus* L. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* 8(1):37-43.
- SONEGO, G.; BRACKMANN, A. 1995. Conservação pós-colheita de flores. *Ciência Rural* (Brasil) 25(3):473-479.
- SOUZA, A. G. de, et al. 2016. Postharvest quality of feijoa flowers treated with different preservative solutions and 1-Methylcyclopropene. *Revista Brasileira de Fruticultura* 38(4):e-759.
- SOUZA, A. G. de; CARVALHO, J.; ANAMI, J. M. 2018a. Refrigeração e ácido ascórbico na conservação de cebolinha-verde minimamente processada. *Revista Agropecuária Catarinense* (Brasil) 31(2):58-62.
- SOUZA, A. G. de; CARVALHO, J.; ANAMI, J. M. 2018b. Conservação de couve minimamente processada tratada com ácido ascórbico. *Revista Evidência* (Brasil) 18(2):147-160.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. 2005. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira*. Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum. 640p.
- SOUZA, A. G. de, et al. 2019. Efeito da refrigeração na conservação de hortaliças orgânicas minimamente processadas. *Revista Evidência* (Brasil) 19(2):131-148.
- STEFANIAK, A.; GRZESZCZUK, M. 2019. Nutritional and biological value of five edible flower species. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* (Cluj-Napoca) 47(1):128-134.
-

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE MANDIOCA CULTIVAR BRS PURUS SUBMETIDAS A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIOS EM MANAUS-AM

Ronaldo Ribeiro de Moraes*, Inocêncio Júnior de Oliveira e José Roberto Antoniol Fontes

Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Caixa Postal 319, 69010-970, Manaus, AM.
ronaldo.morais@embrapa.br; inocencio.oliveira@embrapa.br; jose.roberto@embrapa.br

*Autor para correspondência: ronaldo.morais@embrapa.br

O arranjo espacial de plantio, e consequentemente, a densidade populacional de plantas tem influência direta no crescimento, desenvolvimento e produtividade de mandioca. O trabalho analisa os efeitos de diferentes arranjos espaciais de plantios sobre as características biométricas e de produtividade da cultivar de mandioca BRS Purus cultivada em área de terra firme em Manaus-AM. Foram avaliados seis tipos de arranjos espaciais, sendo três plantios em linhas simples, com espaçamento de 1,0 m entre as linhas e 0,6, 0,8 e 1,0 m entre as plantas, e três em linhas duplas, com espaçamentos de 2,0 m entre as fileiras duplas, 0,5, 0,6 e 0,75 m entre as fileiras simples e 0,5, 0,6 e 0,75 m entre as plantas nas fileiras simples. As variáveis biométricas avaliadas foram o diâmetro, comprimento e número de hastes e a altura das plantas, e as variáveis de produtividade avaliadas foram a massa fresca da raiz, das folhas, da parte aérea total, o número de raízes e o índice de colheita. Todos os caracteres de produção de biomassa da parte aérea, e suas repartições, apresentaram correlação significativa positiva com o caractere de produção de biomassa radicular. Os parâmetros biométricos de crescimento da cultivar BRS Purus com exceção da altura das plantas, não sofreram influência em função dos espaçamentos de plantio, e as maiores produtividade de massa fresca de raízes por área foram obtidas nas duas maiores densidades de plantio quando em fileiras simples.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, densidade de plantio, produção de raízes, massa fresca.

Biometric characteristics and productivity of cassava plants cultivate BRS Purus submitted to different planting spacing in Manaus-AM. The spatial arrangement of planting, and consequently the population density of plants has a direct influence on the growth, development and productivity of cassava. The work analyzes the effects of different spatial arrangements of planting on the biometric characteristics and productivity of the cassava cultivar BRS Purus cultivated in an area of terra firme in Manaus-AM. Six types of spatial arrangements were evaluated, being three plantations in simple lines, with spacing of 1.0 m between the lines and 0,6, 0,8 and 1,0 m between the plants, and three in double rows, with spacing of 2,0 m between double rows, 0,5, 0,6 and 0,75 m between single rows and 0,5, 0,6 and 0,75 m between plants in single rows. The biometric variables evaluated were the diameter, length and number of stems and the height of the plants, and the productivity variables evaluated were the fresh mass of the root, the leaves, the total aerial part, the number of roots and the harvest index. All the biomass production characters of the aerial part, and their distribution, showed a significant positive correlation with the root biomass production character. The biometric parameters of growth of the BRS Purus cultivar, with the exception of the height of the plants, were not influenced by the planting spacing, and the highest productivity of fresh root mass per area was obtained in the two highest planting densities when in single rows.

Key words: *Manihot esculenta*, planting density, root production, fresh mass.

Introdução

No Amazonas, o cultivo de mandioca é destinado principalmente à produção de farinha, com estimativa de consumo *per capita* de 43,4 kg ano⁻¹, além do consumo *in natura*. Neste caso, exerce um importante papel no regime nutricional, devido ao seu alto valor energético, sobretudo entre as classes de menor poder aquisitivo (Dias, 2015).

Apesar da relevância da cultura da mandioca para o estado do Amazonas, a produtividade média alcançada em 2017 foi de apenas 9,65 t ha⁻¹. A baixa produtividade dos cultivos de mandioca no estado do Amazonas se dá pelo manejo inadequado da cultura, incluindo-se a ineficiente nutrição da planta, falta de controle inadequado de plantas infestantes, etc, e principalmente pelo uso de cultivares tradicionais de baixa produtividade e de arranjo espacial com população de plantas abaixo do recomendado para a cultura no Estado, geralmente de 1 m x 1 m e 10.000 plantas por hectare. Em contrapartida, com o plantio de mandioca, no espaçamento de 1 m x 1 m de cultivares recomendadas, como BRS Purus, que possui raiz de polpa creme e teor de amido de 26,0%, pode-se atingir a produtividade de 25,0 t ha⁻¹ aos 12 meses de ciclo (Dias et al., 2004).

Os estudos sobre arranjos espaciais com adensamentos de plantas são importantes para estimar os índices de ganho de produtividade até certo nível populacional. A mandioca comumente é plantada em cultivo solteiro em linhas simples, pois o adensamento proporciona maiores rendimentos à cultura por área plantada (Mattos et al., 2005, Gabriel Filho, Strohhaecker e Fey, 2003). Contudo, quando há a necessidade de consorciar a mandioca com outras culturas, tem sido utilizado o plantio em fileiras duplas, com espécies como milho, feijão caupi e soja (Devides et al., 2009; Mattos et al., 2005; Tsay, Fukay e Wilson,

1987). No sistema de plantio de fileiras duplas existe a vantagem dos tratos culturais e rotação de culturas na mesma área, mantendo-se a produtividade (Mattos, Souza e Caldas, 1990, Mattos et al., 2005, Gabriel Filho, Strohhaecker e Fey, 2003; Silva et al., 2013; Rojas et al., 2007).

O trabalho analisa os efeitos de diferentes arranjos espaciais de plantios sobre as características biométricas e de produtividade da cultivar de mandioca BRS Purus cultivada em ambiente de terra firme em Manaus-AM.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, AM (02°53'48" S, 59°59'08" W, 102 m de elevação), com clima do tipo Af, em Latossolo Amarelo, distrófico, muito argiloso. As condições climáticas em relação à precipitação e temperatura média do ar foram monitoradas durante o período total do experimento (Figura 1).

A temperatura mínima não foi inferior a 24°C e a máxima, não ultrapassou os 28°. A precipitação acumulada durante o período do experimento foi de 2736 mm, com as maiores taxas reportadas para fevereiro (377 mm) e as menores observadas em

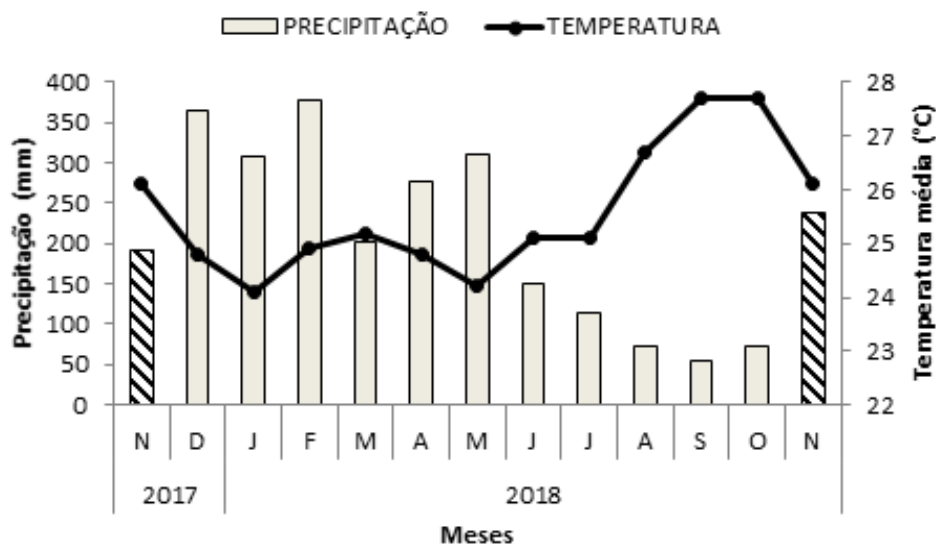


Figura 1. Dados climatológicos de precipitação mensal (mm) e temperatura média do ar (°C) obtidos na estação agrometeorológica do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, AM. Em destaque, hachurados no gráfico, os dados de precipitação obtidos no período do plantio (novembro-2017) e da colheita (novembro-2018).

agosto (72 mm). Como observado na Figura 1, o plantio foi realizado no início do período mais chuvoso na região, com as condições adequadas em relação ao status hídrico do solo, o que propiciou um crescimento e desenvolvimento das plantas de mandioca, sem que houvesse restrição hídrica para as plantas. Já a colheita foi realizada um ano após o plantio, no início do período das chuvas na região.

O preparo de solo foi realizado com arado de discos, a uma profundidade de 40 cm e grade niveladora para eliminação de torrões e o plantio foi realizado em Novembro de 2017, utilizando-se manivas-sementes com 20 cm de comprimento da cultivar BRS Purus, que apresentar características de crescimento com ramificação de hábito dicotômico, formato da raiz cônica cilíndrica, teor de amido médio de 26% e de ciclo de 12 a 16 meses (Dias, Xavier e Barreto, 1999)

Na ocasião do plantio, os sulcos foram abertos com sulcadora-adubadora, à profundidade média de 10 cm, seguindo os espaçamentos de cada tratamento, e a adubação de plantio foi realizada com a aplicação 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples. Foi realizada a adubação de cobertura com 300 kg ha⁻¹ da fórmula 18-00-18 para fornecimento de N e K₂O, sendo a metade da dose aos 30 dias após o plantio e outra metade aos 60 dias após o plantio da mandioca.

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio da aplicação em pré-emergência do herbicida isoxaflutole (93,7 g de i. a. ha⁻¹), da aplicação em pós-emergência do herbicida bentazon (960 g de i. a. ha⁻¹) aos 25 e 90 dias após o plantio e mais uma capina aos 120 dias após o plantio.

Os tratamentos foram constituídos por seis arranjos espaciais de plantas, com interação entre espaçamento entre as fileiras e espaçamento entre as plantas. Para os tratamentos em fileiras simples, os tratamentos foram os seguintes para espaçamento entre fileiras x espaçamento entre plantas, respectivamente: T1= 1,0 m x 0,6 m (16667 plantas ha⁻¹), T2= 1,0 m x 0,8 m (12500 plantas ha⁻¹), T3= 1,0 m x 1,0 m (10000 plantas ha⁻¹), e para os tratamentos em fileiras duplas, os tratamentos foram os seguintes para o espaçamento entre as fileiras duplas x espaçamento entre fileiras simples x espaçamento entre plantas na fileira simples, respectivamente: T4= 2,0 m x 0,5 m x 0,5 m (16000 plantas ha⁻¹), T5= 2,0 m x 0,6 m x 0,6 m (12820 plantas ha⁻¹), T6= 2,0 m x 0,75 m x 0,75 m (9709 plantas ha⁻¹).

Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. As parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas para os tratamentos em fileiras simples e por três fileiras duplas para os tratamentos em fileiras duplas com seis metros de comprimento, perfazendo um total de plantas úteis distintas para os tratamentos (T1 e T4 = 16 plantas, T2 e T5 = 12 plantas e T3 e T6 = 10 plantas).

Para melhor detalhamento e comparação das variáveis biométricas e de produção de biomassa, em cada parcela da área útil, foram selecionadas três plantas aleatoriamente para o acompanhamento dos parâmetros: diâmetro da haste (DH) (a 10 cm do nível do solo); comprimento da haste principal (CH); altura da planta (AP); número de hastes (NH); massa fresca radicular (MFR); massa fresca da parte aérea (MFPA) (hastes + folhas); massa fresca de hastes (MFH); massa fresca de folhas (MFF); número de raízes por planta (NR).

Para melhor avaliação da produtividade por área útil, foram coletadas todas as plantas das parcelas e avaliadas a massa fresca da parte aérea (MFPA), número de raízes por planta (NR), massa fresca radicular (MFR) e o índice de colheita (IC) por meio da equação (MFR/(MFR+MFPA)*100).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e teste Tukey para a comparação de médias a 5% de probabilidade. Realizou também a análise de correlação de Pearson.

Resultados e Discussão

Para a análise de correlação de Pearson utilizaram-se todos os dados independente dos tratamentos ($n = 54$) (Tabela 1). Os dados mostram correlação significativa negativa entre o diâmetro da haste e o número de hastes ($r = -0,47$), e que o diâmetro de haste não teve correlação significativa com os outros caracteres biométricos e de produtividade. O comprimento das hastes teve correlação significativa com o número de hastes produzidas por planta ($r = 0,34$), e também, com o número de raízes produzidas ($r = 0,34$). O número de raízes produzidas por plantas (NR), não teve correlação significativa apenas com os caracteres de diâmetro da haste (DH) e altura das plantas (AP).

Contudo, o caractere biométrico que mais se correlacionou como os caracteres de produção de

biomassa, foi o número de hastes produzidas por planta, o qual apresentou correlação significativa com MFR, MFPA, MFH, MFF e NR (Tabela 1).

Para a cultivar BRS Purus, se observa que todos os caracteres, com exceção do diâmetro da haste, comprimento da haste e altura das plantas, apresentaram correlação significativa positiva com a produção de massa fresca de raiz, mostrando a importância do crescimento e desenvolvimento da parte aérea da planta da cultivar BRS Purus sobre a produção de raízes (Tabela 1).

Em estudos de Gabriel Filho, Strohhaecker e Fey (2003), os plantios realizados em fileiras simples ou duplas, não interferiram nas variáveis biométricas estudadas. A distância entre plantas na linha não afetou a altura e o

diâmetro do caule das plantas de mandioca (Rojas et al., 2007). Este resultado, em experimentos agrícolas, é de suma importância, principalmente em programas de melhoramento de plantas, assim como, em estudos dos diferentes arranjos espaciais de plantios visando possibilidades de plantios mistos com outras culturas.

Analisando-se os resultados da comparação de médias entre os tratamentos para os caracteres biométricos e de produção de biomassa referentes a plantas selecionadas aleatoriamente nas parcelas ($n=9$) (Tabela 2), observa-se que somente a característica biométrica de altura da planta apresentou diferenças entre os tratamentos, onde as plantas de mandioca do T5 apresentaram as maiores alturas em relação aos T1, T2 e T3. Isto pode ser resultado da pouca

Tabela 1. Matriz de coeficientes de correlação linear de Pearson entre caracteres de crescimento e produtividade (Diâmetro da haste principal - DH; Comprimento da haste principal - CH; Altura da planta - AP; Número de hastes - NH; Massa fresca de raiz - MFR; Massa fresca da parte aérea - MFPA; Massa fresca de hastes - MFH; Massa fresca de folhas - MFF e Número de raízes - NR) da mandioca

	DH	CH	AP	NH	MFR	MFPA	MFH	MFF	NR
DH	-	-0,20 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,47**	-0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,05 ^{ns}
CH		-	0,25 ^{ns}	0,34*	0,25 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,31*
AP			-	-0,06 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}
NH				-	0,42**	0,48**	0,47**	0,30*	0,57**
MFR					-	0,79**	0,78**	0,50**	0,67**
MFPA						-	0,98**	0,63**	0,67**
MFH							-	0,51**	0,66**
MFF								-	0,42**
NR									-

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

Tabela 2. Comparação de médias do diâmetro da haste (DH), comprimento da haste (CH), altura da planta (AP), número de hastes (NH), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca das hastes (MFH), massa fresca das folhas (MFF) e número de raízes (NR), entre os tratamentos (TRAT) dos diferentes arranjos espaciais do plantio de mandioca (T1 (1,0 m x 0,6 m); T2 (1,0 m x 0,8 m); T3 (1,0 m x 1,0 m); T4 (2,0 m x 0,5 m x 0,5 m); T5 (2,0 m x 0,6 m x 0,6 m) e T6 (2,0 m x 0,75 m x 0,75 m)), $n=9$

TRAT	DH (cm)	CH (cm)	AP (m)	NH (un)	MFR (kg pl. ⁻¹)	MFPA (kg pl. ⁻¹)	MFH (kg pl. ⁻¹)	MFF (kg pl. ⁻¹)	NR (un)
T1	2,46 a	52,33 a	2,08 bc	2,22 a	5,13 a	2,98 a	2,55 a	0,42 a	7,56 a
T2	2,74 a	57,67 a	2,07 bc	1,89 a	4,80 a	3,11 a	2,82 a	0,28 a	7,22 a
T3	2,66 a	34,67 a	1,98 c	1,78 a	4,97 a	3,44 a	3,15 a	0,28 a	6,44 a
T4	2,74 a	59,78 a	2,31 ab	1,33 a	4,25 a	3,15 a	2,75 a	0,40 a	5,89 a
T5	2,78 a	51,22 a	2,39 a	1,33 a	4,04 a	3,14 a	2,79 a	0,34 a	6,33 a
T6	2,73 a	54,11 a	2,27 ab	1,67 a	5,11 a	3,32 a	3,03 a	0,29 a	6,67 a
Média	2,67	51,63	2,18	1,70	4,72	3,19	2,85	0,33	6,68
CV %	9,94	44,20	4,50	27,62	20,30	19,19	18,58	46,91	19,01

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

variabilidade do comportamento biológico da cultivar BRS Purus em função dos distintos espaçamentos, ou devido o número de plantas insuficiente por tratamento (9 plantas) que pode ter tido efeito para que as diferenças não tenham sido significativas.

Essa possibilidade de amostragem insuficiente para a ausência de diferenças entre os parâmetros biométricos e de produtividade entre os tratamentos é corroborada pelos resultados de produtividade em relação à toda área útil, pois com exceção do número de raízes por planta, as demais variáveis de produtividade apresentaram diferenças entre os tratamentos (Figura 2).

O tratamento 6, em fila dupla com a menor densidade de plantio (9.709 plantas/ha) apresentou a menor produção de biomassa de raízes em comparação aos demais tratamentos. Em estudos realizados por Bueno (1986) em plantios de dez cultivares de mandioca, plantadas em fileiras simples e duplas, verificou-se a maior eficiência na produtividade das cultivares plantadas nas fileiras simples, fato este decorrente do maior número de raízes por planta na fileira simples. Streck et al. (2014) estudando quatros

diferentes densidades de plantio para a cultivar Fepagro, verificou que a produtividade de raiz por área é maior em plantios de densidades maiores, enquanto que a produtividade por planta é maior em plantios de menor densidade, pois o investimento da planta na parte aérea seria maior nesta densidade de plantio. Isto também verificado por Mattos, Souza e Caldas (1984), onde foi observado que em menores densidades de plantio, há uma maior produtividade de planta, pois o número de raízes por planta cresce quando o espaçamento entre fileiras e dentro delas é aumentado.

A produção de raízes por área é importante para fins industriais, e que a produção de raízes por planta quando a produção é voltada para o consumo de mesa (Aguiar et al., 2011; Streck et al., 2014). Além disso, segundo Oliveira et al. (2019) o resultado da matéria seca seja mais relevante devido estar intrinsecamente associado aos processos fisiológicos, os resultados da matéria seca são importantes para se estimar a produção, com as médias regionais e nacionais, visto que a mandioca é comercializada em relação ao seu peso.

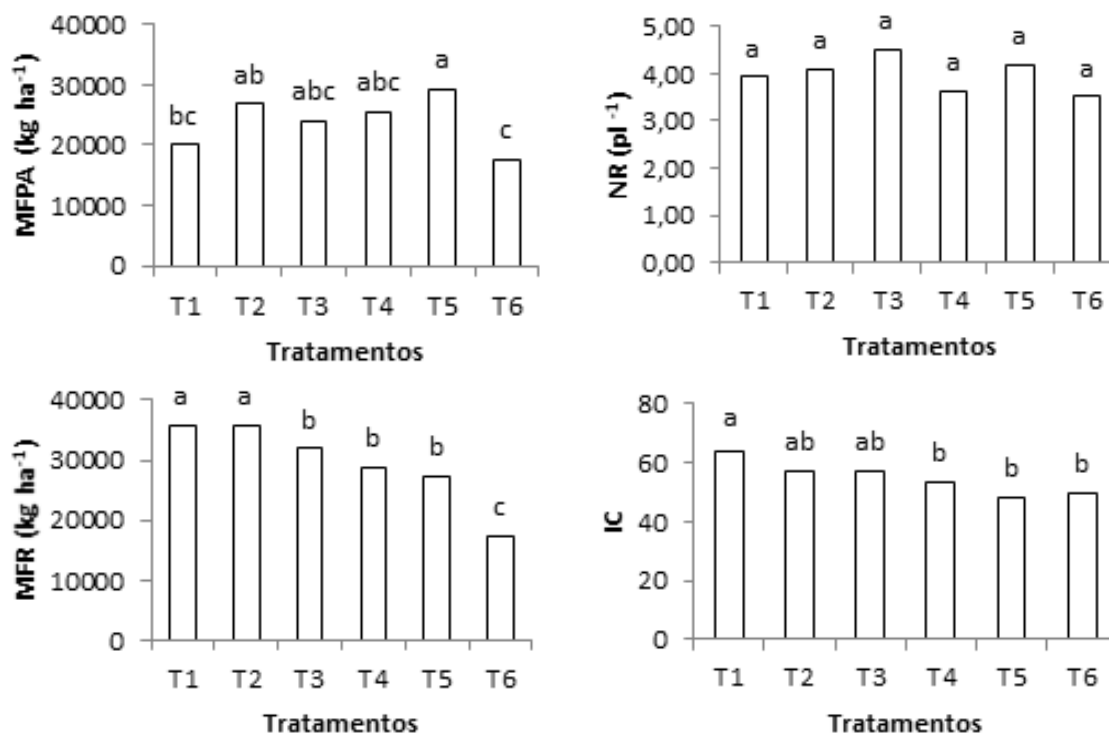


Figura 2. Comparação de médias dos parâmetros de produtividade, massa fresca da parte aérea (MFPA), número de raízes (NR), massa fresca das raízes (MFR) e índice de colheita (IC) da área útil para os diferentes arranjos espaciais de plantio de mandioca. (T1 (1,0 x 0,6); T2 (1,0 x 0,8); T3 (1,0 x 1,0); T4 (2,0 x 0,5 x 0,5); T5 (2,0 x 0,6 x 0,6) e T6 (2,0 x 0,75 x 0,75)). Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à densidade de plantios, observa-se que os plantios com densidades quase similares de plantas por área ($T2 = 12.500$ planta/ha e $T5 = 12.820$ planta/ha), a produção de massa fresca de raízes por área foi superior no plantio de fileira simples (35.790 kg/ha) em comparação ao de fileiras duplas (27.169 kg/ha), com uma redução de aproximadamente 24% na produtividade por área. Este fato também se repete para os tratamentos $T3$ (10.000 plantas/ha) e $T6$ (9.709 plantas/ha), onde a produtividade de massa fresca de raízes por área foi superior para o plantio em fileira simples (31.876 kg/ha) em comparação ao plantado em fileiras duplas (17.460 kg/ha).

O índice de colheita (IC) do tratamento 1 (espaçamento $1,0 \times 1,0$) foi superior a todos os tratamentos em fileiras duplas, sem diferença para os demais tratamentos em fileiras simples, mostrando a maior produtividade por área nas maiores densidades de plantios para a cultivar BRS Purus (Figura 2).

Em estudos realizados por Gabriel Filho, Strohhaecker e Fey (2003) constatou-se que a produtividade de mandioca por área é maior em menores densidades de plantio, fato este explicado pela maior área de abrangência do sistema radicular, devido ao maior espaço disponível para seu crescimento. Para Guerra et al. (2003) e Rojas et al. (2007), esta produtividade em função da densidade de plantio depende muito da cultivar plantada. Em estudos de Silva et al. (2013) a densidade ideal encontrada para cultivar Vermelhinha foi de 13.594 plantas ha^{-1} , e com o aumento da densidade do plantio, constatou-se a redução no comprimento das raízes e no índice de colheita.

Conclusões

Os parâmetros biométricos de crescimento da cultivar BRS Purus, com exceção da altura das plantas não sofreram influência em função dos arranjos espaciais dos plantios.

A cultivar BRS Purus apresentou as maiores produtividades de massa fresca de raízes por área nas maiores densidades nos plantios em fileiras simples.

Literatura Citada

AGUIAR, E. B. et al. 2011. Efeito da densidade populacional e época de colheita na produção de raízes de mandioca de mesa. *Bragantia* 70(3):561-569.

- BUENO, A. 1986. Comportamento de genótipos contrastantes de mandioca em diferentes sistemas de plantio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 21(6):631-640.
- DEVIDE, A. C. P. et al. 2009. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. *Bragantia* 68(1):145-153.
- DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N.; BARRETO, J. F. 1999. Cultivar BRS Purus: nova alternativa de mandioca para terra firme no Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, folheto.
- DIAS, M. C. et al. 2004. Recomendações técnicas do cultivo de mandioca para o Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, Circular Técnica nº 23. 24p.
- DIAS, M. C. 2015. A contribuição da pesquisa-experimentação e o conhecimento tradicional para o cultivo da mandioca no Amazonas. *Terceira Margem: Amazônia* 1(5):143-154.
- GABRIEL FILHO, A.; STROHHAECKER, L.; FEY, E. 2003. Profundidade e espaçamento da mandioca no plantio direto na palha. *Ciência Rural* 33(3):461-467.
- GUERRA, A. F. et al. 2003. Produtividade e qualidade de raízes de mandioca em resposta ao regime hídrico e a densidade de plantio. Planaltina, DF, Embrapa. 12p.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R. C. 1984. Sistemas de plantio de mandioca em fileira dupla no Brasil. In: *Práticas Culturais da Mandioca*. Salvador, BA, 1980. Anais. Brasília, DF, EMBRAPA-DDT. pp.87-94.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. 1990. Consorciação de mandioca plantada em fileiras duplas com feijão. *Revista Brasileira de Mandioca* 9(2):83-90.
- MATTOS, P. L. P. et al. 2005. Consorciação da mandioca plantada em fileiras duplas e simples com culturas de ciclo curto. I. mandioca x caupi x milho. *Revista Brasileira de Mandioca* 18(1):25-30.
- OLIVEIRA, E. C. et al. 2019. Produção de biomassa de mandioca com dosséis contrastantes em diferentes populações e épocas de colheita. *Agrotrópica (Brasil)* 31(1):53-60.
- ROJAS, R. et al. 2007. Efecto de la densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de *Manihot esculenta* Crantz, bajo las condiciones agroecológicas de La Altiplanicie de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía* 24(1):94-112.
- SILVA, T. S. et al. 2013. Planting density and yield of cassava roots. *Revista Ciência Agronômica* 44(2):317-324.
- STRECK, N. A. et al. 2014. Efeito do espaçamento de plantio no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mandioca em ambiente subtropical. *Bragantia* 73(4):407-415.
- TSAY, J. S.; FUKAY, S.; WILSON, G. L. 1987. The response of Cassava (*Manihot esculenta*) to spatial arrangement and to soybean intercrops. *Fields Crops Research* 16(1):19-31.

AGRADECIMENTOS AOS CONSULTORES CIENTÍFICOS

O sucesso de uma Revista depende não só da boa qualidade dos artigos submetidos para publicação, como também, dos comentários e sugestões dos assessores científicos, de cujos pareceres a Comissão Editorial não pode prescindir em suas decisões.

A revista *Agrotropica*, através do seu conselho editorial, deseja expressar seu mais profundo agradecimento aos especialistas que, no ano de 2020, colaboraram na revisão de um ou mais artigos a eles enviados pelo editor. A publicação de seus nomes é um testemunho do nosso mais profundo reconhecimento pela sua valiosa colaboração com a revista.

- Ademir Trindade Almeida (2) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Adonias de Castro Virgens Filho (1) CEPLAC - Ilhéus - BA
- Aldo Vilar Trindade (1) EMBRAPA - Cruz das Almas - BA
- Alfredo Kingo Oyamma Homma (1) EMBRAPA - Belém - PA
- Aloyséia Cristina da Silva Noronha (1) EMBRAPA - Belém - PA
- Andrei Caíque Pires Nunes (1) UFSB - Ilhéus - BA
- Antônio Alves Pimenta Neto (1) Faculdade Madre Thaís - Ilhéus - BA
- Antônio Carlos de Araújo (2) CEPLAC - Ilhéus - BA
- Antônio Carlos Lofego (1) UNESP - São José do Rio Preto, SP
- Antônio César Costa Zugaib (1) CEPLAC - Ilhéus - BA
- Caio Márcio Vasconcelos Cordeiro de Almeida (2) CEPLAC/CEPEC - Rondônia - RO
- Carolina Binda (1) IFRS - Porto Alegre - RS
- Clotildes Neves da Silva (1) UnB - Brasília - DF
- Cristiane Duarte dos Santos (1) Cruz das Almas - BA
- Dan Érico Petit Lobão (1) CEPLAC/UESC - Ilhéus - BA
- Daniel Piotto (2) UFSB - Ilhéus - BA
- Érico de Sá Petit Lobão (1) FUNPAB - Ilhéus - BA
- Fabio Venturoli (1) UFG - Goiânia - GO
- Fernando Antônio Teixeira Mendes (1) CEPLAC - Belém - PA
- Francisco Mendes Costa (1) UESC - Ilhéus - BA
- Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior (1) EPAGRI - Ituporanga -SC
- George Andrade Sodré (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Hermes Alves de Almeida (1) UEPB - Campina Grande - PB
- Hilmar Ilton Santana Ferreira (1) Salvador - BA
- Iloir Gaio (1) UFFS - Chapecó - SC
- Jacques Hubert Charles Delabie (1) CEPLAC/UESC - Ilhéus - BA
- Jaeveson da Silva (1) EMBRAPA - Cruz das Almas -BA
- Jordânio Inácio Marques (1) UFMA - São Luís - MA
- Jorge Chiapetti (1) UESC - Ilhéus - BA
- José Inácio Lacerda Moura (1) CEPLAC/CEPEC - Una - BA
- José Salazar Zanuncio Junior (1) INCAPER - Domingos Martins - ES
- Kaleandra Freitas Sena (1) BIOFRABICA - Ilhéus - BA

- Kenia Gracielle da Fonseca (2) EMBRAPA - Brasília - DF
- Kleiton Rocha Saraiva (1) IFPI - Teresina - PI
- Léo Duc Haa Carson Schwartzhaupt da Conceição (1) EMBRAPA/CERRADOS - Brasília - DF
- Leonardo Bernardes Taverny de Oliveira (1) UFMA - São Luís - MA
- Leosane Cristina Bosco (1) UFSC - Florianópolis - SC
- Lívia Santos Lima Lemos (1) UFSB - Teixeira de Freitas - BA
- Lizziane Argôlo Batista (1) IF ITABERABA - Itaberaba - BA
- Luci Boa Nova Coelho (1) UFRJ - Rio de Janeiro - RJ
- Manfred Willy Muller (1) CEPEC - CEPLAC - Brasília - DF
- Marcela Tonini Venturini (1) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Marcelo Rocha dos Santos (1) IF BAIANO - Guanambi - BA
- Marcos Vinícius Oliveira dos Santos (1) - Itabuna - BA
- Matheus da Silva Araújo (1) Esalq/USP - Piracicaba - SP
- Muza do Carmo Vieira (1) IF GOIANO - Ceres - GO
- Nadja Santos Vitória (2) UNEB - Paulo Afonso - BA
- Natane Amaral Miranda (1) UFRRJ - Rio de Janeiro - RJ
- Paulo Cesar Lima Marrocos (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Pedro Guilherme Lemes (1) UFMG - Belo Horizonte - MG
- Quintino Reis de Araujo (2) UESC - Ilhéus - BA
- Ramon da Silva Argôlo (1) UFRPE - Recife - PE
- Raúl René Melendez Valle (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Rodrigo Damasco Daud (1) UFG - Goiânia - GO
- Rodrigo Souza Santos (2) EMBRAPA - Rio Branco - AC
- Ruby Vargas Isla (1) INPA - Manaus - AM
- Sidinei Leandro Klockner Sturmer (1) IFC - Blumenau - SC
- Ubirajara Russi Nunes (1) UFSM - Santa Maria - RS

POLÍTICA EDITORIAL

A Revista Agrotrópica foi criada em 1971, sendo originalmente conhecida como Revista Theobroma. Por ter um caráter interdisciplinar, constitui-se num veículo para comunicação científica em várias áreas como: Biodiversidade, Ciências Agrárias, Ambientais, Veterinária, Zootecnia, Tecnologia de Alimentos, Geografia, Geociências, Socioeconomia, etc. A revista é publicada quadrimestralmente e está destinada a divulgação de trabalhos originais que têm contribuição real para o desenvolvimento agroecológico, ambiental e socioeconômico das Regiões Tropicais Úmidas.

A Revista Agrotrópica publica não apenas artigos científicos, como também notas científicas, revisões bibliográficas relevantes e de natureza crítica, todos em três idiomas: Português, Inglês e Espanhol. Publica também cartas endereçadas ao Editor sobre trabalhos publicados.

Os Autores são os responsáveis exclusivos pelo conteúdo do trabalho, todavia, o Editor, com a assessoria científica do Conselho Editorial da Revista, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações que considerarem necessárias.

Editor Chefe

EDITORIAL POLICY

The Agrotrópica Journal was created in 1971, being formerly known as Theobroma Journal. As having an interdisciplinary character, it constitutes in a vehicle for scientific communication in various areas as: Biodiversity, Agricultural Sciences, Environmental Science, Veterinary, Animal Science, Food Technology, Geography, Geosciences, Socioeconomics, etc. The journal is published every four months and is destined to dissemination of original scientific works that have real contributions to the development agroecological, environmental and socioeconomic of the tropical rain regions.

The Agrotrópica Journal publishes not only scientific papers, but also scientific notes, relevant bibliographical reviews and of critical nature, all in three idioms: Portuguese, English and Spanish. It also publishes letters to the editor about published works.

The authors are solely responsible for the content of the work, however, the Editor, with the scientific accessory of the Editorial Board, reserves the right of suggesting or requesting the changes that seem to be necessary.

Editor-in-Chief

AGRADECIMENTOS AOS CONSULTORES CIENTÍFICOS

O sucesso de uma Revista depende não só da boa qualidade dos artigos submetidos para publicação, como também, dos comentários e sugestões dos assessores científicos, de cujos pareceres a Comissão Editorial não pode prescindir em suas decisões.

A revista *Agrotropica*, através do seu conselho editorial, deseja expressar seu mais profundo agradecimento aos especialistas que, no ano de 2020, colaboraram na revisão de um ou mais artigos a eles enviados pelo editor. A publicação de seus nomes é um testemunho do nosso mais profundo reconhecimento pela sua valiosa colaboração com a revista.

- Ademir Trindade Almeida (2) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Adonias de Castro Virgens Filho (1) CEPLAC - Ilhéus - BA
- Aldo Vilar Trindade (1) EMBRAPA - Cruz das Almas - BA
- Alfredo Kingo Oyamma Homma (1) EMBRAPA - Belém - PA
- Aloyséia Cristina da Silva Noronha (1) EMBRAPA - Belém - PA
- Andrei Caíque Pires Nunes (1) UFSB - Ilhéus - BA
- Antônio Alves Pimenta Neto (1) Faculdade Madre Thaís - Ilhéus - BA
- Antônio Carlos de Araújo (2) CEPLAC - Ilhéus - BA
- Antônio Carlos Lofego (1) UNESP - São José do Rio Preto, SP
- Antônio César Costa Zugaib (1) CEPLAC - Ilhéus - BA
- Caio Márcio Vasconcelos Cordeiro de Almeida (2) CEPLAC/CEPEC - Rondônia - RO
- Carolina Binda (1) IFRS - Porto Alegre - RS
- Clotildes Neves da Silva (1) UnB - Brasília - DF
- Cristiane Duarte dos Santos (1) Cruz das Almas - BA
- Dan Érico Petit Lobão (1) CEPLAC/UESC - Ilhéus - BA
- Daniel Piotto (2) UFSB - Ilhéus - BA
- Érico de Sá Petit Lobão (1) FUNPAB - Ilhéus - BA
- Fabio Venturoli (1) UFG - Goiânia - GO
- Fernando Antônio Teixeira Mendes (1) CEPLAC - Belém - PA
- Francisco Mendes Costa (1) UESC - Ilhéus - BA
- Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior (1) EPAGRI - Ituporanga -SC
- George Andrade Sodré (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Hermes Alves de Almeida (1) UEPB - Campina Grande - PB
- Hilmar Ilton Santana Ferreira (1) Salvador - BA
- Iloir Gaio (1) UFFS - Chapecó - SC
- Jacques Hubert Charles Delabie (1) CEPLAC/UESC - Ilhéus - BA
- Jaeveson da Silva (1) EMBRAPA - Cruz das Almas -BA
- Jordânio Inácio Marques (1) UFMA - São Luís - MA
- Jorge Chiapetti (1) UESC - Ilhéus - BA
- José Inácio Lacerda Moura (1) CEPLAC/CEPEC - Una - BA
- José Salazar Zanuncio Junior (1) INCAPER - Domingos Martins - ES
- Kaleandra Freitas Sena (1) BIOFRABICA - Ilhéus - BA

- Kenia Gracielle da Fonseca (2) EMBRAPA - Brasília - DF
- Kleiton Rocha Saraiva (1) IFPI - Teresina - PI
- Léo Duc Haa Carson Schwartzhaupt da Conceição (1) EMBRAPA/CERRADOS - Brasília - DF
- Leonardo Bernardes Taverny de Oliveira (1) UFMA - São Luís - MA
- Leosane Cristina Bosco (1) UFSC - Florianópolis - SC
- Lívia Santos Lima Lemos (1) UFSB - Teixeira de Freitas - BA
- Lizziane Argôlo Batista (1) IF ITABERABA - Itaberaba - BA
- Luci Boa Nova Coelho (1) UFRJ - Rio de Janeiro - RJ
- Manfred Willy Muller (1) CEPEC - CEPLAC - Brasília - DF
- Marcela Tonini Venturini (1) UFRB - Cruz das Almas - BA
- Marcelo Rocha dos Santos (1) IF BAIANO - Guanambi - BA
- Marcos Vinícius Oliveira dos Santos (1) - Itabuna - BA
- Matheus da Silva Araújo (1) Esalq/USP - Piracicaba - SP
- Muza do Carmo Vieira (1) IF GOIANO - Ceres - GO
- Nadja Santos Vitória (2) UNEB - Paulo Afonso - BA
- Natane Amaral Miranda (1) UFRRJ - Rio de Janeiro - RJ
- Paulo Cesar Lima Marrocos (1) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Pedro Guilherme Lemes (1) UFMG - Belo Horizonte - MG
- Quintino Reis de Araujo (2) UESC - Ilhéus - BA
- Ramon da Silva Argôlo (1) UFRPE - Recife - PE
- Raúl René Melendez Valle (2) CEPLAC/CEPEC - Ilhéus - BA
- Rodrigo Damasco Daud (1) UFG - Goiânia - GO
- Rodrigo Souza Santos (2) EMBRAPA - Rio Branco - AC
- Ruby Vargas Isla (1) INPA - Manaus - AM
- Sidinei Leandro Klockner Sturmer (1) IFC - Blumenau - SC
- Ubirajara Russi Nunes (1) UFSM - Santa Maria - RS



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL