

Pesquisas agrárias e ambientais

Volume XV

**Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera**
Organizadores



2023

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume XV



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

P474

Pesquisas agrárias e ambientais: Volume XV / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023. 90p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-81460-86-0

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460860>

1. Agricultura. 2. Meio ambiente. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agricultura



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XV” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas:

Crescimento e desenvolvimento Helicônia; teste de vigor em sementes feijão-caupi; períodos de hipoxia durante o crescimento inicial do milho; valoração da madeira produzida por pequenos produtores florestais no semiárido mineiro; forma-jurídica e forma política-estatal: a crítica Ecosocialista à possibilidade de tutela ambiental adequada nas sociedades burguesas; cultivo orgânico de rabanete; produtividade de alface; contribuição das épocas de incorporação da glória-de-escarlate na produtividade da cenoura; crescimento inicial de feijão-caupi submetido a adubação fosfatada. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XV, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores


Sumário


Apresentação	4
Capítulo 1.....	6
Influência da fertilidade de latossolo amarelo de textura média no crescimento e desenvolvimento <i>Helicônia H. Psittacorum Cv. Golden Torch</i>	6
Capítulo 2.....	13
Teste de vigor em sementes feijão-caupi Cv. BR3 - Tracuateua submetidas a diferentes formas de armazenamento.....	13
Capítulo 3.....	18
Diferentes períodos de hipoxia durante o crescimento inicial do milho.....	18
Capítulo 4.....	24
Valoração da madeira produzida por pequenos produtores florestais no semiárido mineiro.....	24
Capítulo 5.....	37
Forma-jurídica e forma política-estatal: a crítica Ecosocialista à possibilidade de tutela ambiental adequada nas sociedades burguesas	37
Capítulo 6.....	49
Organic cultivation of radish fertilized with scarlet starglory (<i>Merremia aegyptia</i> L.) in the absence and presence of bovine manure.....	49
Capítulo 7.....	59
Productivity of lettuce with different amounts of the mixture of scarlet starglory (<i>Merremia aegyptia</i> L.) with rooster tree (<i>Calotropis procera</i>) applied in soil cover	59
Capítulo 8.....	69
Contribution of the periods of incorporation of scarlet starglory (<i>Merremia aegyptia</i> L.), rooster tree (<i>Calotropis procera</i> L.) and pasture kill (<i>Senna uniflora</i> L.) in carrot productivity	69
Capítulo 9.....	81
Crescimento inicial de feijão-caupi submetido a adubação fosfatada.....	81
Índice Remissivo	89
Sobre os organizadores.....	90

Influência da fertilidade de latossolo amarelo de textura média no crescimento e desenvolvimento *Helicônia H. Psittacorum Cv. Golden Torch*


Recebido em: 03/02/2023

Aceito em: 21/02/2023

 10.46420/9786581460860cap1


Adria Jamille Neves do Nascimento¹ 


Wellison da Luz Silva¹ 

Franklin Holovaty Brum Leite¹ 


Carlos Giliard Lima¹ 


Flavia Alves Silva¹ 

Karla Gabryella Albuquerque Maciel¹ 

Oziel Cereja Neves¹ 

Leonardo Ruan de Souza Correa¹ 

Débora Lohana Lima Gomes¹ 

Jhonatah Albuquerque Gomes^{2*} 

INTRODUÇÃO

O cultivo de flores e plantas ornamentais tropicais tem sido realizado com os mais variados fins destacando-se a produção tanto para corte como para a produção de mudas. Seu cultivo é uma atividade que vem assumindo papel cada vez mais importante no agronegócio brasileiro gerando milhares de empregos diretos e indiretos, destacando-se os estados da região Nordeste e Norte do Brasil (Lamas, 2002; Farias et al., 2013). As helicônias são utilizadas como plantas de jardim ou flores de corte. Sua aceitação como flores de corte tem sido crescente, tanto no mercado nacional como internacional. As razões que favorecem sua aceitação pelo consumidor são a beleza e exotividade das brácteas que envolvem e protegem as flores, muito vistosas, de intenso e exuberante colorido e, na maioria das vezes, com tonalidades contrastantes; além da rusticidade; da boa resistência ao transporte e da longa durabilidade pós-colheita (Sousa, 2006).

As helicônias desempenham importante papel ecológico dentro dos ecossistemas, pois são componentes frequentes da flora dos bosques e sub-bosques. Em alguns ecossistemas atuam como pioneiras no processo de regeneração natural da vegetação e restauração de solo degradado, constituindo-se um significativo elemento dentro do complexo da vida nas florestas tropicais úmidas sendo, na

¹ Universidade de Federal Rural da Amazônia.

² Universidade de São Paulo.

* Autor correspondente: jhonatahgomes@gmail.com

atualidade, uma das plantas ornamentais mais cultivadas no Nordeste do Brasil (Farias, 2004; Albuquerque et al., 2010).

A espécie *Helicônia psittacorum* possui uma diversidade grande de variedades cultivadas comercialmente. Fatores como luminosidade, temperatura, umidade e adubação são fatores que influenciam o crescimento dessas espécies de plantas. Os nutrientes essenciais aumentam o potencial de produção, como a qualidade ambiental das empresas agrícolas, quando usados em quantidades adequadas e equilibradas (Rodrigues et al., 2006).

De acordo com Lamas (2002) a produção de flores e plantas ornamentais, seu vigor e sanidade, estão associados a vários fatores, ressaltando-se a fertilidade como um dos principais fatores que influenciam sua produção. O objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de *helicônia H. psittacorum* CV. *Golden Torch*. em função de dados biométricos, cultivadas em latossolo amarelo de textura média.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema, com coordenadas geográficas 01°07'45.9" latitude Sul, e 47°36'45.9" longitude Oeste e altitude média local de 25 m. O Clima da região segundo a classificação de Köppen, predomina o clima pertencente ao grupo A (tropical chuvoso). O tipo climático dominante é o Am, apresentando um período seco em qualquer época do ano.

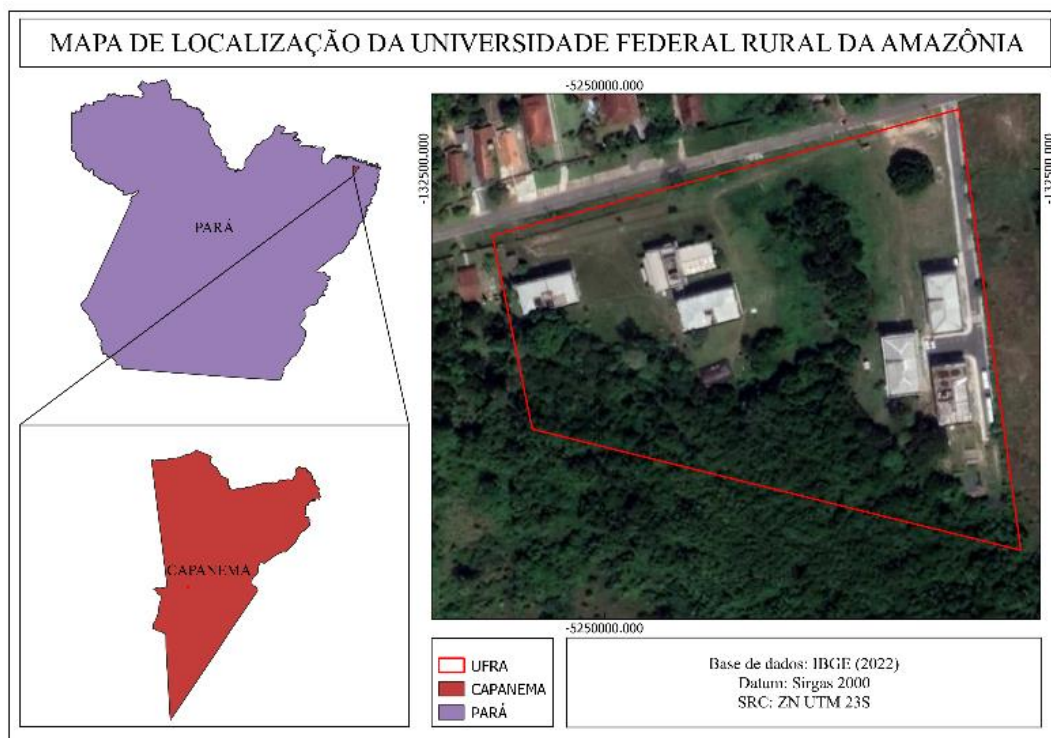


Figura 1. Localização da Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus Capanema/PA.

O solo utilizado como substrato para enchimento dos continentes foi coletado na própria universidade, em uma profundidade de 0-30 cm. Posteriormente foi peneirado em malha de 2,0 mm e seco por um período de uma semana em lona plástica (TFSA). Após a secagem, foi coletado 500 g de solo, que posto em saco plástico previamente etiquetado enviado para análise em laboratório, na cidade de Capitão Poço - PA.

De acordo com os resultados da análise de solo, foi realizada a incubação com a aplicação de calcário dolomítico (PRNT 90%) nos tratamentos que necessitem de calagem, deixando em repouso por um período de 15 dias. Após esse período foi feito o cálculo da adubação líquida que compôs os tratamentos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 10 tratamentos e 4 repetições, perfazendo um total de 40 unidades experimentais, nos quais os tratamentos foram: Testemunha (T), tratamento completo + calagem (COM+CAL), tratamento completo – calagem (COM – CAL), omissão de nitrogênio + calagem (OM – CAL), omissão de fósforo + calagem (OMP – CAL), omissão de potássio + calagem (OMP +CAL), omissão de enxofre + calagem (OMS + CAL), omissão de micronutrientes + calagem (OMM + CAL), omissão de cálcio – calagem (OMCa – CAL), omissão de magnésio – calagem (OMMg – CAL). Foram utilizados para os tratamentos vasos de polipropileno com capacidade para 4 Kg de solo.

Após o término do experimento, o vegetal foi cortado e sua parte aérea juntamente com as raízes foram levadas para cálculo de matéria seca (g planta^{-1}), através da estufa com uma variação de 65-70°C. Por fim, os resultados foram submetidos a análise de variância por meio do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011), quando significativo pelo teste F, os tratamentos foram comparados pelo teste Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável diâmetro do caule, de acordo com o gráfico 1, o tratamento que obteve resposta satisfatória quando relacionado aos demais tratamentos foi o tratamento completo com 7,3 cm de diâmetro, entretanto o tratamento que mais limitou o diâmetro da planta foi o tratamento testemunha com 3,1 cm de diâmetro. Resultados semelhantes foram obtidos por Gusmão et al. (2008), onde observaram em seus estudos com helicônias Golden torch que quando os nutrientes eram incorporados no solo, através da adubação com calagem, as plantas apresentavam efeito positivo para diâmetro do caule no tratamento completo.

Este fato, não ocorreu no tratamento testemunha devido não receber calcário e nem solução nutritiva completa, ficando apenas a fertilidade inicial do solo. Resultado semelhantes também foram obtidos por Silva (2018), trabalhando com açaizeiro, onde a calagem influenciou significativamente o desenvolvimento das plantas.

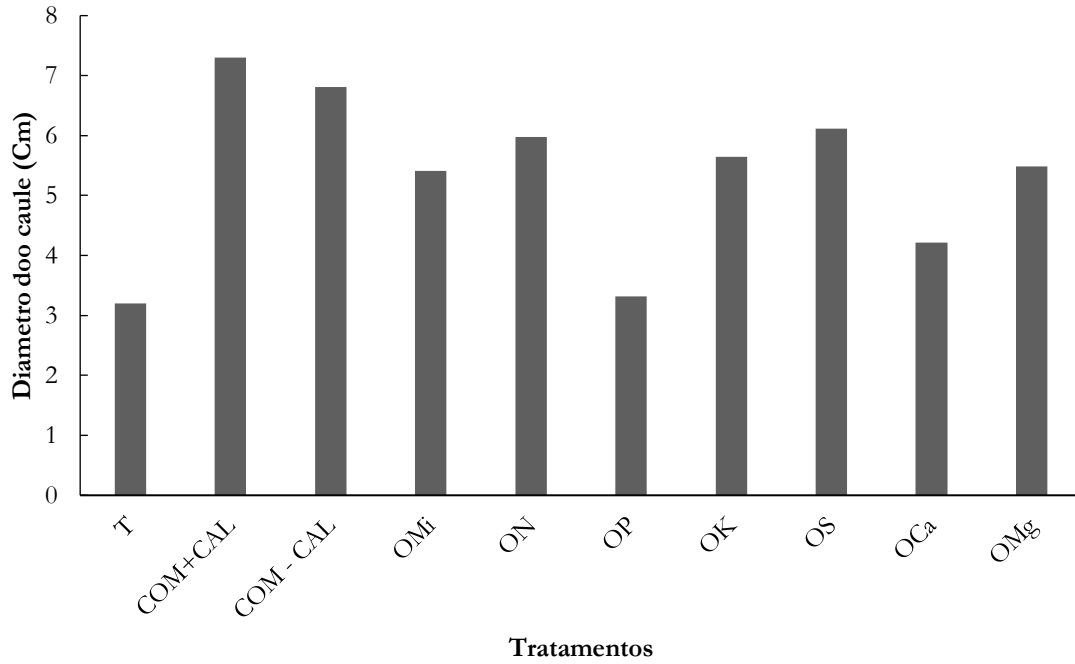


Figura 2. Diâmetro do caule (cm) das plantas de helicônia em latossolo amarelo textura média.

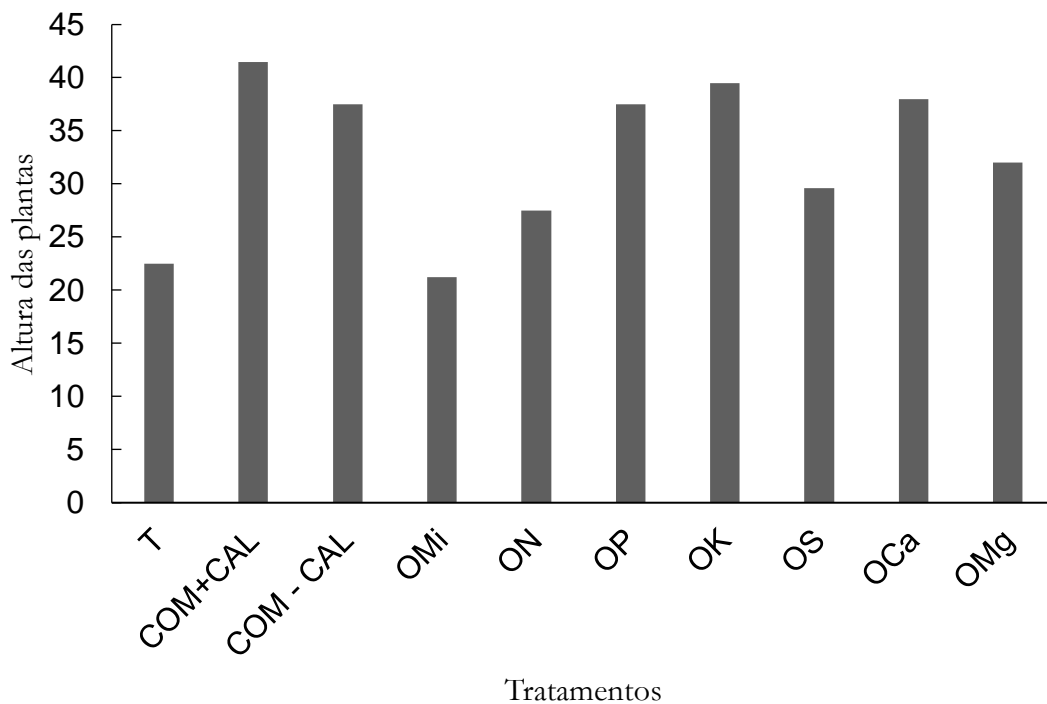


Figura 3. Altura (cm) das plantas de helicônia em latossolo amarelo textura média.

O tratamento com omissão de fósforo (OP), também limitou o diâmetro do caule. Isso provavelmente aconteceu devido a função que se encontra comprometida pela omissão do desempenho do fósforo na planta, que pode ser explicado por Castro (2007), onde o fósforo desempenha papel no

desenvolvimento da planta, onde este elemento é responsável pela síntese de novas células, e que a falta deste poderá ocasionar a redução e nanismo na planta. Explicando o que poderia ter acontecido com a helicônias no tratamento com a omissão deste nutriente.

Torna-se necessário a adubação fosfatada para o sucesso da cultura de helicônias. Para o tratamento testemunha, onde não houve incremento de adubação, apresentou declínio significativo ($p > 0,05$) em relação aos demais tratamentos; logo, é viável cultivar helicônias em solo não fértil, caso haja as correções necessárias. Segundo Viégas et al. (2008), o fósforo é um nutriente de grande importância para esta cultura, entretanto, em solos amazônicos, onde o teor de material orgânico incorporado ao horizonte A do solo, é capaz de reter íons fosfato, acarretando deficiência nutricional.

O tratamento que propiciou a maior altura foi o completo + calagem, e o que mais limitou o crescimento foi omissão de micronutrientes, seguindo do tratamento testemunha (T). A sequência decrescente em relação a variável altura foi: Com+calagem > Com- calagem > OK > OP > OCa > OMg > OS > ON > T > OMi. O tratamento completo + calagem apresentou destaque entre os demais.; Ferreira (2003) observou que a calagem na cultura das helicônias, participa do aumento do número de folhas, proporcionando maior superfície fotossintética, além de facilitar a emissão do pseudocaule.

A omissão de micronutriente foi limitante para o desenvolvimento das plantas, comparando-se estaticamente ao tratamento testemunha ($p > 0,05$). Segundo Ferreira (2003), os micronutriente além de serem nutriente facilitadores para a síntese de inúmeras proteínas de importante papel para planta, provavelmente participam da síntese de moléculas de clorofilas, que por sua vez, é um pigmento responsável por “alimentar” as plantas, e que em sua ausência, tende-se a reduzir a superfície foliar para reduzir os gastos de energia na forma de ATP e ADP, o que também implica na redução do pseudo caule; fator este que explica os fatos supracitados.

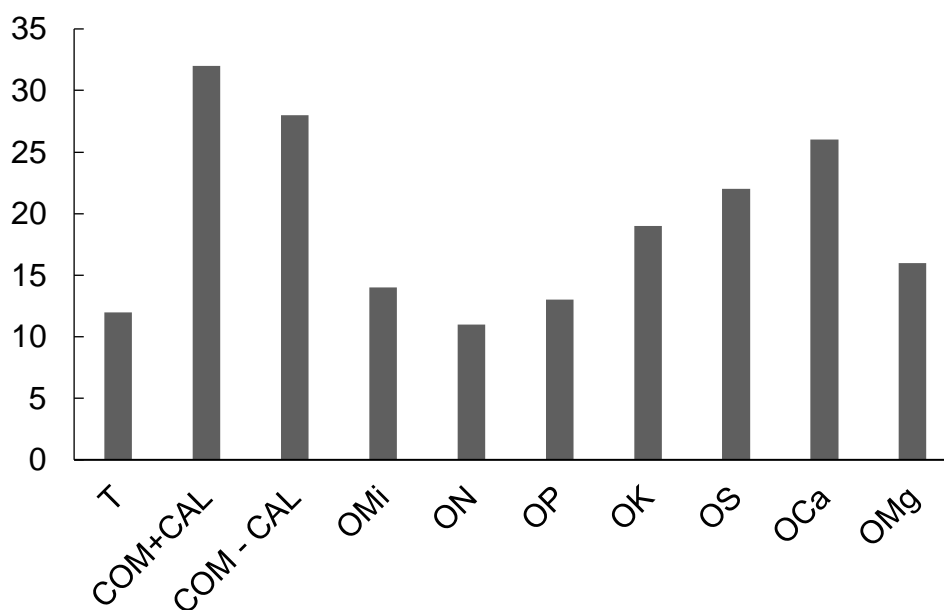


Figura 4. Número de folhas das plantas de helicônia em latossolo amarelo textura média conforme os tratamentos aplicados

O tratamento que propiciou maior número de folhas, foi o completo + calagem e o que mais limitou foi o ON. Isto se dá e se explica pelo fato do Nitrogênio. Isto se explica (Taiz; Zaiger, 2012) pelo nitrogênio ser um nutriente que participa da síntese de energia na construção de parte da parede celular. Como a redução do número de folhas, a superfície fotossintética é reduzida, assim, a planta produz poucos fotoassimilados, ficando com aspecto de mucha e com tamanho reduzido. Com tais dados, é possível elaborar uma recomendação de adubação, sabendo que as helicônias são exigentes em nitrogênio.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento desta cultura depende diretamente da disponibilidade de nutrientes no solo. As helicônias se desenvolvem melhor em solos com pH estável, onde passou por processo de calagem. A omissão de P diminuiu significativamente os dados de número de folhas, altura e diâmetro do caule. O tratamento de completo + calagem propiciou maior efeito positivo em todas as variáveis analisadas. Portanto, para o sucesso desta cultura, o solo deve estar com pH na faixa ideal e dispor de todos os nutrientes em sua totalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Albuquerque, A. W. de et al. Production of helicônia Golden torch as influenced by the mineral and organic manure. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(10): 1052-1058, 2010.
- Castro, A. C. R. de; et al. Hastes florais de helicônia sob deficiência de macronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(9): 1299-1306, 2007.
- Farias, A. P. Componentes de produção da H. Golden Torch (*Helicônia psittacorum* x *H. spathorcircinada*) influenciada pela adubação mineral e orgânica. Rio Largo: CECA/UFAL, 93p., 2004. Dissertação Mestrado.
- Ferreira, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042, 2011.
- Farias, A. P. de. et al. Produtividade da *Heliconia psittacorum* x *Heliconia pathocircinada* cv. Golden torch sob diferentes fontes de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, 17(7), 2013.
- Ferreira, L. B.; Oliveira, S. A. Estudo de doses de NPK variáveis de crescimento e produtividade de inflorescência de *Helicôniasp*. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 9(2): 121-127, 2003.
- Gusmão, J. R. et al. The use of plant extracts in anthracnose control in species of *Helconia* (*Heliconia psittacorum* cv. Golden Torch and *Heliconia rostrata*). *African Journal of Agricultural Research*, 13(48): 2763-2770, 2018.
- Lamas, A. M. Floricultura tropical: Técnicas de cultivo. Recife: SEBRAE/PE, 2002. 88p.


- Rodrigues, E. et al. Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca em plantas de *Heliconia psittacorum* L. cv. Golden torch. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas, 27.; reunião brasileira sobre micorrizas, 11.; simpósio brasileiro de microbiologia do solo, 9.; reunião brasileira de biologia do solo, 6., 2006, Bonito, MS. *A busca das raízes: anais*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.
- Silva, A. E. Da; Silva, L. H. M. Da; Pena, R. da S. Comportamento higroscópico do açaí e cupuaçu em pó. *Food Science and Technology*, 28: 895-901, 2008.
- Sousa, G. O. Efeito da calagem no crescimento e nutrição de plantas de helicônia (*Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* Arist.) cultivar Golden torch. Latossolos amarelos no estado do Pará. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) - *Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA*, 2006.
- Viégas, I. et al. Geração de tecnologias para o manejo sustentável de flores tropicais e temperadas no Nordeste Paraense. *Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)*, 2008.

Teste de vigor em sementes feijão-caupi Cv. BR3 - Tracuateua submetidas a diferentes formas de armazenamento

Recebido em: 07/02/2023


Aceito em: 21/02/2023

 10.46420/9786581460860cap2


Adria Jamille Neves do Nascimento^{1*} 


Carlos Giliard Lima¹ 

Ana Clara Melém Nunes¹ 


Bianca da Fonseca Gomes¹ 

Wanessa Kleyciane Magalhães Alves¹ 

Karla Gabryella Albuquerque Maciel¹ 

Gabriella Nunes Silva¹ 

Bruna Evellen Pantoja Barbosa¹ 

Marcos Silva Barbosa¹ 

Yan Marques Saraiva¹ 

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), Cv. BR3-Tracuateua, é uma leguminosa de importante fonte de emprego e renda no Nordeste Paraense, por apresentar média de produção de 1.400 Kg ha⁻¹, quando submetido a condições amazônicas; no tocante, a nível nacional, as projeções indicam ainda para o ano de 2020, uma safra de cerca de 687,4 mil toneladas do grão (CONAB, 2020). As cultivares mais plantados na Macrorregião dos Caetés, são o BR2-Bragança e BR3- Tracuateua (AGING, 1998). Entretanto, produtores de pequena e larga escala enfrentam problemas quando a fonte de armazenamento destes insumos, haja vista, a ausência de tecnologia de baixo custo e a alta umidade relativa do ar, o que propicia a incidência de microrganismos decompositores; que por sua vez, são responsáveis por diminuir a qualidade e poder de germinação destas sementes, acarretando em prejuízos econômicos (BRASIL, 2009).

Diante disto, foram desenvolvidos testes de vigor de sementes, que visam quantificar a qualidade de um lote, afim de manter o potencial genético e produtivo. No Brasil, o método mais utilizado ainda é de envelhecimento de sementes (Krzyzanowski; França Neto, 1991). Este teste é diretamente ligado a uma série de atributos que determinam seu valor para a semeadura, dentre estes fatores, destacam-se a natureza física, fisiológica, genética e sanitária (Popinigis, 1985). Para Popinigis (1985) o teste de vigor é capaz de detectar com maior precisão o processo de deterioração de

¹ Universidade de Federal Rural da Amazônia

* Autor correspondente: jamilleadria@gmail.com

sementes, permitindo saber com o poder de germinação de um lote; com isso, podendo manter por mais tempo, seu valor comercial.

Entretanto, estudos realizados por BRASIL (2009) apontam que este teste de forma isolada, é incapaz de apresentar todas as interações possíveis entre semente e fatores abióticos, haja vista que, absorção de água se dá de forma diferenciada em grãos de tamanhos variados (AOSA, 1983). Devido à variabilidade genética presente nos grãos da Cv. BR3-Tracuateua, oriunda da heterogeneidade de plantações familiares, as sementes desta cultivar têm apresentado grãos de tamanhos discrepantes, o que impossibilita resultados precisos quando submetido a teste de envelhecimento de sementes (Bennett, 2007). Este trabalho objetiva estudar as formas e métodos de vigor mais eficientes e eficazes para esta cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O processo experimental foi conduzido em casa de vegetação, na cidade de Tracuateua-PA. A temperatura desta região varia de 22 °C a 32 °C e raramente é inferior a 21 °C ou superior a 34 °C, destacando também que, a região fica encoberta por nuvens, cerca de 15% ao dia, com uma média de precipitação anual de 414 milímetros; a sensação de umidade nesta cidade, pode ser considerada como abafado, opressivo ou extremamente úmido, sem variações abruptas, permanecendo cerca de 100%, o ano inteiro (Barros, 1992).

Foi feito o uso dos parâmetros descritos por Brasil (2009), para analisar os processos incluídos no teste de vigor, como a exemplo de envelhecimento acelerado, emergência de plântulas, umidade das sementes, e potencial de germinação.

O trabalho está foi executado com lâmpadas que foram introduzidas dentro de baldes plásticos com diferentes potências de luminosidade, buscando dessa forma, a verificação do armazenamento ideal na presença de luz, haja vista que a presença da mesma é um fator importante no que se diz respeito a conservação desses grãos, pois esta pode ser prejudicial na conservação de grãos, como por exemplo na Multiplicação de microrganismos que podem ser prejudiciais para esses grãos. Dessa maneira, será testada qual a melhor condição de luz afeta o vigor e sanidade do feijão-caupi.

Para o método de armazenamento foram usadas garrafas de diferentes volumes, pintadas de cor preta, afim de reduzir a entrada de luz solar. A qualidade das sementes será avaliada conforme disposto nas Regras de Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), sendo realizado teste de germinação, primeira contagem, emergência, índice de velocidade (IVE) e tempo médio de emergência (TME) e teor de água.

A análise da fitossanidade dos grãos foi conduzida segundo o Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009), onde no teste de sanidade, serão utilizadas subamostras, de cada tratamento, na detecção de microrganismos pelo método do papel de filtro. Foi utilizado microscópio para detectar a presença de microrganismos e identificação. O grau de umidade foi medido antes e após o período de deterioração, visando calcular a discrepância entre ambas. Os

resultados foram submetidos à análise de variância a 5%, teste de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o Software AGROESTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados observados, para o peso de mil sementes, demonstram que conforme ocorre variação positiva na potência luminosa, acarretando diretamente no aumento da temperatura, os valores permaneceram decaindo de maneira acentuada (Figura 01). Logo, para o armazenamento de feijão-caupi Cv. BR3-Tracuateua, uso dessa tecnologia influenciou significativamente para o peso de mil sementes; resultados semelhantes foram observados por Brüning (2011), em pesquisas com sementes de espécies florestais. O peso mil sementes são cruciais para cálculos de produtividade e plantio, remetendo a valores de exatidão para amostras de trabalho precisas (Marcos Filho, 1999).

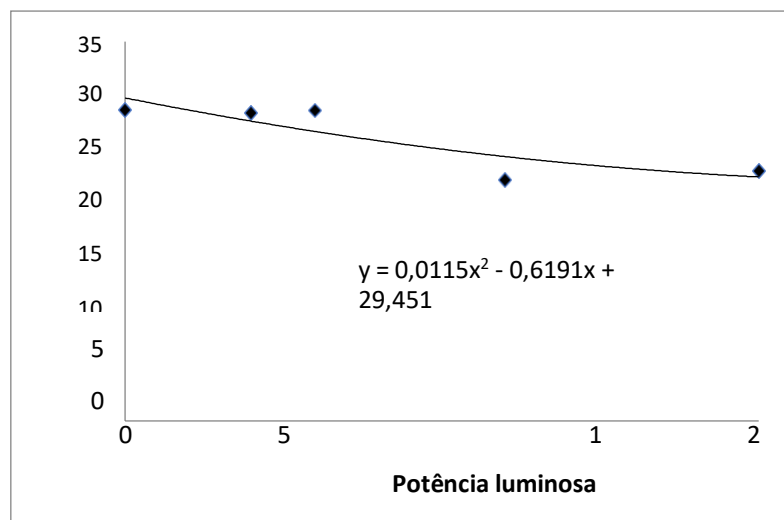


Figura 1. Peso de mil sementes armazenadas sob diferentes fontes de luz.

Para o teste de umidade de sementes (Figura 3), observou-se que o tratamento T1 apresentou maior valor para umidade, seguindo pelo tratamento T2, T3, T4, T5. Os resultados expressam que, a maior potência luminosa (20w), propicia menor umidade dos grãos, marcado pelo aumento da temperatura, e por conseguinte, ocasiona a evaporação de água (Hampton; Coolbear, 1990). De acordo com os estudos de Pontes (2016), a temperatura dos silos tipo bolsa influencia diretamente no teor de água nos grãos, podendo reduzir infestações por patógenos, mantendo por maior período, o vigor das sementes, aumentando o potencial germinativo.

Para o teste de condutividade, o ápice da curvatura de regressão foi observado no tratamento T3 (Figura 03). Os tratamentos T1 e T5 não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 5\%$). Valor reduzido para condutividade elétrica implicam em menor liberação de íons para a solução, ocasionando assim, na menor deterioração dos grãos. Resultados semelhantes foram obtidos por Soave (1987), trabalhando com sementes de abobrinha.

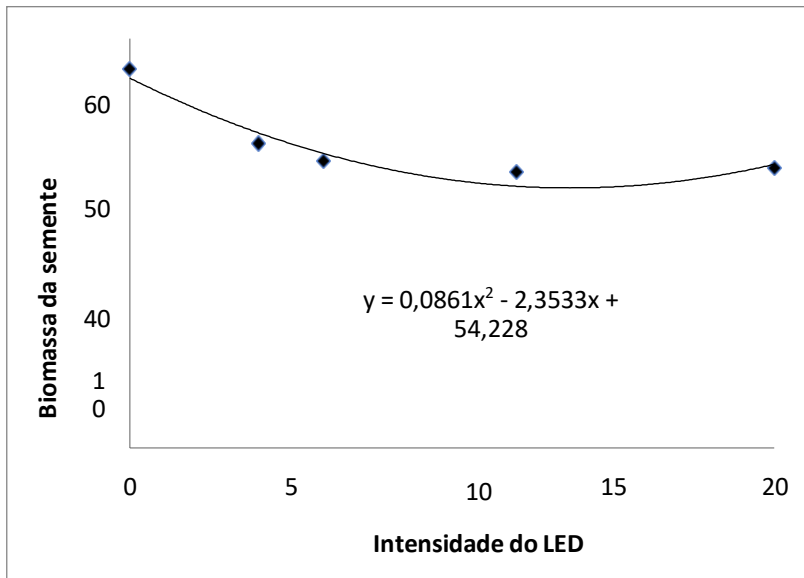


Figura 2. Umidade de sementes armazenadas sob diferentes fontes de luz.

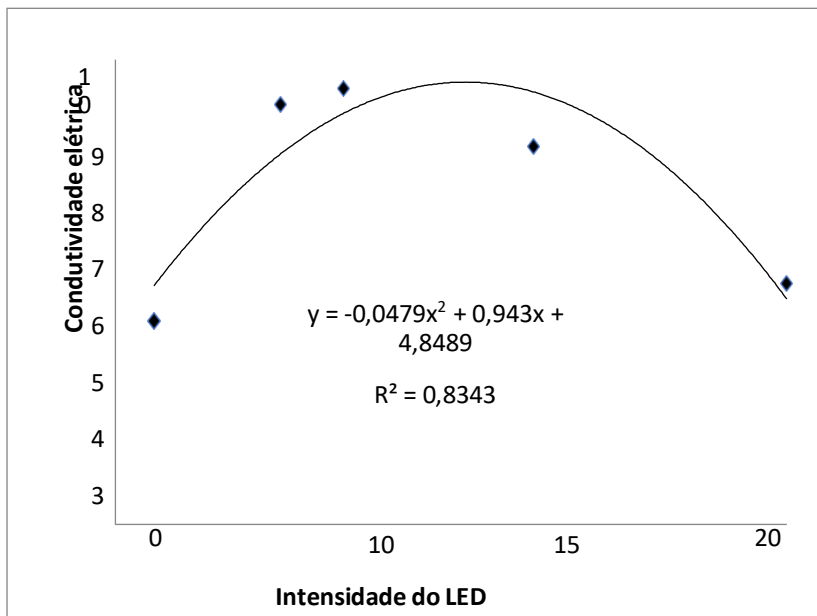


Figura 3. Condutividade elétrica sementes armazenadas sob diferentes fontes de luz

CONCLUSÃO

Para o peso de mil sementes, o tratamento T5 (20w) apresentou os melhores resultados, indicando diodos emissores de luz de maior potência. Para o teste de umidade, observou-se que o tratamento T1 (0w) apresentou maior valor para umidade, seguindo pelo tratamento T2 (4w), T3 (6w) e T4 (12w). Para o teste de condutividade, o ápice da curvatura de regressão foi observado no tratamento T3, onde o tratamento T1 apresentou o melhor resultado. Para o peso de mil sementes, o tratamento T5 (20w) apresentou os melhores resultados. Para o teste de umidade, indica-se o uso de melhor tratamento foi o T4 (12w). Para o teste de condutividade, o tratamento T5 (20w).


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- AGING (SSAA) test. In: CONGRESS OF ISTA, 25. Pretoria, Abstracts... Pretoria, 1998. p.92-93.
- BRASIL. *Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/ CLAV, 2009. 365p. CISM.
- Association Of Official Seed Analysts – AOSA. *Seed vigour testing handbook*. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- Barros, A. S. R.; Dias, M. C. L. Aferição de testes de vigor para sementes de milho. *Informativo ABRATES*, Londrina, 2(4): 10-22, 1992.
- Bennett, M. A.; Barr, A. J.; Grassbaugh, E. M.; Evans, A. F. *Seed vigor evaluation of su, s and sh2 sweet corn genotypes using the saturated salt accelerated*, 2007
- Hampton, J. G.; Coolbear, P. *Potential versus actual seed performance can vigor*. *Seed Science and Technology*, Zürich, 18(2): 215-228, 1990.
- I Soave, J.; Wetzel, M. M. V. da S. *Patologia de Sementes*. Campinas: Fundação Cargill, 1987.
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. *Boletim Hortigranjeiro*, Brasília, DF, 8(1).
- Krzyzanowski, F. C.; Franca Neto, J. de B. *Teste de vigor em sementes*. Encontro sobre avanços em tecnologia de sementes, 1991, Pelotas. Anais. Pelotas: UFPel-FAEM-DF, p. 97-104, 1991.
- MarcosFilho, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, p. 1-21, 1999.
- Popinigis, F. *Fisiologia da semente*, Brasília, ABEAS, 1985. 289p.

Diferentes períodos de hipoxia durante o crescimento inicial do milho


Recebido em: 16/01/2023

Aceito em: 17/01/2023

 10.46420/9786581460860cap3

Josiane Souza Salles^{1*} 

Alexandre Henrique Freitas de Lima² 

Jussara Souza Salles³ 

Edilson Costa⁴ 

Flávio Ferreira da Silva Binotti⁵ 

INTRODUÇÃO

Apesar da grande diversidade de espécies, o corpo vegetativo é composto por três órgãos, as folhas, o caule e a raiz, sendo que os órgãos vegetais são formados por três sistemas de tecidos caracterizados como principais, sendo encontrado em todos os vegetais tais como o sistema dérmico, o sistema fundamental e o sistema vascular. As funções exercidas pelas plantas como trocas gasosas nas folhas, condução de água no xilema, respiração e fotossíntese dependem das estruturas que ocorrem conforme interagem com seus ambientes abióticos e bióticos (Taiz; Zeiger, 2013).

Mesmo em condições de ambiente natural de determinado vegetal, estes ainda estão sujeitos a condições adversas do meio, o que pode promover estresse as plantas, trazendo consequências temporárias ou permanentes para a cultura, nestes casos algumas espécies são capazes de reverter à situação ao desenvolver mecanismos que promovem à tolerância as condições estressantes, garantindo desta forma a sobrevivência no ambiente (Henrique et al., 2010). O regime de permanência de água no solo influencia o desenvolvimento da cultura, sendo este temporário ou permanente, quando em excesso há necessidade de estratégias adaptativas das espécies vegetais (Binotto et al., 2016).

Todos os órgãos e tecidos vegetais respiram, as raízes são órgãos que apresentam altas taxas de respiração, assim o oxigênio utilizado neste processo advém principalmente do próprio solo, sendo que para a raiz conseguir retirar-lo este precisa estar com boa aeração, em casos contrários, nas raízes ocorre à formação de aerênquimas induzido em plantas que não são adaptadas à anoxia através do alagamento, por meio de uma enzima, no caso a celulase, que é responsável por digerir a celulose das paredes celulares em regiões específicas do sistema radicular, com isso há um aumento nos espaços internos do tecido (Buckeridge et al., 2013).

^{1,2,3,4 e 5} Departamento de agronomia, Universidade Estadual de Mato grosso do Sul -UEMS, Campus de Cassilândia-MS.

* Autora correspondente: “josi_souzasalles@hotmail.com”

O Brasil é reconhecido mundialmente por ser um dos maiores produtores de milho, com extensas áreas plantadas, sendo a realização de estudos sobre a formação de aerênquimas como mecanismos alternativos aos ambientes com solos alagados, fundamental, por analisar o potencial de tolerância em regiões de várzeas (Pires et al., 2015).

Dessa forma, uma das mais importantes adaptações anatômicas em situações em que ocorre a deficiência de oxigênio é a formação de aerênquimas, e em estudos avaliando o milho em condições de alagamento para avaliar a anatomia em diferentes ciclos de seleção sucessivos da cultivar saracura, Pereira et al. (2008) verificaram que os ciclos de seleção da cultivar Saracura resultam em maior desenvolvimento das estruturas de aerênquimas e alterações anatômicas, o que propicia uma melhor condutividade hidráulica nas raízes.

Diante do exposto sobre a influência do ambiente no comportamento dos vegetais, que em casos de condições adversas, provocam situações de estresses induzindo as plantas a desenvolverem mecanismos de tolerância para garantir a sobrevivência e perpetuação da espécie. O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar a anatomia da raiz e o crescimento inicial do milho, quando submetido ao estresse de anoxia, promovido por diferentes períodos de hipóxia (encharcamento do substrato).

MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi conduzido em casa de vegetação, e as análises anatômicas foram realizadas no Laboratório de Microscopia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na Unidade Universitária de Cassilândia (UUC), localizada no município de Cassilândia, durante o período de junho a julho de 2014. O local possui latitude de 19°07'21" S, longitude de 51°43'15" W e altitude de 516 m (Estação automática Cassilândia-A742). De acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta Clima Tropical Chuvoso (Aw) caracterizado por ser quente e úmido, com duas estações definidas, chuvosa no verão e seca no inverno.

O experimento para avaliação do crescimento inicial do milho foi realizado em um ambiente protegido com estrutura em aço galvanizado, com dimensões de 8,0 x 18,0 x 4,0 m (largura x comprimento x pé-direito), coberto com tela aluminizada termorrefletora de 50% de sombreamento por 3,30 m, e fechamentos laterais em ângulo reto (90°) com tela preta de 50% de sombreamento.

Os recipientes de cultivo utilizados foram recipientes plásticos (vaso) sendo preenchidos com solo de barranco (substrato), estes possuíam volume de 5 litros. Foram semeadas 15 sementes por recipiente, sendo realizado o desbaste após a estabilização da emergência, passando a ser conduzidas 8 plantas por vaso.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos, que consistiam em 0, 10, 15 e 20 dias de hipoxia, com 5 repetições, totalizando 20 parcelas. O período de exposição à hipóxia (encharcamento do substrato) iniciou-se logo após a estabilização de emergência da

cultura, os vasos eram completamente encharcados diariamente, sendo a manutenção do encharcamento realizado conforme a redução do nível de água.

Para a avaliação do crescimento inicial do milho em condições de hipoxia, foram avaliados os parâmetros de crescimento como comprimento (mensuradas por meio de uma régua graduada em centímetros) da parte aérea, o comprimento da raiz principal e comprimento total do vegetal (obtida em função da soma do comprimento da parte aérea e comprimento da raiz principal), diâmetro do colmo (paquímetro digital, expresso em mm), o número de folhas (folhas expandidas) por planta e a fitomassa seca total (obtida após a secagem da mesma em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, por 72 horas, procedendo à mensuração da massa em g planta⁻¹ em balança analítica), além da análise anatômica, por meio do corte transversal da raiz.

Foram retiradas 2 plantas de cada repetição para a realização do corte transversal da raiz, com o intuito de realizar a visualização dos três sistemas, o dérmico, fundamental e o vascular, enfatizando o sistema fundamental, dando relevância a formação de aerênquima devido aos períodos de hipoxia do seu meio de cultivo.

Para a visualização dos sistemas da raiz do milho, foi realizado o corte transversal da raiz em laboratório. As raízes foram lavadas, retirando todo o substrato agregados as raízes, os cortes foram realizados com o auxílio de uma lâmina, após o corte, foi montado à lâmina com o material obtido. A visualização do material foi através de microscópio óptico, com o qual foram realizadas fotografias dos cortes por meio de uma câmera digital.

Os dados obtidos nas análises de crescimento foram submetidos a verificação de ajuste dos dados a regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características analisadas como comprimento da parte aérea, comprimento da raiz principal e comprimento total da planta, assim como para as variáveis de diâmetro do colmo, número de folhas e fitomassa seca total de plantas de milho, não houve diferença em função dos diferentes períodos de hipoxia aos quais as plantas foram conduzidas em substrato encharcado (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Comprimento da raiz principal, parte aérea e total de plantas de milho, em função do período de hipóxia do substrato. UEMS, Cassilândia - MS, 2014.

Tratamentos	Comprimento (cm)		
	Raiz	Parte aérea	Total
Período de hipoxia			
0 dias	38,7	26,6	65,3
10 dias	38,5	27,7	66,3
15 dias	37,7	29,9	67,6
20 dias	41,4	26,3	67,7
Ajuste de regressão	N.S.	N.S.	N.S.
C. V. (%)	17,40	12,48	8,65

N.S. Não significativo.

Estudos realizado com o milho submetidos a solo com presença de alagamento e ausência de alagamento 25 dias após a germinação, durante 10 dias, Coelho et al. (2013) ao analisar o crescimento de plantas, observaram que o alagamento influenciou negativamente na ecofisiologia e na fitomassa seca total da planta.

Em estudos realizados Rosa et al. (2015) com diferentes períodos de alagamento do solo, durante o crescimento inicial de plantas de aveia branca, sendo alagamento por 72 e 120 horas, afirmam que conforme o aumento no período de alagamento teve uma redução de fitomassa seca, entretanto assim como obtido neste estudo, o comprimento da parte aérea e do sistema radicular não foram influenciados em função do período de encharcamento do solo.

Tabela 2. Diâmetro do colmo (DC), número de folhas por planta (NF) e fitomassa seca total de plantas (FS) de milho, em função do período de hipoxia do substrato. UEMS, Cassilândia - MS, 2014.

Tratamentos	DC ----mm----	NF	FS ---g planta ⁻¹ ---
Período de hipoxia			
0 dias	3,90	3,7	0,6197
10 dias	3,95	3,6	0,7063
15 dias	3,86	3,2	0,6457
20 dias	3,83	3,5	0,5540
Ajuste de regressão	N.S.	N.S.	N.S.
C. V. (%)	14,38	9,99	17,62

N.S. Não significativo.

Apesar dos diferentes períodos de hipoxia (encharcamento) não ter promovido diferenças nos parâmetros de crescimento inicial analisados na cultura do milho, houve diferença quanto à constituição anatômica das raízes, em que houve um aumento significativo da quantidade de aerênquimas conforme o aumento do período de hipoxia (encharcamento do substrato), o tratamento que consistiu em 0 dias (controle) de hipoxia não apresentou a formação de aerênquimas, enquanto aos 10, 15 e 20 dias de hipoxia (substrato encharcado) evidenciou a formação de parênquima com presença de oxigênio (aerênquima), conforme Figura 1.

Conforme ocorreu aumento no período de hipoxia (encharcamento do substrato), o sistema radicular por ser um órgão com tecidos aclorofilados, não tem capacidade de gerar energia química pelo processo fotossintético, assim depende da oxidação de compostos orgânicos para produção de energia livre da forma de ATP, para manutenção das atividades celulares e crescimento, assim a falta de oxigênio do meio onde está o sistema radicular, acarretado pela dificuldade de difusão do oxigênio em função da presença de água tanto na macro e microporosidade, acarreta um ambiente com hipoxia, levando o vegetal a se adaptar anatomicamente a esse meio, ocorreu uma mudança no sistema fundamental, sendo no córtex o aparecimento de locais de armazenamento de oxigênio o aerênquima (Figura 1). Isto ocorreu porque o período em que o milho se desenvolveu no substrato alagado ficou submetido a um ambiente

hipóxico, o estresse promovido pela falta de oxigênio no meio de cultivo culminou no maior número de aerênquimas formados conforme o aumento no período de alagamento.

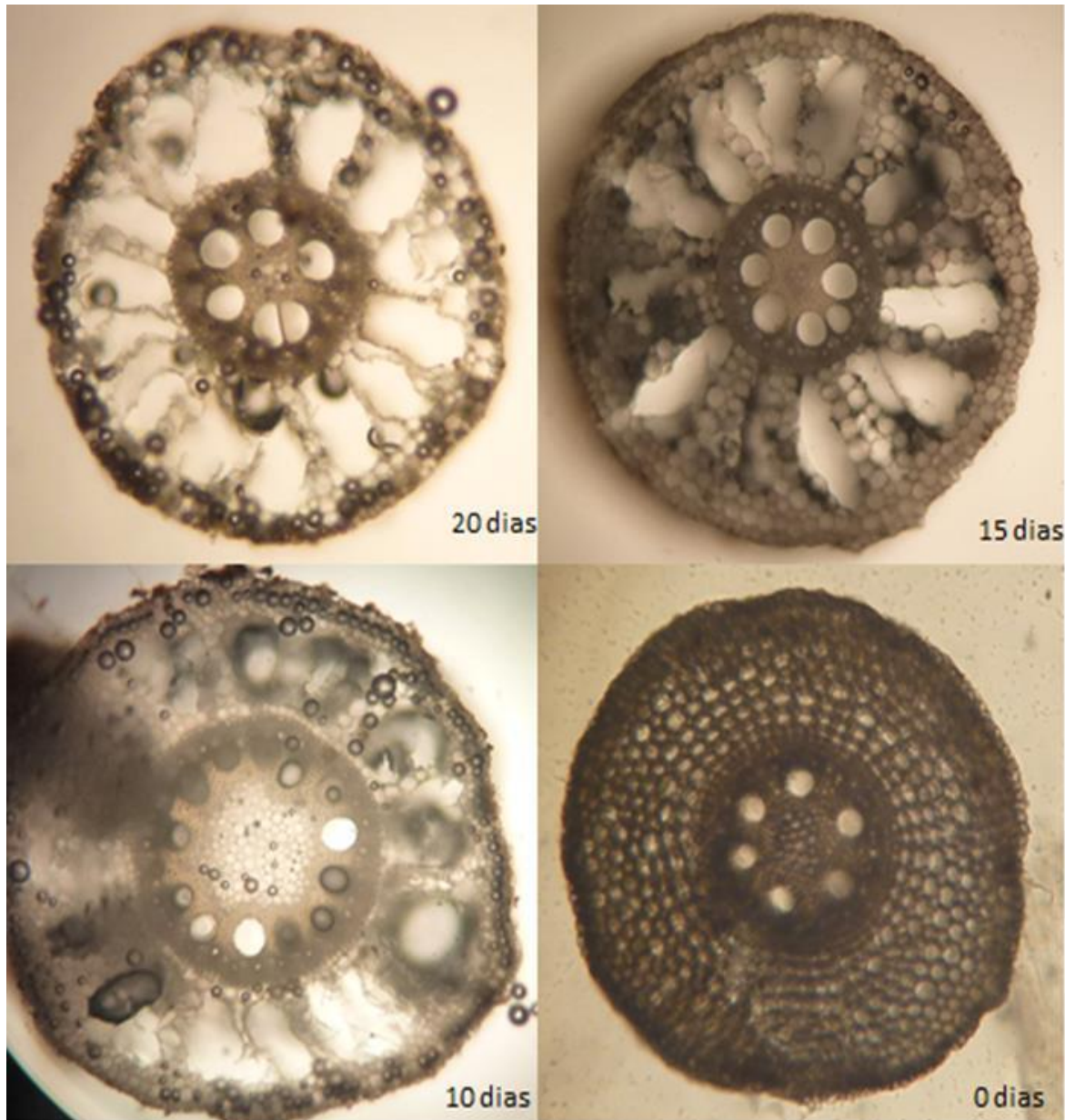


Figura 1. Influência de diferentes períodos (dias) de hipóxia (encharcamento do substrato) na característica anatômica do sistema radicular do milho. Cassilândia-MS, 2014. Fonte: Salles (2014).

Resultados semelhantes foram observados em experimento realizado por Pires et al. (2015) com 0, 1 e 7 dias de encharcamento do substrato relatando o aumento na proporção de aerênquima no córtex radicular do milho BRS 4154, sendo que este maior desenvolvimento de aerênquimas nas raízes do milho ocorreu principalmente nos ciclos finais do encharcamento. Pereira et al. (2008) também verificaram para a BRS 4154 aumento na formação de aerênquima e diminuição do córtex.

CONCLUSÃO

Nas características anatômicas da raiz de milho, evidenciou a presença de aerênquimas em ambiente com hipóxia, entretanto, isso não influenciou o seu crescimento inicial aos 20 dias, após a emergência de plântulas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), através da Divisão de Ensino de Graduação (DEG), órgão vinculado a Pró-Reitoria de Ensino (PROE), e ao programa institucional de monitoria (PIM) pela concessão de bolsa de monitoria.


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Binotto, B.; Antoniazzi, A. P.; Neumann, G. M.; Sausen, T. L. & Budke, J. C. (2016). Tolerância de plântulas de *Cedrela fissilis* Vell. a diferentes amplitudes e intensidade de inundação. *Ciência Florestal*, 26: 1339-1348.
- Buckeridge, M. S.; Tiné, M. A.; Minhoto, M. J. & Lima, D. U. (2013). Respiração. In: Kerbauy, G. B. *Fisiologia Vegetal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Coelho, C. C. R.; Silva, J. N.; Neves, M. G.; Conceição, A. G. C.; Silva, R. T. L. & Oliveira Neto, C. F. O (2013). Aspectos ecofisiológicos e crescimento em plantas de milho submetidas ao alagamento. *Revista Agroecossistemas*, 5: 41-46.
- Henrique, P. C.; Alves, J. D.; Goulart, P. F. P.; Deuner, S.; Silveira, N.; Zanandrea, I. & Castro, E. M (2010). Características fisiológicas e anatômicas de plantas de sibipiruna submetidas à hipóxia. *Ciência Rural*, 40: 1-7.
- Pereira, F. J.; Castro, E. M.; Souza, T. C. & Magalhães, P. C (2008). Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43: 1649-1656.
- Pires, M. F.; Castro, E. M.; Magalhães, P. C.; Silva Neta, I. C. & Monteiro, A. G. D. P (2015). Etileno e peróxido de hidrogênio na formação de aerênquima em milho tolerante a alagamento intermitente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50: 779-787.
- Rosa, T. D.; Pedó, T.; Martinazzo, E. G.; Gehling, V. M.; Ainsenberg, G. R. Aumonde, T. Z. & Villela, F. A (2015). Alagamento do solo: efeito no crescimento inicial da aveia branca (*Avena sativa* L.). *Scientia Agraria Paranaensis*, 14: 127-131.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.

Valoração da madeira produzida por pequenos produtores florestais no semiárido mineiro

Recebido em: 08/03/2023

Aceito em: 26/03/2023

 10.46420/9786581460860cap4

Lucas de Jesus Freitas 

Stanley Schettino 

INTRODUÇÃO

A indústria de base florestal brasileira desponta como uma das mais competitivas no mundo, e conta com aproximadamente cerca de 10 milhões de hectares destinadas a árvores plantadas, segundo dados da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2022), sendo uma importante parcela desse total proveniente de plantios realizados por produtores florestais independentes, geralmente pequenos e médios produtores rurais. Entre as espécies plantadas no Brasil, 75,8% da área é composta pelo cultivo de eucalipto, com 7,53 milhões de hectares, e 19,4% de pinus, com aproximadamente 1,93 milhão de hectares. Além desses cultivos, existem cerca de 475 mil hectares plantados de outras espécies, entre elas a seringueira, acácia, teca e paricá.

Como a produção de madeira realizada por produtores florestais independentes envolve diversas variáveis, torna-se necessário a utilização de técnicas de manejo adequadas, que vão desde o cumprimento das legislações vigentes, passando pelo uso racional dos recursos a curto, médio e longo prazos, visando a obtenção e a garantia de produtos que estejam de acordo com as especificidades estabelecidas pelos clientes e que ao mesmo tempo sejam capazes de remunerar esses produtores, respeitando as exigências técnicas, ambientais e sociais (Gonçalves et al., 2017). Essas técnicas de manejo requerem um considerável aporte de recursos financeiros e o entendimento de como isso influencia na atratividade do negócio é de fundamental importância para garantir a sustentabilidade do negócio (Janoselli et al., 2016).

Dessa forma, analisar a estrutura econômica do investimento permite avaliar a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental da produção de madeira por produtores florestais independentes, permitindo, a partir do estabelecimento do adequado preço de venda da madeira, estabelecer níveis mínimos de remuneração capazes de garantir a sustentabilidade do negócio florestal sob todas as óticas avaliadas.

Para que isso não venha a ocorrer, este estudo apresentou como objetivos: desenvolver um mecanismo para a determinação do preço mínimo de venda da madeira de forma a garantir a rentabilidade do negócio florestal para o produtor; e apresentar variáveis econômicas que podem ser utilizadas para avaliar a viabilidade econômica do negócio florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

Os dados foram coletados em áreas de plantios florestais localizadas na região do vale do Rio Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais, situadas entre os meridianos de 42°48'00" a 43°43'00" de longitude a Oeste de Greenwich e os paralelos de 16°49'00" a 17°42'00" de latitude a Sul da linha do Equador. A altitude varia entre 600 e 1.100 m.

A região abrange áreas com precipitação média anual que varia de 750 mm até 1.400 mm. Segundo a classificação climática de Köppen, os tipos climáticos predominantes na região é o Aw – tropical chuvoso de savana, ou seja, inverno seco e chuvas máximas no verão, e a estação chuvosa ocorre entre os meses de outubro e março (Meira Junior et al., 2016). Na área de estudo, as florestas são, em sua totalidade, cultivadas com eucaliptos em povoamentos de clones híbridos (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*) com produtividade média de 245 m³.ha⁻¹, em regime de alto fuste com rotação de sete anos de idade, espaçamento 3 m × 3 m, sempre em relevo plano a suave ondulado.

2.2. Custos e receitas da produção florestal

Na Tabela 1 são apresentados os custos totais, distribuídos de acordo com as operações necessárias à implantação e manutenção de um hectare de floresta de eucalipto, dadas as condições da área estudada, desde o plantio até o carregamento da madeira no pátio.

Tabela 1. Custos de formação e colheita de florestas de eucalipto na área de estudo. Fonte: os autores.

Itens	Valores
Custo de Implantação	R\$ 3.950,00 ha ⁻¹
Custo de manutenção – ano 1	R\$ 1.931,00 ha ⁻¹
Custo de manutenção – ano 2 até a colheita (anual)	R\$ 327,00 ha ⁻¹
Gastos administrativos – ano 1 até a colheita (anual)	R\$ 149,00 ha ⁻¹ a
Taxa de Juros	8,0 % a.a
Custo de colheita*	R\$ 25,00/ m ³
Custo de carregamento da madeira	R\$ 3,00/ m ³

* Valor médio praticado na região do estudo. Obs.: Para este estudo, não foi considerado o valor terra.

Os custos (de implantação e manutenção no ano 1 até a época de colheita) foram convertidos em custos por hectare (R\$ ha⁻¹) e agrupados para analisar as diferentes variáveis, através da análise econômica dos fluxos de caixa, admitindo que a taxa de juros do mercado é fixa (8%), sendo esta taxa usual em projetos técnicos e científicos para a análise de projetos florestais. Foram utilizadas estimativas de produtividades dos povoamentos: IMA – Incremento médio anual (desde 30 até 50 m³.ha⁻¹.ano), idade (5 a 12 anos) e valor de venda da madeira (variando desde R\$ 80,00 até R\$ 120,00/m³), de modo a permitir que as simulações necessárias aos objetivos deste estudo estivessem condizentes com a realidade da região avaliada.

2.3. Análises estatísticas

A técnica de regressão linear utilizada foi desenvolvida por SEBER e WILD (2003) e seu ajuste foi realizado para Preço, VPL e TIR, sendo propostos os seguintes modelos:

$$\text{Preço} = \beta_0 + (\beta_1 * \text{IMA}) + (\beta_2 * \text{ICORTE}) + (\beta_3 * \text{TIR}) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\text{VPL} = \beta_0 + (\beta_1 * \text{IMA}) + (\beta_2 * \text{ICORTE}) + (\beta_3 * \text{PREÇO}) \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\text{TIR} = \beta_0 + (\beta_1 * \text{IMA}) + (\beta_2 * \text{ICORTE}) + (\beta_3 * \text{PREÇO}) \quad (\text{Eq. 3})$$

onde: VPL = Valor Presente Líquido; TIR = Taxa Interna de Retorno; Preço = preço mínimo para uma TIR esperada; e β_0 , β_1 , β_2 e β_3 = parâmetros dos modelos.

A obtenção do preço de venda capaz de remunerar o produtor florestal se deu pela observância dos seguintes aspectos:

- A partir de uma TIR esperada, normalmente igual ou maior que a taxa mínima de atratividade do mercado financeiro, foi possível estimar o preço de venda da madeira, através da inserção dessa TIR, do valor de IMA e da idade de corte da floresta, na equação 1, supracitada.
- Após a obtenção do valor de preço de venda, utilizou-se a equação 2 para verificação do VPL. Caso fosse alcançado valores positivos (maiores que zero), obtém-se então o valor final de venda da madeira. Do contrário, se fosse obtido valores negativos, seria necessário proceder com um ajuste no preço proposto e, novamente, seria realizada a inserção desse novo valor na equação 2 para a conferência. Esse processo deve ser realizado diversas vezes até a obtenção de um VPL positivo quando então, fica demonstrado que o preço de venda da madeira conseguiria compensar financeira e economicamente o produtor florestal.
- Por último, o valor de preço de venda da madeira, foi inserido na equação 3, para a obtenção do valor final da TIR.

As equações ajustadas foram avaliadas através do coeficiente de determinação (R^2) e pelo coeficiente de correlação entre os valores observados e estimados ao quadrado (R_{yy}^2), tendo sido utilizado o software STATISTICA for Windows (STATSOFT Inc., 1995).

Para a análise da interferência das variáveis no preço de venda da madeira, foi obtido o grau de associação efetuando-se a verificação da matriz de coeficientes da correlação de Pearson (r) e pelo teste “t” a 5% de probabilidade, sendo analisados e correlacionados o VPL e a TIR com a variável preço de venda da madeira e com os valores de IMA e idade de corte.

2.4. Análise econômica

Para atender às finalidades deste estudo, foram considerados na análise econômica todos os custos inerentes ao projeto (implantação, manutenção das florestas, gastos administrativos e colheita),

bem como as receitas resultantes da venda da madeira ao longo de um horizonte de planejamento variável (de 5 a 12 anos). Levando-se em conta os diferentes horizontes de planejamento, após a obtenção do fluxo de caixa contendo as entradas e saídas monetárias ao longo de cada horizonte possível, realizou-se a análise econômica com base nos critérios do Valor Presente Líquido (VPL), da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do incremento médio anual (IMA) e idade de corte, além do preço de venda da madeira.

O VPL representa a diferença entre o valor presente das receitas e o valor presente dos custos, a uma determinada taxa de desconto (Equação 4). Por sua vez, a TIR é a taxa de juros que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, é alcançada quando o VPL do fluxo de caixa se iguala a zero. Também pode ser entendida como a taxa percentual de retorno do capital investido (Equação 5).

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (\text{Eq. 4})$$

onde: VPL = valor presente líquido (R\$/ha); R = receita no período de tempo j (R\$/ha); C = custo no período de tempo j (R\$/ha); i = taxa de juros (% ao ano); j = período de ocorrência da receita ou custo (anos); e n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

$$\sum_{j=0}^n R_j(1+TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j(1+TIR)^{-j} \quad (\text{Eq. 5})$$

onde: TIR = taxa interna de retorno (% ao ano); R = receita no período de tempo j (R\$/ha); C = custo no período de tempo j (R\$/ha); j = período de ocorrência da receita ou custo (anos); e n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos dados que compunham o fluxo de caixa contendo as entradas e saídas monetárias ao longo do horizonte de planejamento, foi possível elaborar os ajustes das equações para a análise econômica, para cada combinação de preço, idade de corte e IMA, sendo os resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Equações ajustadas para a determinação do preço de venda da madeira (P, em R\$/m³) a partir da TIR estimada (em %), do incremento médio anual (IMA, em m³/ha/ano) e a idade de corte da madeira (Ic, em anos) e para checagem da TIR e VPL (em R\$/ha) em função do preço de venda da madeira, do IMA e da idade de corte. Fonte: os autores.

Equações	R ²	R _{yy} ²	r ^{1/}	r ^{2/}	r ^{3/}
$P = 129,608 - 1,501 \cdot \text{IMA} + 0,8022 \cdot \text{Ic} + 3,176 \cdot \text{TIR}$	0,92	71,3	--	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
$\text{VPL} = -23571,7 + 267,3 \cdot \text{IMA} - 244,7 \cdot \text{Ic} + 148,5 \cdot \text{P}$	0,97	68,5	0,74*	0,61*	-0,20 ^{ns}
$\text{TIR} = -35,750 + 0,473 \cdot \text{IMA} - 0,253 \cdot \text{Ic} + 0,264 \cdot \text{P}$	0,95	93,8	0,73*	0,59*	-0,12 ^{ns}

Onde: R² = Coeficiente de determinação.

R_{yy}² = Coeficiente de correlação entre os valores observados e estimados ao quadrado

^{1/} Coeficiente de Correlação de Pearson entre as variáveis VPL e TIR e o preço de venda da madeira.

^{2/} Coeficiente de Correlação de Pearson entre as variáveis VPL e TIR e o IMA.

^{3/} Coeficiente de Correlação de Pearson entre as variáveis VPL e TIR e a idade de corte.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste “t” com n-2 graus de liberdade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste “t” com n-2 graus de liberdade.

As equações ajustadas para os conjuntos de dados apresentaram boa qualidade de ajuste, haja vista as estimativas dos coeficientes de determinação (R²), indicando um bom ajuste do modelo à amostra e explicando uma grande parte da variabilidade dos dados de resposta ao redor de suas respectivas médias.

A verificação dos resultados permitiu inferir que o coeficiente de correlação de Pearson (r) apresentou sinal positivo entre as variáveis TIR e VPL com a variável preço de venda da madeira, demonstrando haver aumento da TIR e VPL, juntamente com o aumento do preço de venda da madeira, sendo essa correlação positiva e forte, dados os valores dos coeficientes próximos da unidade. A mesma interpretação se dá para a correlação entre a TIR e o VPL com o IMA das florestas, indicando que para a obtenção de um bom resultado econômico-financeiro é de fundamental importância um bom manejo das florestas.

No entanto, uma simples verificação dos resultados não pode ser instrumento para se chegar a uma análise conclusiva. Segundo Coelho et al. (2019), os incrementos no volume das florestas não ocorrem de forma linear, representando que nem sempre, quanto mais velho for o plantio, maior será o lucro com a venda da madeira e, por este motivo, os dados devem ser analisados de forma precisa, para não haver uma interpretação equivocada e inferir em atitudes infundadas, quanto a qual variável está sendo determinada para fazer a venda da madeira.

De acordo com Virgens et al. (2016), cenários de viabilidade econômica que apresentam diferentes taxas de juros aplicadas, tendem a viabilizar o projeto, quando comparado com as demais variáveis, portanto, variações nos custos e receitas que impactam a viabilidade de um projeto florestal, também podem sofrer influência dos aspectos edafoclimáticos, do tipo de material genético empregado, da diversidade climática, como também o nível tecnológico utilizado no processo produtivo.

As estimativas de VPL e TIR avaliadas, juntamente comparadas às variáveis, idade de corte, IMA e preço da madeira, são apresentados nas Tabelas 3 a 7.

A análise dos cenários apresentados neste estudo demonstra que a idade de corte, isoladamente, foi a variável que menos influenciou o resultado econômico dos projetos florestais, embora possua correlação negativa com as variáveis de estudo.

Em outra vertente, a produtividade das florestas também apresentou forte correlação positiva com o resultado econômico do negócio florestal. De fato, Oliveira et al. (2008) ao analisarem as variáveis de influência sobre a rentabilidade dos negócios florestais, concluíram que os plantios situados em terras pouco produtivas são inviáveis economicamente.

Entretanto, o preço de venda da madeira foi a variável que mais influenciou os resultados econômico e financeiro dos projetos florestais. Almeida et al. (2010), afirmam que esta variável consiste em um elemento chave e estratégico para o sucesso de empreendimentos florestais, sendo fortemente influenciada pela duração dos horizontes de planejamento, ou seja, corroborando a importância da idade de corte no resultado econômico do negócio florestal.

Cordeiro et al. (2010), estudando o efeito da elasticidade das variáveis preço, produtividade, taxa de juros, custo de colheita e implantação sobre o VPL de projetos florestais destinados a produção de carvão e madeira para celulose, afirmaram que o preço e produtividade são nesta ordem, componentes de maior importância na viabilidade financeira destes projetos. Ainda, afirmam os autores, o preço e a produtividade possuem relação direta com o VPL, ou seja, o incremento nestes, resulta em um maior retorno financeiro.

Pequenas mudanças no preço de venda da madeira provocam grandes alterações na lucratividade da atividade florestal, sugerindo que a melhoria da qualidade da madeira, juntamente com outras medidas que visem aumentar o preço desse produto, são alternativas que podem viabilizar o plantio em áreas pouco produtivas e aumentar o lucro dos plantios das áreas mais produtivas (Oliveira et al., 2008).

Por outro lado, ao se fixar o preço mínimo de venda da madeira a partir de uma TIR esperada (igual ou maior ao valor de uma Taxa Mínima de Atratividade – TMA de mercado), busca-se remunerar o produtor florestal na medida do capital investido. Conforme Casarotto Filho & Kopittke (2000), quando se avalia uma proposta de investimento precisa ser analisado o fato de se estar perdendo a chance de ter retornos pelo aproveitamento do mesmo capital em outros projetos. Ou seja, para ser atrativa, a proposta precisa render, no mínimo, um percentual equivalente ao rendimento das aplicações correntes e de pouco risco. Os autores consideram ainda que, no Brasil, é usual propor a rentabilidade da caderneta de poupança como sendo a TMA para análise de projetos.

Tabela 3. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 80,00/m³, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$ ha⁻¹ e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %.

IMA (m ³ /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	-4.256	-9,71	-4.159	-5,45	-4.286	-3,35	-4.572	-2,29	-4.966	-1,77	-5.432	-1,54	-5.490	-1,47	-6.470	-1,49
32,5	-3.851	-7,48	-3.699	-3,53	-3.794	-1,67	-4.064	-0,80	-4.455	-0,42	-4.925	-0,31	-5.444	-0,34	-5.989	-0,44
35,0	-3.445	-5,41	-3.239	-1,76	-3.301	-0,13	-3.556	0,57	-3.943	0,81	-4.418	0,82	-4.948	0,70	-5.508	0,53
37,5	-3.039	-3,48	-2.779	-0,11	-2.809	1,31	-3.048	1,85	-3.431	1,96	-3.911	1,86	-4.452	1,66	-5.028	1,41
40,0	-2.634	-1,67	-2.319	1,43	-2.317	2,65	-2.540	3,03	-2.919	3,02	-3.404	2,82	-3.956	2,55	-4.547	2,24
42,5	-2.228	-0,03	-1.860	2,88	-1.825	3,91	-2.032	4,14	-2.408	4,02	-2.897	3,73	-3.459	3,38	-4.066	3,00
45,0	-1.822	1,65	-1.400	4,25	-1.333	5,09	-1.524	5,19	-1.896	4,95	-2.390	4,58	-2.963	4,15	-3.585	3,72
47,5	-1.147	3,18	-940	5,54	-841	6,21	-1.016	6,17	-1.384	5,83	-1.887	5,38	-2.467	4,88	-3.104	4,40
50,0	-1.011	4,64	-480	6,78	-349	7,28	-508	7,11	-872	6,67	-1.376	6,13	-1.971	5,58	-2.623	5,04

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.

Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas.

Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Tabela 4. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 90,00/m³, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$ ha⁻¹ e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %

IMA (m ³ /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	-3.320	-4,80	-3.098	-1,24	-3.150	0,33	-3.400	0,98	-3.785	1,17	-4.262	1,15	-4.795	1,00	-5.361	0,81
32,5	-2.836	-2,56	-2.549	0,67	-2.563	1,99	-2.794	2,45	-3.175	2,50	-3.657	2,35	-4.204	2,11	-4.787	1,83
35,0	-2.353	-0,48	-2.001	2,44	-1.976	3,53	-2.188	3,81	-2.565	3,72	-3.053	3,46	-3.612	3,13	-4.214	2,77
37,5	-1.869	1,46	-1.453	4,09	-1.390	4,96	-1.583	5,07	-1.955	4,85	-2.449	4,48	-3.021	4,07	-3.640	3,64
40,0	-1.386	3,29	-904	5,64	-803	6,30	-977	6,25	-1.345	5,90	-1.844	5,44	-2.429	4,94	-3.067	4,45
42,5	-902	5,02	-356	7,10	-216	7,56	-371	7,35	-735	6,89	-1.240	6,33	-1.838	5,76	-2.493	5,20
45,0	-418	6,65	<u>192</u>	<u>8,47</u>	<u>371</u>	<u>8,74</u>	<u>234</u>	<u>8,40</u>	-125	7,82	-635	7,17	-1.246	6,52	-1.920	5,91
47,5	<u>65</u>	<u>8,21</u>	<u>741</u>	<u>9,78</u>	<u>958</u>	<u>9,86</u>	<u>840</u>	<u>9,38</u>	<u>486</u>	<u>8,69</u>	-31	7,96	-655	7,25	-1.346	6,57
50,0	<u>549</u>	<u>9,69</u>	<u>1.289</u>	<u>11,02</u>	<u>1.544</u>	<u>10,93</u>	<u>1.445</u>	<u>10,31</u>	<u>1.096</u>	<u>9,53</u>	<u>574</u>	<u>8,71</u>	-63	7,93	-773	7,20

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.
 Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas.
 Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Tabela 5. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 100,00/m³, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$ ha⁻¹ e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %.

IMA (m ³ /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	-2.384	-0,61	-2.036	2,33	-2.014	3,43	-2.227	3,72	-2.605	3,64	-3.092	3,39	-3.650	3,06	-4.251	2,71
32,5	-1.822	1,65	-1.400	4,25	-1.333	5,09	-1.524	5,19	-1.896	4,95	-2.390	4,58	-2.963	4,15	-3.585	3,72
35,0	-1.261	3,75	-763	6,02	-651	6,63	-821	6,54	-1.187	6,16	-1.688	5,67	-2.277	5,16	-2.919	4,65
37,5	-699	5,71	-126	7,68	30	8,06	-118	7,80	-479	7,28	-986	6,69	-1.590	6,08	-2.253	5,50
40,0	-138	7,56	511	9,24	712	9,40	586	8,97	230	8,33	-284	7,63	-903	6,95	-1.587	6,30
42,5	424	9,31	1.148	10,71	1.393	10,66	1.289	10,08	938	9,32	418	8,52	-216	7,76	-921	7,04
45,0	986	10,97	1.784	12,10	2.074	11,85	1.992	11,12	1.647	10,24	1.120	9,36	471	8,52	-255	7,74
47,5	1.547	12,54	2.421	13,41	2.756	12,98	2.696	12,10	2.355	11,12	1.821	10,14	1.158	9,23	411	8,40
50,0	2.109	14,04	3.058	14,67	3.437	14,05	3.399	13,04	3.064	11,95	2.523	10,89	1.844	9,91	1.077	9,03

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.
 Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas.
 Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Tabela 6. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 110,00/m³, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$ ha⁻¹ e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %.

IMA (m ³ /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	-1.488	3,06	-975	5,45	-879	6,13	-1.055	6,10	-1.424	5,77	-1.922	5,32	-2.506	4,83	-3.141	4,35
32,5	-808	5,34	-250	7,37	-102	7,79	-254	7,56	-617	7,07	-1.123	6,50	-1.723	5,91	-2.382	5,34
35,0	-169	7,46	475	9,16	674	9,33	547	8,91	190	8,28	-323	7,58	-941	6,90	-1.624	6,26
37,5	471	9,45	1.201	10,83	1.450	10,76	1.348	10,17	997	9,39	476	8,59	-159	7,82	-866	7,10
40,0	1.111	11,32	1.926	12,40	2.226	12,11	2.149	11,34	1.804	10,44	1.275	9,53	623	8,86	-107	7,89
42,5	1.750	13,09	2.651	13,87	3.002	13,37	2.950	12,45	2.611	11,42	2.075	10,42	1.406	9,48	651	8,63
45,0	2.390	14,77	3.376	15,27	3.778	14,57	3.751	13,49	3.418	12,35	2.874	11,25	2.188	10,24	1.410	9,33
47,5	3.029	16,37	4.102	16,60	4.554	15,70	4.552	14,48	4.225	13,22	3.674	12,03	2.970	10,95	2.168	9,98
50,0	3.669	17,89	4.827	17,87	5.330	16,78	5.353	15,42	5.032	14,05	4.473	12,78	3.752	11,63	2.927	10,60

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.
 Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas.
 Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Tabela 7. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 120,00/m³, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$ ha⁻¹ e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %.

IMA (m ³ /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	-512	6,34	86	8,21	<u>257</u>	<u>8,52</u>	<u>117</u>	<u>8,20</u>	-243	7,64	-752	7,01	-1.361	6,38	-2.031	5,77
32,5	206	8,64	900	10,15	<u>1.128</u>	<u>10,18</u>	<u>1.016</u>	<u>9,66</u>	663	8,94	145	8,18	-483	7,45	-1.180	6,76
35,0	923	10,79	1.714	11,95	<u>1.999</u>	<u>11,72</u>	<u>1.914</u>	<u>11,01</u>	1.568	10,14	1.042	9,26	394	8,43	-329	7,67
37,5	<u>1.641</u>	<u>12,80</u>	<u>2.527</u>	<u>13,63</u>	<u>2.869</u>	<u>13,16</u>	<u>2.813</u>	<u>12,26</u>	<u>2.474</u>	<u>11,26</u>	<u>1.938</u>	<u>10,27</u>	<u>1.272</u>	<u>9,35</u>	<u>522</u>	<u>8,51</u>
40,0	<u>2.359</u>	<u>14,69</u>	<u>3.341</u>	<u>15,21</u>	<u>3.740</u>	<u>14,51</u>	<u>3.712</u>	<u>13,44</u>	<u>3.379</u>	<u>12,30</u>	<u>2.835</u>	<u>11,21</u>	<u>2.150</u>	<u>10,20</u>	<u>1.373</u>	<u>9,29</u>
42,5	<u>3.076</u>	<u>16,48</u>	<u>4.155</u>	<u>16,70</u>	<u>4.611</u>	<u>15,78</u>	<u>4.610</u>	<u>14,55</u>	<u>4.284</u>	<u>13,28</u>	<u>3.732</u>	<u>12,09</u>	<u>3.027</u>	<u>11,00</u>	<u>2.224</u>	<u>10,03</u>
45,0	<u>3.794</u>	<u>18,18</u>	<u>4.968</u>	<u>18,11</u>	<u>5.482</u>	<u>16,99</u>	<u>5.509</u>	<u>15,59</u>	<u>5.190</u>	<u>14,21</u>	<u>4.629</u>	<u>12,92</u>	<u>3.905</u>	<u>11,76</u>	<u>3.075</u>	<u>10,72</u>
47,5	<u>4.512</u>	<u>19,80</u>	<u>5.782</u>	<u>19,45</u>	<u>6.352</u>	<u>18,13</u>	<u>6.408</u>	<u>16,58</u>	<u>6.095</u>	<u>15,08</u>	<u>5.526</u>	<u>13,70</u>	<u>4.783</u>	<u>12,47</u>	<u>3.925</u>	<u>11,37</u>
50,0	<u>5.229</u>	<u>21,35</u>	<u>6.596</u>	<u>20,73</u>	<u>7.223</u>	<u>19,21</u>	<u>7.306</u>	<u>17,53</u>	<u>7.000</u>	<u>15,91</u>	<u>6.423</u>	<u>14,45</u>	<u>5.660</u>	<u>13,14</u>	<u>4.776</u>	<u>11,49</u>

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.
 Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas.
 Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Tais narrativas corroboram a utilização da TIR como ferramenta decisória para a determinação do preço de venda da madeira. Sob essa ótica em de acordo com Galesne et al. (1999), o caráter rentável de um investimento depende da posição relativa da taxa interna de retorno do projeto e da TMA que o dirigente da empresa exige para seus investimentos. Para os autores, todo o projeto cuja taxa interna de retorno seja superior a essa taxa é tido como rentável. Sendo assim, entre as variantes comparáveis e lucrativas de um mesmo projeto de investimento, o produtor florestal que emprega esse critério de análise de rentabilidade optará por aquele preço de venda da madeira capaz de proporcionar uma maior TIR.

Por fim, é de fundamental importância que seja feito um planejamento florestal minucioso de todas as atividades envolvidas no processo de produção de madeira para que resultem em menor custo de risco, minimização dos custos operacionais, melhoria da produtividade de trabalho e racionalização do fluxo de produção (Oliveira et al., 2008). Nesse sentido, onde e quando possível, a mecanização das atividades é uma possibilidade pois, no caso da colheita florestal por exemplo, Souza; Pires (2009) relatam a tendência de redução do custo da atividade pelo processo de mecanização, sobretudo, pelo ganho de produtividade.

Portanto, para uma boa condução de um empreendimento florestal, seja por grandes empresas ou por pequenos produtores florestais, alguns aspectos devem ser levados em conta como, por exemplo, qual a melhor época para se fazer a colheita e venda da madeira, se atentando a demanda do produto pelo mercado, sem deixar de relacionar os pontos que permeiam a operação florestal, possibilitando que eles estejam dentro dos limites de economicidade do projeto

CONCLUSÕES

O preço de venda da madeira mostrou-se relevante para a análise decisória, permitindo nortear o produtor florestal em relação aos reais ganhos quando da comercialização de sua matéria prima, configurando assim como uma importante ferramenta de planejamento econômico para garantia do sucesso dos empreendimentos florestais.

As equações ajustadas contribuíram de forma a determinar o valor de venda da madeira por produtores florestais na região do semiárido norte mineiro frente às variações na taxa mínima de atratividade, aos custos de produção, a produtividade das florestas e a idade de corte, permitindo uma grande assertividade na tomada de decisões com vistas a sustentabilidade do negócio.

A viabilidade econômica do negócio florestal nessa região é mais dependente da produtividade das florestas, dos custos de produção e do preço de venda da madeira, em detrimento da idade de corte, isoladamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Almeida, N. A., Silva, J. C. G. L., Ângelo, H., & Nuñez, B. E. C. (2010). Análise de fatores que influenciam o preço da madeira em tora para processamento mecânico no Paraná. *Cerne*, 16: 243-250.

- Casarotto Filho, N., & Kopittke, B. H. (2000). *Análise de investimentos* (9a ed). São Paulo: Atlas. 408 p.
- Coelho, P. D., Ribeiro, G. B. D., Isbaex, C., Ribeiro, L. C., & Valverde, S. R. (2019). Comparative analysis of forest plantations cutting age based on volumetric and gravimetric units. *Floresta*, 49, 597-606.
- Cordeiro, S. A., Silva, M. L., Jacovine, L. A. G., Valverde, R. V., & Soares, N. S. (2010). Contribuição do fomento do órgão florestal de minas gerais na lucratividade e na redução de riscos para produtores rurais. *Árvore*, 34: 367-376.
- Galesne, A., Fensterseifer, J. E., & Lamb, R. (1999). *Decisões de investimentos da empresa*. São Paulo: Atlas. 295 p.
- Gonçalves, J. C., Oliveira, A. D., Carvalho, S. P. C., & Gomide, L. R. (2017). Análise econômica da rotação florestal de povoamentos de eucalipto utilizando a simulação de Monte Carlo. *Ciência Florestal*, 27(4): 1339-1347.
- IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. (2022). *Relatório Anual 2022*. São Paulo: Instituto Brasileiro de Economia (IBRE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV). 90 p.
- Janoselli, H. R. D., Harbs, R., & Mendes, F. L. (2016). Viabilidade econômica da produção de eucalipto no interior de São Paulo. *Revista iPecege*, 2(2): 24-45.
- Meira Junior, M. S. D., Pereira, I. M., Machado, E. L. M., Mota, S. D. L. L., Ribeiro, P. S. S. D. P., & Otoni, T. J. O. (2016). Impacto do fogo em campo sujo no Parque Estadual do Biribiri, Minas Gerais, Brasil. *Floresta e Ambiente*, 24: e00110814.
- Oliveira, A. D., Ferreira, T. C., Scolforo, J. R. S., Mello, J. M., & Rezende, J. L. P. (2008). Avaliação econômica de plantios de *Eucalyptus grandis* para a produção de celulose. *Cerne*, 14(1): 82-91.
- Seber, G. A. F., & Wild, C. J. (2003). *Nonlinear regression*. Auckland: Wiley-Blackwell. 792 p.
- Souza, M. A., & Pires, C. B. (2009). Colheita Florestal: mensuração e análise dos custos incorridos na atividade mecanizada de extração. *Revista Custos e @gronegócios*, 5: 104-132.
- STATSOFT, Inc. (1995). *STATISTICA for Windows, Release 5.0. Computer program manual*. Tulsa, OK: StatSoft, Inc. 102 p.
- Virgens, A. P., Freitas, L. C., Leite, Â. M. P. (2016). Análise econômica e de sensibilidade em um povoamento implantado no sudoeste da Bahia. *Floresta e Ambiente* [online], 23: 211-219.

Forma-jurídica e forma política-estatal: a crítica Ecosocialista à possibilidade de tutela ambiental adequada nas sociedades burguesas

Recebido em: 14/03/2023

Aceito em: 26/03/2023

 10.46420/9786581460860cap5

Rafael Lucente de Campos 

Vinicius Fernandes Ormelesi 

INTRODUÇÃO

Encontrar formas efetivas de providenciar a tutela adequada ao meio ambiente é uma pauta que há algum tempo ocupa espaço nas discussões a nível global e nacional. No primeiro caso, podem ser destacados os esforços da ONU (cite-se o Acordo de Paris, a Convenção de Viena para a proteção da camada de ozônio, a Rio-92, a Agenda-21, a Agenda 2030, dentre outros), enquanto, no segundo, despontam em diversos outros órgãos e programas, a exemplo do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), do Ministério do Meio Ambiente e do Instituto Chico Mendes.

Os relatórios ambientais, publicados por organismos regionais ou internacionais, ao demonstrarem empiricamente os impactos e perspectivas quanto à saúde ambiental, revelam inegavelmente um preocupante panorama caso medidas tidas como “radicais” não sejam tomadas, não deixando qualquer dúvida quanto à necessidade de agir imediatamente para que haja futuro para as próximas gerações (Guterres, 2022).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), no relatório denominado “Mudanças climáticas 2022: impactos, adaptação e vulnerabilidade”, trouxe dados extremamente relevantes para o debate ambiental e a saúde pública, que demonstram efetivamente a importância do pensamento crítico sobre a forma de organização social vigente e o impacto das ações humanas no ambiente (Freitas et al., 2012).

O relatório acima citado demonstra efetivamente como a atividade humana vem impactando negativamente a saúde do planeta. Sendo apresentado como problema chave: “a influência humana no clima do planeta Terra se tornou inequívoca, crescente, aparente e notável em todo o mundo, refletindo tanto no crescimento de dados na literatura científica como na vivência e percepção dos povos de todo o mundo” (IPCC, 2022, p. 8).

Assim, o enfoque do IPCC é apresentar os impactos socioambientais ocasionados pela intervenção humana (conhecido como “fenologia”), analisando cientificamente como a forma de organização social presente é nociva ao meio ambiente, seja pela forma de consumo, produção,

distribuição e uso de recursos, meios de transporte e fontes de energia utilizados, forma de organização das cidades modernas, dentre outras. (IPCC, 2022, p. 11).

A temperatura mundial aumenta gradativamente ano a ano, com expectativa de ultrapassar os 1,5 °C em um futuro próximo, e de alcançar os 4 °C até 2100 se não ocorrerem mudanças (IPCC, 2022, p. 24). Indicando que existe grande probabilidade de extinção da biodiversidade tanto terrestres como marítimas, na proporção de 14% (mínimo) e 49% (máximo), repercutindo na capacidade de sobrevivência do sistema natural e humano (IPCC, 2022, p.16).

Segundo as fontes do instituto (IPCC, 2022, p. 16-17), alguns resultados do aumento da temperatura e da exploração de recursos serão: diminuição dos níveis do mar ou enchentes, problemas na qualidade da água, refletindo no seu consequente consumo e disponibilidade, falta de acesso à comida e outros recursos básicos em regiões vulneráveis, destruição do solo, mortes prematuras, risco de doenças, entre muitos outros problemas provocados (ou agravados) por intervenção humana predatória.

Dessa forma, a mudança climática e a exploração predatória, impulsionadas por ações humanas concretas, devem ser tratadas como temas centrais, tendo em vista serem as principais ameaças (e causas) dos problemas que ameaçam a existência da vida na Terra (IPCC, 2022, p.40). Posto isso, em razão da gravidade e urgência do problema, frear o aumento da temperatura e a exploração predatória devem ser práticas incluídas obrigatoriamente na crítica em favor da mudança (Lowy, 2014, p.28). Demandando para além da crítica teórica, práticas concretas com a urgência enunciada pelo secretário geral da ONU: “Agora ou nunca” (Guterres, 2022).

Portanto, em virtude da situação apresentada, há a necessidade da reflexão calcada no pensamento radical acerca da relação entre homem e natureza. Radical no sentido etimológico da palavra, na qual procura-se encontrar “a raiz” do problema. O pensamento crítico deve, assim, analisar e questionar o atual sistema predatório, buscando viabilizar o rearranjo social entre homem e natureza de forma mais integrativa e consciente que a forma atual.

Nessa linha, o presente texto buscará justamente questionar as possibilidades de atuação do Estado e do direito à tutela efetiva do meio ambiente, visando, porém, alcançar suas determinações históricas e materiais, a fim de pontuar seus limites e potenciais. Para tanto, mobilizará, como método, o materialismo dialético, aliado, enquanto marco teórico, ao materialismo histórico, isto é: ao marxismo.

A escolha se deve ao fato de que, enquanto corrente filosófica e matriz sociológica, a leitura marxista se apresenta como sistema conceitual e metodológico capaz de indicar as determinações mais profundas das relações sociais tomadas como método de pesquisa (Mascaro, 2021, p. 278). Manejaremos, especificamente, a corrente denominada por “Novo marxismo”, pautando-nos, especialmente pelos debates da Derivação do Estado e do direito, através de autores como autores como Pachukanis (2017), Mascaro (2013; 2021), Caldas (2021), Naves (2000), Fine e Saad-Filho (2021) e Jappe (2021).

Ao seu lado, associaremos as reflexões sobre “Ecosocialismo”, encabeçada principalmente pelos autores John Bellamy Foster (2000), Michael Lowy (2014) e Kohei Saito (2021), teoricamente

compatíveis. A fim de viabilizar o estudo mobilizaremos pesquisa documental, pautada por documentação indireta, valendo-nos, como procedimento técnico, da revisão bibliográfica (Reginato, 2017).

Dessa forma, como o objetivo principal do presente texto será compreender as possibilidades e limites do Estado e do direito em prover a tutela ambiental adequada, escolhemos autores que, por meio de suas investigações históricas/científicas, ajudarão a elucidar a presente tese. A partir de uma revisão bibliográfica, produzimos um caminho de compreensão que se estabelece na crítica do direito e do Estado, avançando ao Ecosocialismo, como se exporá no trabalho.

MODO DE PRODUÇÃO E FORMAS SOCIAIS

Como ponto de partida, algumas conceituações serão úteis para melhor exposição do tema e reflexão crítica. Começando assim, elucidando o que é o sistema capitalista de produção, sendo o atual modo de produção que estrutura as relações sociais há mais de 3 séculos. Marx e Engels (2007), em seu livro “A ideologia alemã” apresentam o conceito e informações relevantes sobre modo de produção:

O modo pelo qual os homens produzem seus meios de vida [...] esse modo de produção não deve ser considerado meramente sob o aspecto de ser a reprodução da existência física dos indivíduos. Ele é, muito mais, uma determinada forma de sua atividade, uma forma determinada de exteriorizar sua vida, um determinado modo de vida desses indivíduos. Tal como os indivíduos exteriorizam sua vida, assim são eles. O que eles são coincide, pois, com sua produção. (Marx & Engels, 2007, p. 87)

O sistema capitalista de produção pode ser entendido como pautado pela generalização de mercadorias, organizadas ao redor do princípio da valorização do valor, que é o fim de transformar dinheiro em mais dinheiro (D-M-D', dinheiro, mercadoria, dinheiro valorizado). Sendo um modo de produção organizado por um circuito pleno de trocas mercantis, em que tudo pode ser trocado por tudo, diferencia-se pela subsunção da própria força de trabalho à forma da mercadoria.

Em seu interior, o circuito de trocas e circulação objetivará sempre a acumulação do valor, através do tempo abstrato como medida social à produção dos bens postos à venda no mercado (Fine & Saad-Filho, 2021). Ou ainda, como bem explica Jappe (2021, p. 24): “no capitalismo, qualquer transação econômica serve para aumentar determinado montante de dinheiro. Tal sistema deve necessariamente crescer, o aumento não é uma escolha, mas constitui a única e verdadeira finalidade do processo.”

No modo de produção capitalista, o objetivo daquele chamado capitalista, o proprietário dos meios de produção, é sempre a extração de mais-valor, sendo o mais-valor a capacidade de, ao final da circulação mercantil (D-M-D') haver valorização do valor, ou seja, que haja mais dinheiro (uma das formas do valor) ao final das trocas, sendo viabilizado pela conjugação do trabalho não remunerado com a matéria prima, que resulta em uma mercadoria capaz de gerar mais valor do que foi necessário para produzi-la (Marx, 2011, p. 269-270).

Porém, essa extração não seria possível se não houvesse os elementos necessários para a estruturação das trocas mercantis, os meios de organização social/econômico que possibilitam a

valorização do valor, chamados por Marx (2011, p. 446) de “formas sociais”, sendo “práticas materiais reiteradas dentro da sociedade”, e no caso do capitalismo, constituem práticas materiais necessárias à reprodução do capital. Ainda seguindo essa concepção, Alysso Leandro Mascaro apresenta uma oportuna definição de formas sociais:

Formas sociais são constructos das relações sociais, operando tanto coerções quanto possibilidades de interação entre indivíduos, grupos e classes. Pode-se até dizer que haja, em cada modo de produção, formas específicas de sociabilidade, mas a sociedade capitalista é aquela que, de modo próprio, instaura uma abstração relacional impositiva, de tal sorte que, de maneira estrita, seria possível afirmar que apenas o capitalismo conhece formas sociais enquanto constrições independentes da vontade individual ou grupal ou de classes. (Mascaro, 2019, p.8).

Assim, as formas sociais são os elementos básicos, específicos e estruturantes das sociabilidades de cada modo de produção, e no capitalismo duas formas são essenciais para que a lógica de valorização do valor seja possível, garantindo a expansão (extração) que ocasiona a rápida e preocupante degradação ambiental (Jappe, 2021), sendo elas a forma política-estatal e a forma jurídica (Mascaro, 2013, p.58-59) que são tratadas de forma específica nos dois tópicos subsequentes.

FORMA JURÍDICA

A forma jurídica, erroneamente considerada como a-histórica ao ser vista como um fenômeno universal existente em todas as sociedades, sejam elas feudais ou escravistas (modos de produção antecedentes ao capitalista), trata-se na verdade de uma manifestação especificamente capitalista (Mascaro, 2013, p.19), sendo produto histórico necessário ao desenvolvimento e funcionamento do capital (Pachukanis, 2017, p. 81-82).

O responsável por revelar a especificidade que a forma jurídica assume no capitalismo foi Pachukanis (2017), em seu texto “Teoria Geral do Direito e Marxismo”. No referido estudo, o jurista soviético demonstra como nas sociedades mercantis, fundadas na troca generalizada de mercadorias, o direito aparece como a ferramenta legitimadora e garantidora das relações de troca, sendo vital às sociedades capitalistas para que os “sujeitos de direito” sejam considerados formalmente iguais, assim como suas mercadorias o são, possibilitando a troca de tudo por tudo (Naves, 2000, p.53-54).

O direito nas sociedades capitalistas tem como fundamento a possibilidade de todos reconhecerem-se como portadores de suas próprias mercadorias, o capitalista dos modos de produção e do capital, e o trabalhador de sua única mercadoria: a força de trabalho (Marx, 2011, p. 278). Assim, os sujeitos adquirem igualdade formal na forma de “sujeitos de direito”, para que disponham de suas mercadorias, mascarando as desigualdades materiais que existem entre eles (Pachukanis, 2017, p. 68).

Em sociedades capitalistas, em que vigora a social divisão do trabalho, a classe trabalhadora não possui faculdade em vender sua força de trabalho (única mercadoria que possuem), já que, foram expropriados dos modos de produção (Marx, 2011, p. 550), tendo como única alternativa submeterem-se ao trabalho remunerado, em regra por tempo ou produção, não controlando o conteúdo da produção, mas apenas subordinando-se à vontade do capitalista.

Para que a venda da força de trabalho seja possível, sendo esta a mercadoria capaz de valorizar as demais e ser remunerada aquém do seu real valor (Marx, 2011, p. 476) o direito precisa regular os contratos de trabalho (e demais atos da vida civil), para que a exploração seja mascarada como simples disposição de vontade de contratar (liberdade contratual) pelas condições que são ofertadas, sendo possível escolher a quem vender a força de trabalho, mas nunca sobre vender ou não seu tempo para produção, tornando-se a única forma de reprodução das condições básicas de subsistência (Krisis, 2003, p. 31).

A contribuição do jurista soviético foi a de evidenciar que o direito funciona como uma espécie de regulador das trocas entre mercadorias e seus produtores, garantindo que as trocas não tenham qualquer caráter pessoal ou de força, possibilitando a troca reiterada, genérica e em larga escala, garantindo a completude do circuito de trocas capitalistas (Mascaro, 2021, p. 258), sendo o direito (forma-jurídica) o reflexo/derivação do átomo das sociedades capitalista, a forma-mercadoria (Marx, 2011, p. 142).

Pachukanis (2017), em seu trabalho, revela o caráter essencial do direito. Para esse estudioso, este funciona para que a exploração aconteça, sendo o responsável (em conjunto com o Estado) para que o circuito complexo de trocas de mercadorias possa acontecer sem limites, tendo em vista que é apenas nas sociedades capitalistas que a força de trabalho aparece como mercadoria, tida como essencial para a produção e extração de mais-valor. Sobre a especificidade do direito em sociedades capitalistas, considera-se que:

Somente as relações de produção capitalistas necessitam – diferentemente de outras na história – de um aparato jurídico que lhe sirva de suporte. O escravagismo se funda numa relação de violência direta. O capitalismo, no entanto, não vincula o trabalhador ao burguês por conta da violência bruta deste contra aquele. Os vínculos entre ambos se dão por meio de um contrato de trabalho (Mascaro, 2021, p. 260-261).

Assim, admite-se em sociedades capitalistas que o direito seja modulado para que a exploração eventualmente avance ou diminua seu ritmo (dependendo do nível ideológico que a luta de classes alcance), aumentando ou diminuindo a quantidade/qualidade de direitos (sejam trabalhistas, ambientais, entre outros) (Caldas, 2021, p. 204). Contudo, o que não se pode questionar em uma sociedade regida pelo modo de produção capitalista é a exploração em si, visto que, ainda que aconteça de diversas formas (mais gradual ou mais agressiva), a ordem capitalista é para a exploração, dos homens e do meio ambiente (Saito, 2021, p. 66). Portanto, o direito, independentemente de sua qualidade ou quantidade, sempre manterá seu caráter burguês (Naves, 2000, pp. 62-63), assegurando a lógica de valorização do valor, que se concretiza pela possibilidade de exploração do homem pelo homem, e ainda, da exploração de recursos naturais para a produção de mercadorias e sua posterior troca.

O jurista soviético, com seu posicionamento crítico acerca da forma de funcionamento e da própria existência do direito burguês, escancara que para que o mais-valor possa ser produzido, finalidade última e indissociável do modo de produção capitalista (Krisis, 2003, p.85), deve haver a possibilidade de

compra de mercadorias, seja na forma de recursos naturais ou força de trabalho, sendo que essa possibilidade surge pela existência do direito, fazendo com que a lógica de valorização do valor (comprar mais, pelo menor custo, para vender mais) seja a própria lógica do direito. Da lógica de funcionamento acima, a forma jurídica burguesa assegurará que haja exploração de recursos naturais e humanos para que o valor consiga se valorizar ao máximo, sempre buscando expansão sem conhecer limites materiais (Saito, 2021, p. 28), constituindo bases positivadas que legitimam a ordem predatória (Lowy, 2014, p. 50).

A conclusão lógica que se extrai de Pachukanis (2017) e de seus intérpretes (Mascaro, 2021; Naves, 2000) é a seguinte: o direito tem como objetivo garantir a ordem exploratória, sendo arquitetado para que os possuidores da força de trabalho como única mercadoria sejam compelidos a vender aquilo que podem (e precisam) dispor. Em decorrência dessa realidade, caso os indivíduos se recusem a colaborar com a lógica do capital ou não possam contribuir com a acumulação, serão jogados à margem da sociedade. Em consequência, serão privados de suas necessidades mais básicas (Krisis, 2003, p. 20) em razão da social divisão do trabalho concretizada.

Dessa forma, os cidadãos são concebidos como “sujeitos de direito” (Naves, 2000, p. 58) independentemente de suas condições materiais, tendo como resultado uma exploração sem qualquer limite aparente, pelos contratos celebrados entre desiguais. Assim, o valor tende sempre a se autovalorizar infinitamente, fazendo com que o circuito de trocas se reproduza incessantemente, resultando em exploração humana e ambiental ilimitada pela própria lógica do valor (mais se produz, mais se vende, mais se lucra). Sendo a apresentada (des)ordem mediada pelo direito, conduzindo ao colapso ambiental e humano (Lowy, 2014, p.76).

FORMA POLÍTICA-ESTATAL

Outra forma social de extrema relevância para a ordem capitalista, garantindo sua estrutura e funcionamento, é a forma política-estatal, que assim como a forma jurídica, possui caráter histórico específico com o surgimento do modo de produção capitalista (Mascaro, 2013, p. 32), guardando, assim como a forma jurídica, correspondência com a forma-valor e a mercadoria.

Essa manifestação especificamente capitalista foi objeto de estudo de diversos autores alemães e britânicos a partir de 1970 (Caldas, 2021, pp. 31-32), tais como Joachim Hirsch, Bob Jessop, John Holloway, entre outros, que buscaram descobrir as especificidades do fenômeno político-estatal em relação aos modos de produção antecedentes (feudal e escravista). Apesar da contribuição dos autores Europeus, os estudos acerca da forma política-estatal que serão utilizados no presente texto são os de Mascaro (2013) e Caldas (2021).

A necessidade de uma forma política-estatal específica diz respeito à própria natureza das relações capitalistas, pois, para que possa haver circulação de mercadorias e o acúmulo de capital decorrente, o Estado deve aparecer para o todo social como um terceiro independente dos agentes econômicos,

garantidor da ordem e do cumprimento das relações sociais, quais sejam, os contratos celebrados (Mascaro, 2013, p. 33).

Portanto, ao analisar meios de produção anteriores, utilizando-se do método marxiano conhecido como materialismo histórico-dialético (Marx, 2011, pp. 116-118), os autores foram capazes de identificar qual é o aspecto diferencial do Estado burguês, sendo este o de se tornar um garantidor das relações sociais econômicas, não aparecendo como agente direto, como no passado, em que havia:

interferência da vontade direta do dominante econômico na sorte política ou na sua interação com os trabalhadores ou demais contratantes, os vínculos estabelecidos na reprodução social eram do campo da servidão, da escravidão ou da mera ocasionalidade ou parcialidade do circuito de trocas (Mascaro, 2013, p. 32).

Tendo em vista a revelação da função do Estado em sociedades capitalistas, os autores afirmam que ocorre ainda a necessidade de conformação entre Estado e direito, apesar de constituírem duas formas sociais específicas, elas exercem função de conformação uma com a outra, sendo necessária a conjugação das duas para que ambas tenham validade (Estado de Direito), pois o direito emana do Estado, e o Estado é legítimo pelo direito (Caldas, 2021, pp. 194-195).

Assim sendo, o Estado e o direito possuem características de completude um com o outro, resultando de uma construção histórica necessária ao funcionamento do capital, os agentes econômicos adquirem liberdade para negociar a venda de suas mercadorias, tendo em vista que possuem subjetividade jurídica (sujeitos de direito), sendo as trocas generalizadas (de pessoas e coisas) mediadas pelo direito e garantidas pelo Estado, que manterá a ordem coercitivamente se necessário (Caldas, 2021, p. 98).

A função do Estado é, portanto, a de garantir a conjuntura necessária para a reprodução do capital, mantendo a social divisão do trabalho e as formas sociais especificamente capitalistas (forma-valor, forma-mercadoria por exemplo), para que assim, em conformação com o direito, haja extração de mais-valor pelas trocas mercantis, que são tidas como “negócios jurídicos” e “relações de trabalho”, que serão protegidas pelo Estado de Direito, fazendo com que a valorização do valor (objetivo principal do capital) seja possível e sempre contínuo, explorando a força de trabalho e o meio ambiente sem limites para essa lógica (Caldas, 2021, pp. 162-163).

ECOSSOCIALISMO: A NECESSIDADE DE RUPTURA COM AS FORMAS SOCIAIS BURGUESAS E A OPOSIÇÃO AO ECOCAPITALISMO

Evidenciado que o Capitalismo, pela sua própria natureza, isto é, pela sua forma de organização e reprodução social tem como necessidade a exploração tanto do homem (força de trabalho) como da natureza (matéria prima das mercadorias), sendo inviável pensar em qualquer projeto capaz de efetivamente a natureza dentro das próprias bases capitalistas (Lowy, 2014, p. 29) pois foram engendradas justamente para a exploração e esgotamento de recursos.

O valor enquanto não tem nenhum limite natural para o seu crescimento, mas não pode renunciar a ter um valor de uso e, portanto, a representar-se em um objeto “real”. O crescimento do valor não

pode ocorrer sem um crescimento necessariamente muito mais rápido - da produção material. O crescimento material, ao consumir os recursos naturais, acaba por consumir o mundo real. (Jappe, 2021, pp. 25-26). Portanto, em decorrência da urgência em romper com as formas sociais capitalistas, a corrente marxista denominada “Ecosocialismo” surge não como uma alternativa, mas como uma necessidade (Saito, 2021, p. 38), tendo em vista que o capitalismo é responsável pela “disruptura metabólica” (Foster, 2000, p. 8) entre humanos e naturezas, não sendo possível haver harmonia enquanto houver “subordinação da natureza às necessidades de máxima acumulação de capital” (Saito, 2021, p.31).

A referida corrente surge como o exato oposto e alternativa crítica ao chamado Ecocapitalismo, também chamado de Capitalismo sustentável ou Capitalismo verde (nomenclaturas diferenciadas, mas que comportam o mesmo objeto de análise). Alguns autores que integram esta corrente são: Brown (1981), Hawken, Lovins e Lovins (1999). Esta forma de pensar o modo de produção capitalista não busca questionar os aspectos estruturantes das relações sociais (formas sociais), mas preocupam-se em adaptar as bases existente para que a exploração seja mais “consciente” e o ritmo predatório seja desacelerado.

Ainda seguindo com essa perspectiva teórica, para os autores como Brown (1981) e Hawken, Lovins e Lovins (1999), o capital possui em sua própria base formas de apresentar soluções ecológicas adequadas às necessidades do planeta, bastando por exemplo, que haja maior investimento e otimização de energias sustentáveis; que seja agregado no custo da produção os valores necessários para a reparação ambiental ou punições para poluidores; e ainda, que haja uma profunda mudança na conscientização da população na forma de consumo e produção. Logo, as formas de solução apontadas inserem-se dentro das próprias bases do capital, pensando apenas em reformulação, não em ruptura.

Já os autores Ecosocialistas evidenciam algo que é de extrema relevância para a crítica ao modo de produção capitalista, que seria a incompatibilidade entre recursos naturais e a valorização/acumulação infinita de capital, apontando a contradição sistêmica capitalista e a pretensão de sobrevivência das espécies. Para autores como Lowy (2014) e Saito (2021), a contradição do capitalismo é a seguinte: a lógica do valor não conhece qualquer limite material aparente, sua reprodução e expansão ocorrem de maneira exponencial e desregulada, objetivando produzir sempre mais, para vender mais e aumentar a extração de mais-valor (Saito, 2021, p. 195), fazendo com o acúmulo de bens materiais e a circulação de mercadorias seja algo evidentemente incompatível com os limites naturais do planeta, resultando em esgotamento e desregulação socioambiental.

Em razão dessa contradição, os autores vinculados à corrente Ecosocialista vislumbram que a necessidade é destruir (livrar-se) as formas sociais tipicamente capitalistas (forma-mercadoria, forma-valor, forma-dinheiro, forma-jurídica, forma-política-estatal, etc.), especialmente da divisão social do trabalho e da produção de mercadorias para troca (Foster & Clark, 2020, p. 34), que tendem tanto ao esgotamento humano, como o ambiental (esgotamento da natureza).

A crítica Ecosocialista consegue assim, apresentar com maior rigor científico o panorama do problema, que são as formas sociais capitalista. Segundo os autores, a problemática é a forma de arranjo

social tipicamente capitalista, permeada por contradições, não apenas humanitárias (como a exploração da força de trabalho), mas também ecológica (pela produção de bens inúteis apenas para consumo em larga escala), não sendo possível pensar em um “Capitalismo verde” ou “Capitalismo sustentável” (Saito, 2021, p. 69) dessa forma.

A questão central da crítica se dirige no sentido de a própria forma de funcionamento e organização capitalista não permitirá que se alcance uma proteção efetiva ao ambiente, pois suas formas sociais estão engendradas para garantir a valorização do valor (Foster & Clark, 2020, p. 20), não podendo ser formuladas para funções que vão contra a reprodução do capital (ainda que eventualmente vão contra interesses de capitalistas individuais). Sendo assim, a corrente Ecosocialista apresenta como necessidade a ruptura com as formas sociais burguesas, para um re-arranjo social, produzindo novas formas sociais tipicamente Ecosocialistas (ou comunistas), uma forma de organização em que natureza e princípios de solidariedade e preservação venham em primeiro lugar, culminando na completa destruição das formas sociais anteriores (Mascaro, 2021, p. 368), para a sobrevivência das futuras gerações.

Portanto, mesmo que as novas formas sociais sejam teoricamente imprevisíveis, tendo em vista que ainda não existem (apenas especulativamente) e serão fruto de um eventual processo prático futuro, os Ecosocialistas apresentam medidas que devem ser combatidas imediatamente e tendências futuras (Lowy, 2014, p. 36). Assim, o consenso entre os Ecosocialistas Saito (2021), Foster e Clark (2020) e Lowy (2014) é no sentido de substituição das fontes de energia capitalistas, como é o caso da necessidade de substituição de energias fósseis, como o petróleo, por energias renováveis (Saito, 2014, p. 27), configurando uma das medidas urgentes e necessárias em contraposição às práticas de produção vigentes.

Com a ruptura com as formas sociais capitalistas, talvez a proposta mais especificamente Ecosocialista (em distinção a outras vertentes socialistas/comunistas) diz respeito à necessidade de regulação do metabolismo socioambiental. Para autores como Foster (2000, p. 9), o ser humano além de alienado do trabalho (no sentido de não se identificar com os bens produzidos, pois não é detentor dos meios de produção e do processo completo) também é alienado da própria natureza. Desse modo, ao estar alienado da própria natureza, o homem (ser humano) não se identifica com a própria natureza que o cerca, implicando em desconhecimento sobre processos predatórios em favor do consumo, indiferença em relação à crescente degradação ambiental, desconhecimento das necessidades naturais, etc. Assim, o Ecosocialismo objetiva a reintegração do homem com a natureza (Lowy, 2014, p.27).

Saito (2021, p. 80) apresenta outra tendência Ecosocialista, sendo essa a necessidade de “decrecimento” (especialmente nos países do Norte Global (como por exemplo: Estados Unidos, Japão e União Europeia), enquanto o Capital anseia por expansão econômica, com uso de novas tecnologias, que muitas vezes se tornam obsoletas rapidamente, o decrecimento econômico seria uma proposta viável e diretamente oposta à prática de acumulação de capital responsável pela degradação ambiental.

Concluindo, o Ecosocialismo integra o campo Socialista de pensamento, sendo pautado pela urgência de ruptura com as sociabilidades capitalistas. Sociabilidades essas (como é o caso da forma

jurídica e política estatal) que estruturam o modo de produção exploratório/predatório. A diferença para as demais correntes Socialistas diz respeito à preocupação ambiental como ponto chave, pensando que a transição para um novo modo de produção deverá, obrigatoriamente, assegurar que as novas sociabilidades destruam as bases anteriores (para que não haja mais formas sociais fetichizadas).

A mudança deve ocorrer pela impossibilidade de proteção efetiva da humanidade e do meio ambiente dentro das próprias bases capitalistas (Foster & Clark, 2020, p. 74). Portanto, a superação do modo de produção capitalista resultará em novas sociabilidades, que devem necessariamente procurar prioritariamente a regulação do metabolismo socioambiental. Procurando mudar por completo a forma de produção (para uma mais consciente), consumo e demais sociabilidades (Saito, 2021, p.19), que deverão ser mais conscientes e integrativas entre homem e natureza.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por todo o exposto, verifica-se que existem incoerências internas próprias ao modo de produção capitalista que impossibilitam a tutela ambiental necessária. As incongruências tratadas no presente texto foram a forma jurídica e a forma política-estatal, entendidas pelo marxismo como entraves para a proteção adequada de diversos setores, entre eles, o meio ambiente.

Tidas como manifestação especificamente capitalistas, as formas burguesas adquirem contornos específicos para a reprodução do Capital, sendo produtos sociais estruturantes de um sistema predatório. Dessa forma, o Ecosocialismo (corrente marxista) aponta quais práticas burguesas devem ser repensadas/superadas para o alcance de um modo de produção mais consciente, dentre elas, destacam-se as formas jurídica e política-estatal.

A forma jurídica e forma política-estatal são elementos estruturantes do modo de produção Capitalista, pois organizam e tornam possível o funcionamento de uma sociedade baseada na troca de mercadorias. A problemática se dá justamente pela existência das trocas generalizadas que, não por acaso, são garantidas e tornadas necessárias pelo direito e pelo Estado. A crítica ecosocialista às formas sociais do Capital é útil para evidenciar os limites de proteção ao meio ambiente enquanto perdurar o modo de exploração predatório. Esses limites ocorrem pela própria natureza da sociedade das mercadorias, engendrada única e especificamente para a valorização do valor.

Longe de qualquer ato de vontade de indivíduos específicos na sociedade capitalista, direito e Estado fazem com que haja a social divisão do trabalho (necessário para a subsistência), a separação dos indivíduos em sujeitos de direito, afastados uns dos outros e do processo de produção e distribuição (alienação) e, talvez o ponto mais problemático, a possibilidade de troca incessante e impessoal de mercadorias, que tende a esgotar tanto a humanidade como os recursos naturais.

Dessa forma, ainda que possa haver uma legislação ambiental efetiva ou políticas estatais de preservação, essas conseguem apenas retardar o processo de degradação ocasionado pela exploração capitalista. A exploração para bens destinados à troca não poderá ser questionada (ainda que limitada), já

que a vida social dentro deste modo de produção é baseada na existência das mercadorias e do acúmulo do valor, sendo as pessoas compelidas a trabalhar para contribuir com a compra e produção dos seus bens de consumo (úteis ou não), trocados e produzidos infinitamente, independente da necessidade social.

Em vista disso, ainda que Estado e direito possam eventualmente limitar a exploração, continuam atuando primordialmente para garantir a ordem da troca generalizada de mercadorias, demarcando a progressão da exploração, porém, nunca permitindo repensar o rumo da produção desprendida dos valores de troca, tendo em vista ser este o seu limite. Assim sendo, o Ecosocialismo, apesar de ser um projeto político complexo e que demandará participação popular para transição, apresenta a necessidade da superação do modo de produção Capitalista para o alcance de uma tutela ambiental adequada, não sendo possível pensá-la (proteção) dentro das próprias bases que legitimam um sistema exploratório.

Portanto, esta corrente apresenta horizontes relevantes para pautar as lutas sociais pela melhor proteção, sendo elas: a ruptura e rearranjo sociais deverão priorizar a questão ambiental, livrando-se das amarras predatórias anteriormente estabelecidas e novas formas de consumo e produção que sejam pautadas na regulação do metabolismo socioambiental desestabilizado pelo capitalismo. Superando as formas sociais tipicamente burguesas (como é o caso da jurídica e da política estatal), a nova forma de organização social (ecosocialista ou, talvez, simplesmente comunista) preocupar-se-á com a desalienação do homem e da natureza. Ao integrá-los, surgirá a possibilidade real de uma tutela ambiental adequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Brown, L. R. *Building a sustainable society*. (1981). New York: United Nations Fund for Population Activities.
- Caldas, C. O. (2021). *A teoria da derivação do Estado e do direito*. São Paulo: Contracorrente.
- Fine, B. & Saad-Filho, A. (2021). *O Capital de Marx*. São Paulo: Contracorrente.
- Foster, J. B. (2000). *Marx's Ecology: materialism and nature*. New York: Monthly Review Press.
- Foster, J. B. & Clark, B. *Capitalism and the Ecological Rift: the robbery of nature*. New York: Monthly Review Press, 2020. 330 p.
- Freitas, R. C. M., Nélsis, C. M. & Nunes, L. S. (2012). A crítica marxista ao desenvolvimento (in)sustentável. *Katálysis*, 15(1): 41-51.
- Grupo Krisis. (2003). *Manifesto contra o trabalho*. São Paulo: Conrad.
- Gutierrez, A. (2021). Opening remarks at press encounter on the Appointment of the Secretary-General of the United Nations to a Second Term of Office. *United Nations*, 18 de junho de 2021. Disponível em: <https://www.un.org/sg/en/content/sg/speeches/2021-06-18/press-remarks-appointment-of-secretary-general-of-un-second-term-of-office>. Acesso em 26 jun. 2021.
- Hawken, P., Lovins, A. B. & Lovins, L. H. (1999). *Natural capitalism: The next industrial revolution*. London: Routledge.


- Jappe, A. (2021). *A sociedade antofágica*. São Paulo: Elefante.
- Lowy, M. (2014). *O que é Ecosocialismo?* 2. ed. São Paulo: Cortez.
- Marx, K. & Engels, F. (2007). *A ideologia alemã*. São Paulo: Boitempo.
- Marx, K. (2011). *O Capital*: livro 1. 2. ed. São Paulo: Boitempo.
- Mascaro, A. L. (2013). *Estado e forma política*. São Paulo: Boitempo, 2013. 136 p.
- Mascaro, A. L. (2022). *Filosofia do direito*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022. 560 p.
- Mascaro, A. L. (2019). Formas sociais, derivação e conformação. *Revista Debates*, 13(1), pp. 05-16, jan./abr.
- Naves, M. B. (2000). *Marxismo e Direito: um estudo sobre Pachukanis*. São Paulo: Boitempo.
- Pachukanis, E. B. (2017). *Teoria geral do direito e marxismo*. São Paulo: Boitempo.
- Nações Unidas - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. (2022). *Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade*. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com.br
- Saito, K. (2021). *O ecosocialismo de Karl Marx*. São Paulo: Boitempo.


Organic cultivation of radish fertilized with scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) in the absence and presence of bovine manure

Recebido em: 18/03/2023

Aceito em: 26/03/2023

 10.46420/9786581460860cap6

Paulo César Ferreira Linhares^{1*} 


Roberto Pequeno de Sousa² 


Janilson Pinheiro de Assis² 

Aline Carla de Medeiros³ 

Antônia Vilma de Andrade Ferreira Amâncio⁴ 

Walter Martins Rodrigues² 

Maria Eduarda Pereira dos Santos⁵ 

Karen Geovana da Silva Carlos⁵ 

Thiffany Louhanne Alves Dantas⁵ 

Eudes de Almeida Cardoso² 

INTRODUCTION

The radish (*Raphanus sativus* L.) belongs to the Brassicaceae family and is native to the Mediterranean region (Rodrigues et al., 2013). This oleraceous crop is widely cultivated by family farmers in the region of Mossoró-RN and is sold in supermarket gondolas and agroecological fairs, which allows a quick financial return, with income in the period between two crops with a longer cycle.

The nutritional supply of this oleraceae is quite used through the use of chemical fertilizers. However, due to the cost of mineral fertilizers associated with soil and groundwater contamination problems, alternative ways have been sought to meet the nutritional needs of this vegetable (Embrapa, 2013).

The culture is demanding in fertile soils, which demands greater attention from producers with regard to fertilization in the planting areas. This vegetable has been gaining prominence among vegetable growers, mainly because of its attractive characteristics, such as a short cycle and rusticity, with the harvest being carried out 25 to 35 days after sowing (Filgueira, 2013). The main source of fertilization by family farmers who cultivate in an organic system is the use of manure (cattle, goat and poultry).

¹PhD Researcher at the Federal Rural University of the Semi-Arid, leader of the Jitirana Research Group, Mossoró, RN, Brazil.

²Professor and PhD at the Federal Rural University of the Semi-Arid, Member of the Jitirana Research Group, Mossoró, RN, Brazil.

³PhD in Process Engineering, Professor of the master's degree in Agroindustrial Systems-UFCEG-PB.

⁴Master in animal production at the Federal Rural University of the Semi-Arid, Member of the Jitirana Research Group, Mossoró, RN, Brazil.

⁵Agronomy student and member of the Jitirana research group, Federal Rural University of the Semiarid, Mossoró, RN, Brazil.

* Autor(a) correspondente: paulolinhares@ufersa.edu.br

However, it is known that these inputs require financial resources to obtain and subsequently use. In this sense, an alternative source that, added to the soil, provides favorable edaphic conditions for radish cultivation is important.

Within this perspective, the spontaneous species of the semiarid region, scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) has the potential to be used as a source of fertilizer because it presents green and dry phytomass production of approximately 40 and 6.0 t ha⁻¹, respectively, with a nitrogen content of approximately 22.0 g kg⁻¹ (Linhares, 2009; Linhares et al., 2021).

The mixture of two organic sources of fertilizers is of paramount importance to provide greater availability of nutrients in the soil, conditioning it for the realization of vegetable crops, both leafy and root crops.

When these sources present concentrations of different nutrients, the incorporation of the mixture will provide a greater incorporation of essential elements in the development of vegetables.

These different sources of organic fertilizers are called fertilizers, which are sources of nutrients for plants. However, in addition, they provide organic matter for the soil, especially in the case of sandier soils or soils that contain low activity clay. This addition of organic matter improves the chemical, physical and biological attributes of the soil (Saldanha et al., 2016).

Some studies have shown evidence of the use of organic fertilizers of plant origin in radish cultivation (Linhares et al., 2013; Linhares et al., 2010; Paiva et al., 2013).

Given the importance of organic production in the family production system, where resources available on the property are used, such as manure and plant material (legumes), the objective was to evaluate the organic cultivation of radish fertilized with different amounts of scarlet starglory in the absence and presence of cattle manure.

MATERIALS AND METHODS

Characterization of the Experimental Area

The study was conducted in the research area of the Rafael Fernandes Experimental Farm of the Federal Rural Semi-Arid University (UFERSA), located in the Alagoinha district, 20 km from the Mossoró-RN, Brazil, municipality (5° 03' 37" S and 37° 23' 50" W, 70 m altitude). The farm comprises approximately 400 hectares (Rêgo et al., 2016). According to Carmo Filho et al. (1995) and the classification of Köppen, the local climate is BSw^h, dry and very hot, the dry season is normally from June to January, and the rainy season is from February to May. The average annual rainfall is 673.9 mm, and the average relative humidity is 68.9%. The soil of the research area was classified as sandy loam Argisol Yellow Red Latosol (Embrapa, 2018).

Before the installation of the field experiment, soil samples were collected to a 0-20 cm layer and then sent to be processed and analyzed in the UFERSA Water, Soil and Plant Analysis Laboratory,

providing the following results: pH (water 1:2,5) = 6.80; exchangeable cations Ca = 2.78 cmol_c dm⁻³; Mg = 0.92 cmol_c dm⁻³; K = 63.8 mg dm⁻³; Na = 12.6 mg dm⁻³; P (Mehlich) = 5.85 mg dm⁻³ and organic matter = 1.15 g kg⁻¹.

Experimental design and treatments

The experimental design used was complete randomized blocks in a 4 x 2 factorial scheme, with three replications, which consisted of four amounts of scarlet starglory (0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 kg m⁻² of area on a dry basis) in the presence and absence of bovine manure. Each plot consisted of six rows of plants spaced 0.2 x 0.10 m apart, with twelve plants per row, with the side rows and head plants of the central rows considered borders. The radish cultivar planted was the giant Crissom[®].

Each experimental plot had 72 plants, spaced 1.2 x 1.2 m apart, with a total area of 1.44 m², a useful area of 1.0 x 0.8 m, 40 plants, and an area of 0.8 m² (Figure 1). Soil preparation consisted of harrowing, followed by the use of a planting row rotary tiller to survey the planting beds. During the course of the study, manual weeding was performed to keep the crop free from spontaneous weed growth. Before sowing, irrigation was performed to maintain ideal soil moisture conditions for the mineralization process (Novais, 2007).

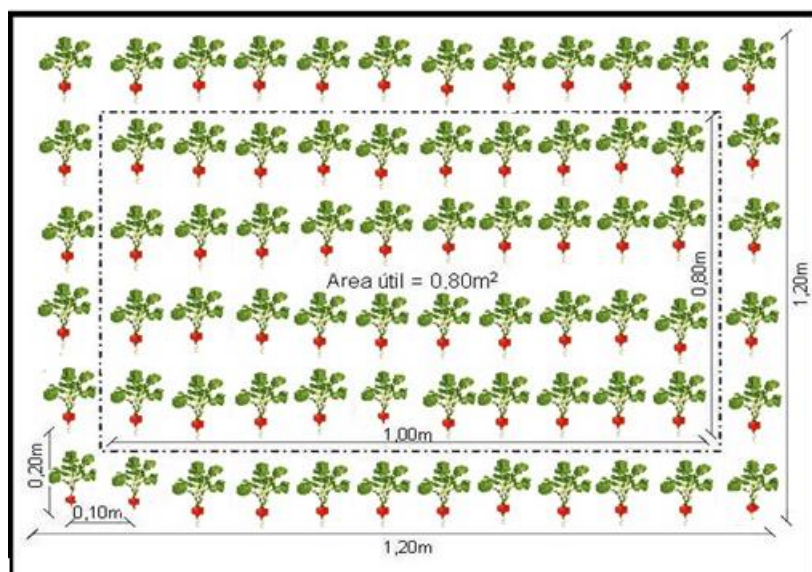


Figure 1. Graphic representation of the experimental plot of radish planted at a spacing of 0.20 m x 0.10 m fertilized with different amounts of scarlet starglory in the presence and absence of bovine manure incorporated into the soil.

On the occasion of the installation of the experiment, five samples of scarlet starglory, a spontaneous species of the semiarid region, were sent to the soil fertility and plant nutrition laboratory at the Center for Agricultural Sciences of UFERSA for carbon (C), nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K⁺), calcium (Ca²⁺), magnesium (Mg²⁺) and carbon/nitrogen ratio analyses. For scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) The results were 520 g kg⁻¹ C, 22.0 g kg⁻¹ N, 12.5 g kg⁻¹ P, 14.0 g kg⁻¹ K, 16.0

g kg⁻¹ Ca, 13.5 g kg⁻¹ Mg and a nitrogen/carbon ratio of 24/1 (Figure 2). Quantified according to dry matter being incorporated into the 0 – 20 cm layer of soil.

The cattle manure used came from the creation of heifers in the UFERSA cattle breeding sector, raised in the intensive system, fed with concentrate and having canarana grass (*Echinochloa polystochya* (Kunth) Hitchc.) as roughage. The bovine manure presented the following chemical characteristics:



Figure 2. Representation of the scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) in full bloom in the semiarid region of Mossoró, RN, Brazil. Photograph: Researcher D.Sc. Paulo César Ferreira Linhares.

Evaluation characteristics of the radish

At 30 (thirty) days after sowing, the plants were harvested and transferred to the post-harvest laboratory of the Department of Agronomic and Forestry Sciences to determine the following characteristics: plant height (determined in a population of twenty plants, where they were evaluated with a millimeter ruler, with values expressed in cm); number of leaves (taken from a sample of twenty plants, counting all leaves and dividing by twenty, expressed in plant⁻¹ units); root diameter (sample of twenty roots was used, measurements were taken with a digital caliper, expressed in mm); commercial productivity of roots (determined by the weight of all roots in the useful area on a 1.0 g precision scale, expressed in g m⁻²); number of bunches (expressed in m⁻² unit of bed, for this, a 50 g bunch of radish was considered, according to the weight of a bunch sold on supermarket shelves in the city of Mossoró-RN. Quantity obtained in m⁻² of bed per 50 g) and dry mass of roots (taken from a sample of fifteen plants, in which the dry mass was determined in an oven with forced air circulation at a temperature of 65 °C until constant weight was reached, and expressed in kg m⁻² of sowing area).

Statistical analysis

Statistical analysis was performed according to conventional methods of analysis of variance (Banzatto; Kronka, 2006) using ESTAT statistical software. The response curve fitting procedure was performed using ESTAT Software.

RESULTS AND DISCUSSION

The different amounts of scarlet starglory with bovine manure contributed greatly to the development of all radish characteristics, with significance at the $P < 0.01$ probability level (Figures 3 a 6).

For plant height, there was an increase as the amount of scarlet starglory with cattle manure increased, with a maximum value of 10.7 cm plant⁻¹ and an average increase of 8.19 cm plant⁻¹ (Figure 3). The increase in plant height reflects the efficiency of the mixture of scarlet starglory with cattle manure in promoting greater availability of nutrients in the soil and being absorbed by the crop. Regarding the forms of application to the soil (incorporated and cover), there was a significant difference, with values of 10.8 and 8.3 for presence and absence, respectively.

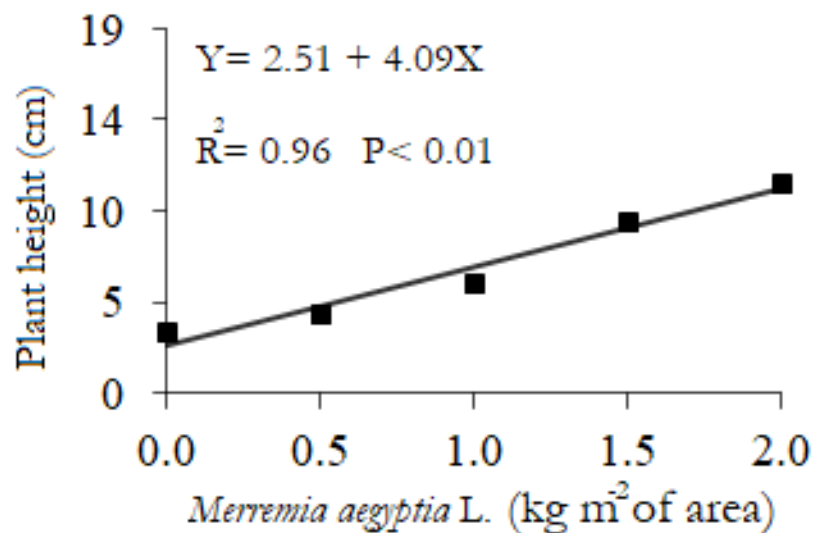


Figure 3. Radish plant height under different amounts of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.).

In the number of leaves per plant, there was a point of maximum production, in the amount of 1.5 kg m⁻², of scarlet starglory plus bovine manure incorporated into the soil, with a maximum value of 9.36 plant⁻¹ units (Figure 4). Regarding the forms of application of residues to the soil (presence and absence), no significant difference was observed, with mean values of 7.8 and 7.8 leaves plant⁻¹, respectively (Table 1). The number of leaves is of paramount importance, as this organ is responsible for photosynthesis.

Henriques (2010), evaluating the residual effect of silk flowers (*Calotropis procera*) on the agronomic performance of radish, found an average number of 7.7 leaves plant⁻¹ in the amount of 15.6 t ha⁻¹ at 30 days of incorporation, similar to that research. Similarly, Linhares et al. (2010) found a higher mean number of radish leaves (8 leaves plant⁻¹) when evaluating the residual effect of scarlet starglory on the

amount of 15.6 t ha⁻¹ of incorporated scarlet starglory. Linhares et al. (2013) observed a maximum number of radish leaves in the amount of 14.0 t ha⁻¹, with a maximum value of 7.1 leaves plant⁻¹ 20 days before tuberose planting, in summer cultivation, under the conditions of Mossoró (RN).

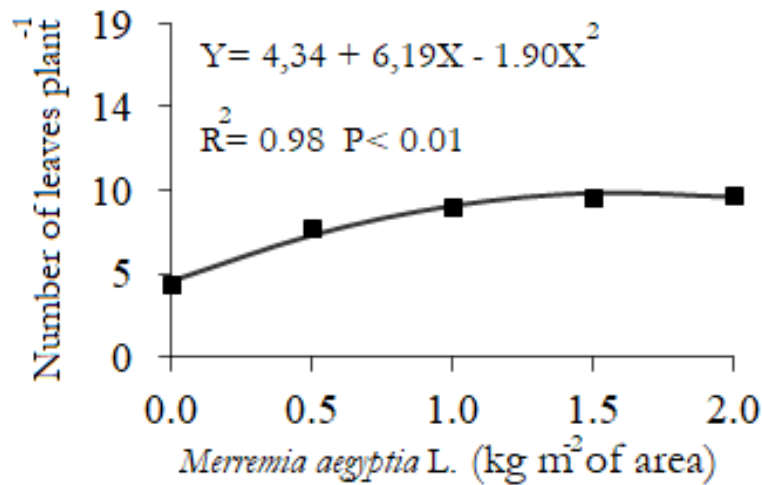


Figure 4. Number of radish leaves under different amounts of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.).

For the diameter, an equation was not adjusted according to the different doses of scarlet starglory plus bovine manure with an average value of 27.5 mm. Regarding the forms of application of residues to the soil (presence and absence), there was a significant difference, with mean values of 29.6 and 27.9 mm, respectively (Table 1). This value is considered marketable (Cardoso; Hiraki, 2001). However, Masada et al. (2010) determined an average diameter of 3.08 cm in radish roots intercropped with chives and radish under organic management.

For the characteristic root plus aerial part, it was observed that the increase in the amounts of scarlet starglory plus bovine manure incorporated into the soil increased productivity, with a maximum value of 1319.5 g m⁻², equivalent to 26.4 bunches in the amount of 2.0 kg m⁻² (Figures 5A and 5B). In the forms of application of the residues to the soil (presence and absence), there was no significant difference in the productivity of root plus aerial part and number of bunches, with average values of 1167.7 and 1089.8 g m⁻², corresponding to 23.3 and 21.8 bundles m⁻², respectively (Table 1).

Linhares et al. (2013a) studied the optimization of the amount of scarlet starglory incorporated into the soil in the agronomic yield of radish and found a radish yield of 1380 g m⁻² per bed, with the application of 14.5 t ha⁻¹, similar to the aforementioned research. Linhares et al. (2013b) observed the maximum marketable yield of radish roots (9.66 t ha⁻¹) when 13.9 t ha⁻¹ scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) was incorporated 20 days before tuberose planting in summer cultivation under the conditions of Mossoró (RN).

Different behavior was verified by Masada et al. (2010), who intercropped radish with chives under an organic system with the application of 7.5 t ha⁻¹ of organic compost, with an average productivity of 12600 kg ha⁻¹, equivalent to 1260 g m⁻². Linhares et al. (2010) studied radish productivity in an organic

production system and found a commercial productivity of 9529 kg ha⁻¹, equivalent to 953 g m⁻² for 30 days of incorporation at a dose of 15.6 t ha⁻¹, lower than that in this research. Batista et al. (2013) found that the use of scarlet starglory (21.0 t ha⁻¹) provided greater commercial productivity for the crop (12.04 t ha⁻¹), which is considered superior to the use of the same amount of biomass of pasture fertilizers (*Senna uniflora* L.) and silk flower, whose radish root yields were 7.04 and 6.56 t ha⁻¹, equivalent to 700 and 656 g m⁻², respectively, lower than that surveyed.

Linhares et al. (2010) studied radish productivity in an organic production system and found commercial productivity of 9529, 9171, 9389 and 8327 kg ha⁻¹, equivalent to 952, 917, 938 and 833 g m⁻² for times 0, 10, 20 and 30 days of incorporation at the dose of 15.6 t ha⁻¹, if lower than the referred research. Pereira (2014), studying the agroeconomic efficiency of coriander cultivars intercropped with radish fertilized with scarlet starglory plus bovine manure, found an increase in the average productivity of roots and root dry mass with doses of scarlet starglory plus cattle manure, with maximum values of 974 and 132 g m⁻² of seedbed, respectively, at the dose of 4.0 kg m⁻² of seedbed, lower than the referred research.

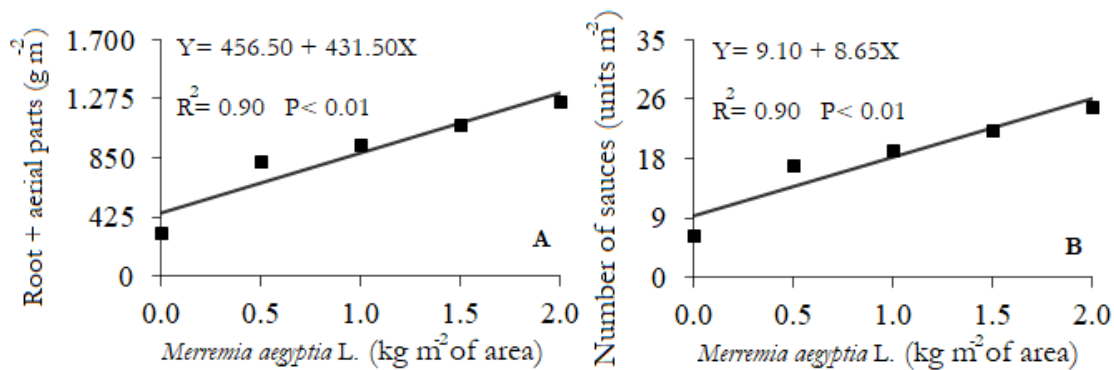


Figure 5. Root plus area part (A) and number of bunches (B) of radish under different amounts of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.).

There was an increase in the dry mass characteristic due to the different doses of scarlet starglory plus bovine manure, with an average value of 35 g m⁻² of bed (Figure 6). In the forms of application of residues to the soil (presence and absence), there was a significant difference with mean values of 31.2 and 28.0 g m⁻² (Table 1).

Linhares et al. (2010) studied radish productivity in an organic production system and found maximum values of approximately 529.6, 508.3, 485.4 and 407.5 kg ha⁻¹, equivalent to 50.8, 48.5 and 70.7 g m⁻² at a dose of 15.6 t ha⁻¹ at 0, 10, 20 and 30 days of incorporation, respectively.

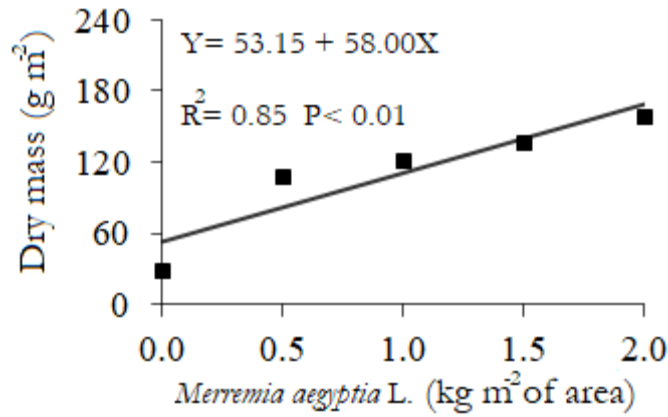


Figure 6. Dry radish mass under different amounts of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.).

Table 1. F value for plant height, expressed in cm plant⁻¹ (AT); number of leaves, expressed in plant⁻¹ units (NL); root diameter, expressed in mm (RD); commercial productivity of roots, expressed in g m⁻² (PR); number of bunches, expressed in m⁻² units of area; and dry mass (DM) of radish roots fertilized with scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) radish in the presence and absence of cattle manure.

Fertilization with cattle manure	AT	NL	RD	PR	DM
Presence of cattle manure	10.8 a	7.8 a	29.6 a	1167.7 a	31.2 a
Absence of cattle manure	8.3 b	7.8 a	27.9 b	1089.8 b	28.0 b

Means followed by different letters in the column differ at the 5% level of probability by Tukey's test.

FINAL CONSIDERATIONS

The maximum agronomic efficiency obtained for radish productivity was 1319.5 g m⁻², equivalent to 26.4 units of bunches in the amount of 2.0 kg m⁻² of the mixture of scarlet starglory plus cattle manure. In the application forms (incorporated and covering), the values were 1167.7 and 1089.8 g m⁻², equivalent to 23.3 and 21.8 units of bundles m⁻², respectively.

ACKNOWLEDGMENT

Special thanks to the scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) research group, committed to the study of spontaneous species from the semiarid region as green manure in olerícolas, beyond the Department of Agronomic and Forestry Sciences the Federal Rural SemiArid University (UFERSA), for support in conducting research.

REFERENCES

- Batista M.A.V. (2011). Adubação verde na produtividade, qualidade e rentabilidade de beterraba e rabanete. 123f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – UFERSA: Mossoró, 2011.
- Cardoso A.I.I., Hiraki H. (2001). Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. Horticultura Brasileira, 19(3): 328-331.


- Carmo Filho F. and Oliveira O.F. (1995). Mossoró: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, Série B) 62p.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2018). Brazilian system of soil classification (Sistema brasileiro de classificação de solos). 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 306p.
- Filgueira F.A.R. (2013). Manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. UFV: Viçosa. 402p.
- Henriques G.P.S.A., Linhares P.F.L., Solano B.O., Paulino R.C., Pereira M.F.S. (2011). Efeito residual da flor-de-seda (*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton) no desempenho agrônômico do rabanete. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, 12.
- Kronka S.N. and Banzato D.A. Estat, 1995: system for statistical analysis (Estat: sistema para análise estatística. Versão). 2. 3.ed. Jaboticabal: Funep, 243 p.
- Linhares P.C.F. (2009). Vegetação espontânea com adubo verde no desempenho agroeconômico de hortaliças folhosas. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia), Universidade Federal Rural do SemiÁrido (UFERSA), Mossoró, RN, 109 f.
- Linhares P.C.F., Maracajá P.B., Liberalino Filho J., Assis J.P., Sousa R.P., Medeiros A.C. (2021). Scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L. Urban) [livro eletrônico]: Potencialidade de uso como espécie espontânea do semiárido na adubação verde de hortaliças. In: Linhares P.C.F., Cunha L.M.M., Silva R.A., Souza A.T., Almeida A.M.B., Gomes G.A.D. and Cardoso E.A. Adubação verde com scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em hortaliças de raízes e jerimum – Nova Xavantina, MT: Ed. Pantanal. 96p. Cap. 2, p.78-92.
- Linhares P.C.F., Maracajá P.B., Sousa R.P., Assis J.P. (2022). Scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L. Urban) [livro eletrônico]: Adubação verde com flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton} em culturas olerícolas na região semiárida. In: Linhares P.C.F., Maracajá P.B., Sousa R.P., Assis J.P., Santos M.E.P., Dantas T.L.A., Silva U.L., Medeiros A.C. Utilização de flor-de-seda (*Calotropis procera*) como adubo verde em hortaliças de raízes (beterraba, rabanete e cenoura) e feijão verde– Nova Xavantina, MT: Ed. Pantanal. 90p. Cap. 3, p.56-87.
- Linhares P.C.F., Pereira M.F.S., Oliveira B.S., Henriques G.P.S.A., Maracajá P.B. (2010). Produtividade de rabanete em sistema orgânico de produção. Revista Verde, 5(5): 94-101.
- Linhares P.C.F., Pereira M.F.S., Silva M.L., Maracajá P.B., Moreira J.C., Souza A.A.J. (2013). Otimização da quantidade de scarlet starglory incorporada ao solo no rendimento agrônômico do rabanete. Agropecuária científica no Semiárido, 9(2): 42-48.
- Massada M.D., Oliveira F.L., Dutra T.R. (2010). Desempenho do consórcio cebolinha-rabanete, sob manejo orgânico. Bioscience Journal, 26(4): 539-543.
- Novais R.F. (2007). Fertilidade do solo. In: MEURER, E.J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Viçosa: SBCS, p. 65-90.


- Paiva A.C.C., Linhares P.C.F., Maracajá P.B., Pereira M.F.S., Silva E.B.R. (2013). Rabanete em sucessão aos cultivos de cenoura e coentro em sistema orgânico de produção. *Agropecuária Científica do Semiárido*, 9(1): 88-93.
- Pereira B.B.M. (2014). Eficiência agroeconômica de cultivares de coentro consorciado com rabanete adubado com scarlet starglory mais esterco bovino. Dissertação (Mestrado em sistemas agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, 65f.
- Rêgo L.G.S., Martins C.M., Silva E.F., Silva J.J.A. and Lima R.N.S. (2016). Pedogênese e classificação de solos de uma fazenda experimental em Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Caatinga*. 29(4): 1036-1042.
- Rodrigues J.F., Reis J.M.R., Reis M.A. (2013). Utilização de esterco em substituição a adubação mineral na cultura do rabanete. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 7(2): 160-168.

Productivity of lettuce with different amounts of the mixture of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) with rooster tree (*Calotropis procera*) applied in soil cover


Recebido em: 18/03/2023

Aceito em: 26/03/2023

 10.46420/9786581460860cap7


Paulo César Ferreira Linhares^{1*} 

Lunara de Sousa Alves² 


Roberto Pequeno de Sousa³ 

Janilson Pinheiro de Assis³ 

Antônia Vilma de Andrade Ferreira Amâncio⁴ 

Walter Martins Rodrigues³ 

Maria Eduarda Pereira dos Santos⁵ 

Thiffany Louhanne Alves Dantas⁵ 

Aline Carla de Medeiros⁶ 

Eudes de Almeida Cardoso³ 

INTRODUCTION

Among vegetables, lettuce (*Lactuca sativa*) is the most commercialized leafy vegetable in Brazil and is considered a highly consumed horticultural crop due to its low caloric value and source of minerals. It is usually produced in green belts close to large consumer centers, given the high perishability of the product in the postharvest period, due to its high water content and large leaf area (Filgueira et al., 2013).

Its production in the northeast region, specifically in the Mossoró-RN region, is mainly carried out by small farmers who basically use inputs produced on the property such as manure (beef, goat and sheep) in an organic production system. However, the acquisition of these inputs burdens production, reducing the return that the producer can obtain from marketing the vegetable (Linhares et al., 2014).

One of the alternatives to make the organic production system viable is the use of green manure, which, according to Souza et al. (2012), consists of a sustainable practice in incorporating or leaving plant residue on the soil of species cultivated on site or in another area. According to Fontanétti et al. (2004), green manuring with legumes provides the formation and stabilization of aggregates, improving

¹PhD Researcher at the Federal Rural University of the Semi-Arid, leader of the Jitirana Research Group, Mossoró, RN, Brazil.

²PhD in Agronomy from the Federal University of Paraíba-UFPB, member of the Jitirana Research Group, UFRSA, Mossoró, RN, Brazil.

³Professor and PhD at the Federal Rural University of the Semi-Arid, Member of the Jitirana Research Group, Mossoró, RN, Brazil.

⁴Master in animal production at the Federal Rural University of the Semi-Arid, Jitirana Research Group, Mossoró, RN, Brazil.

⁵Agronomy student and member of the Jitirana research group, Federal Rural University of the Semi-arid, Mossoró, RN, Brazil.

⁶PhD in Process Engineering, Professor of the master's degree in Agroindustrial Systems-UFCG-PB.

* Autor(a) correspondente: paulolinhares@ufersa.edu.br

conditions of aeration, infiltration and moisture retention with greater availability of nutrients. Moreover, these species have the capacity to fix nitrogen by symbiosis with bacteria of the genus *Rhizobium* in their root systems.

However, Linhares (2021) states that species from other families can be used for this purpose. In this context, there are several spontaneous caatinga species with potential for use as green manure, including Scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.), rooster tree (*Calotropis procera*) and pasture kill (*Senna uniflora* L.) (Linhares, 2009; Linhares et al., 2011 and 2012).

Spontaneous species from the semiarid region have agronomic potential to be used as green manure due to the availability of green and dry phytomass and the levels of macronutrients, in which scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) stands out, with production of green and dry phytomass of approximately 42.0 t ha⁻¹ and 6.04 t ha⁻¹, respectively, with a nitrogen content of 22.4 g kg⁻¹ in dry matter and a carbon-nitrogen ratio of 17/1 at the phenological stage of 126 days after emergence (Linhares et al., 2021). Another species with potential use as green manure, the rooster tree (*Calotropis procera*) is a species adapted to semiarid regions with the capacity to supply phytomass throughout the year. It is an evergreen shrub and abundant in the region of Mossoró, RN, throughout the year (Linhares et al., 2022).

In green manure, there is no ideal plant. Thus, depending on the species used and the conditions, there are advantages and disadvantages, and it is necessary to gather information about the plants involved before planting. Greater efficiency of green manures is enhanced through the choice of plant species suitable for the edaphoclimatic conditions of the region, associated with the planning of its use (Espindola et al., 2004).

Given the importance of studying alternative forms of fertilization in the production of vegetable crops, the objective was to evaluate the productivity of lettuce with different amounts of the mixture of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) with rooster tree (*Calotropis procera*) applied in soil cover.

MATERIALS AND METHODS

Characterization of the experimental area

The study was conducted at the Rafael Fernandes Experimental Farm of the Universidade Federal Rural do SemiÁrido (UFERSA), located in the district of Alagoinha, 20 km away from the seat of the municipality of Mossoró (5° 11' S and 37° 20' W, 18 m altitude) in soil classified as Red Yellow Argisol sandy loam (Embrapa, 2006).

The climate in this region, according to the Köppen classification, is BsWh, that is, dry, very hot and with a rainy season in the summer, with an average maximum temperature between 32.1 and 34.5 °C and a minimum average between 21.3 and 23.7 °C, with June and July being the coldest months and the average annual rainfall approximately 625 mm (Carmo Filho et al., 1995).

Soil samples were taken from the experimental area and sent to be processed and analyzed at the UFERSA Soil Chemistry and Fertility Laboratory, providing the following values: pH (water) = 6.00; Ca

= 2.00 cmolc dm⁻³; Mg = 0.50 cmolc dm⁻³; Al = 0.00 cmolc dm⁻³; K = 44.8 mg dm⁻³; Na = 44.7 mg dm⁻³; P = 7.7 mg dm⁻³.

Experimental design

The design was randomized blocks with six treatments and four replications. The treatments consisted of mixtures of green manures {scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) with rooster tree (*Calotropis procera*) in a ratio of 1:1} in the amounts of (0.0; 0.7; 1.4; 2.1; 2.8 and 3.5 kg m⁻² of area).

For the lettuce crop, the cultivar “Babá de Verão” was planted, and the plots were composed of six rows of plants spaced 0.2 m x 0.2 m apart, with one plant per hole. The plots were 1.2 x 1.2 m and had six longitudinal sowing rows, with the four central rows considered useful. The total area of the plots was 1.44 m², and the useful area was 0.64 m², containing 16 plants (Figure 1).

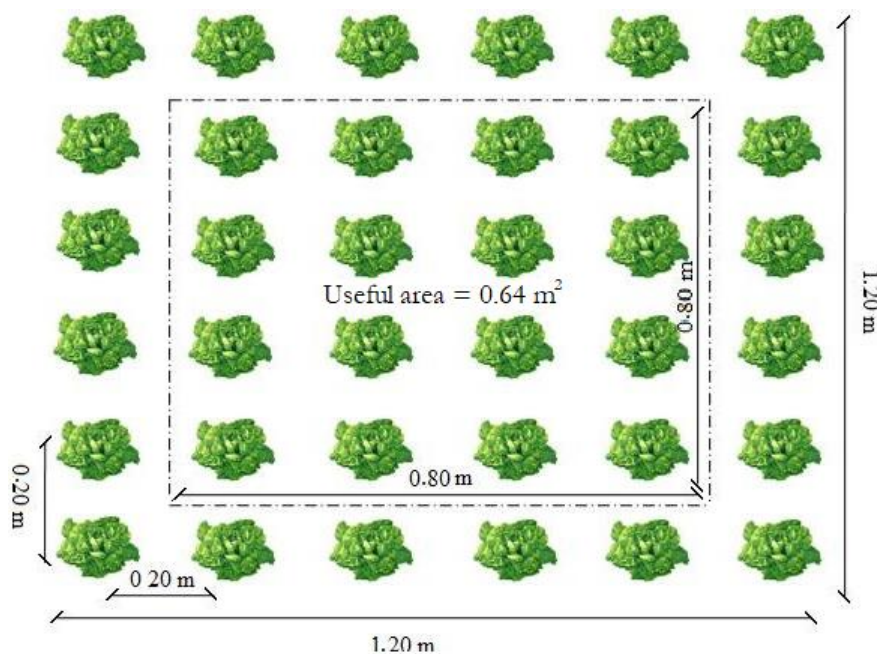


Figure 1. Graphical representation of the experimental plot of lettuce planted at a spacing of 0.20 m x 0.20 m and fertilized with different amounts of green manure.

Soil preparation consisted of manual cleaning with a hoe, removal of material outside the experimental area followed by harrowing and raising of the beds, carried out manually using a hoe. After construction of the beds, solarization was carried out (method developed by Katan et al. (1976) for 30 days to reduce the population of phytopathogens in the soil, which might harm the development and productivity of crops.

Spontaneous species used as organic fertilizer

Spontaneous species {Scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) and rooster tree (*Calotropis procera*)} were collected from native vegetation within the UFERSA campus at the beginning of the flowering

period, when the plant has the maximum concentration of nutrients. Then, they were crushed in a forage machine in fragments of 2 to 3 cm in diameter and dried in the sun. They were stored in raffia bags with moisture contents of 10% and 8% for scarlet starglory and rooster trees, respectively (Figure 2), at UFERSA facilities in a dry environment to be used in the experiment.



Figure 2. A representation of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) (A) and rooster tree (*Calotropis procera*) (B) in the flowering period in a semiarid region. Mossoró, RN, Brazil. Photograph: Researcher D.Sc. Paulo César Ferreira Linhares.

When the experiment was set up, four samples of the mixture of scarlet starglory plus rooster tree were taken and sent to the soil fertility and plant nutrition laboratory at the Center for Agricultural Sciences at UFERSA for carbon analysis (C); nitrogen (N); phosphorus (P); potassium (K+); calcium (Ca^{2+}); magnesium (Mg^{2+}) and carbon/nitrogen ratio. The results were 520 g kg^{-1} C, 20.0 g kg^{-1} N, 16.6 g kg^{-1} P, 18.9 g kg^{-1} K, 12.6 g kg^{-1} Ca, 10.2 g kg^{-1} Mg and a nitrogen/carbon ratio of 26/1. Quantified according to the dry matter being incorporated into the 0 – 20 cm layer of soil.

Evaluation characteristics of the lettuce culture

The harvest was carried out twenty-five days after transplanting the lettuce. Soon after harvesting, the plants were transported to the Laboratory of PostHarvest Vegetables of the Department of Agronomic and Forestry Sciences at UFERSA, where the following characteristics were evaluated: plant height (measuring ten plants from ground level to the end of the highest leaves, expressed in cm plant^{-1}); plant diameter (taken from a sample of ten plants, measuring the distance between the opposite margins of the leaf disc, using a millimeter ruler, expressed in mm plant^{-1}); number of leaves per plant (determined

in a sample of ten plants, counting the number of leaves per plant over five centimeters, expressed in plant^{-1} units); lettuce productivity (determined by the weight of all the plants in the useful area, expressed in g plant^{-1}) and lettuce dry mass (determined after drying in an oven with forced air circulation, with temperature regulated at $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, until reaching constant mass and expressed in g plant^{-1}).

Statistical Analysis

Statistical analysis was performed according to conventional methods of analysis of variance (Banzatto; Kronka, 2006) using ESTAT statistical software. The response curve fitting procedure was performed using ESTAT Software.

RESULTS AND DISCUSSION

There was a significant difference in the amounts of jitirana plus silk flower at the level of $p < 0.01$ of probability for the characteristics plant height, number of leaves, diameter, productivity and dry mass of the lettuce crop (Figures 3 to 6).

The use of a mixture of spontaneous species rich in nitrogen, such as those used in this experiment {Scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) and rooster tree (*Calotropis procera*), with a nitrogen content of 24.0 g kg^{-1} dry matter, probably contributed to the increase in all evaluated characteristics, as the lettuce culture is very demanding on nitrogen. In addition, the application of these residues as cover favored slower decomposition, with greater moisture retention, improving the soil conditions for the lettuce crop.

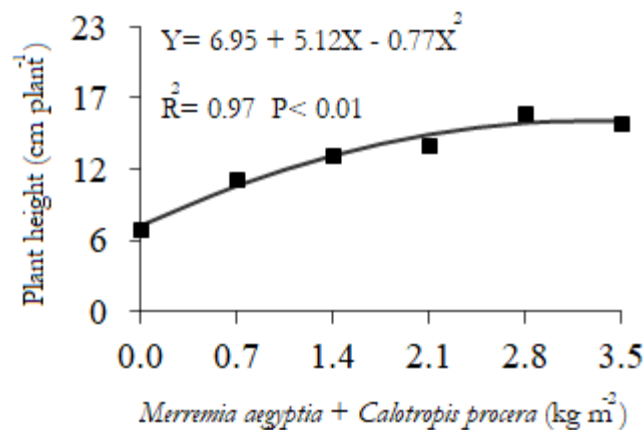


Figure 3. Plant height as a function of different amounts of the mixture of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) with rooster tree (*Calotropis procera*) applied to the soil in coverage.

For plant height, a maximum value of $15.43\text{ cm plant}^{-1}$ was observed in the amount of 3.5 kg m^{-2} (Figure 4). The addition between the smallest (0 kg m^{-2} of bed) and the largest amount of the mixture of scarlet starglory plus rooster tree (3.5 kg m^{-2} of bed) was on the order of 8.5 cm plant^{-1} . The addition between the smallest (0 kg m^{-2} of bed) and the largest amount of the mixture of starglory plus rooster tree (3.5 kg m^{-2} of bed) was on the order of 8.5 cm plant^{-1} . This value was lower than that obtained by

Bezerra Neto et al. (2011), who evaluated different amounts and decomposition times of jirirana in lettuce, with an average height of 21.14 cm, using spacing between plants similar to the aforementioned work (0.2 m x 0.2 m). This difference is probably related to the amount of organic residue used in the research. Paula et al. (2017) evaluated the production of fertilized lettuce with rooster tree in different amounts and incorporation times and found surface responses for plant height, with a maximum value of 16.37 cm in the amount of 15.6 t ha⁻¹ rooster tree, similar to the present research.

Regarding the number of leaves, a maximum point was observed, with a maximum average value of 18.5 leaves plant⁻¹, in the amount of 3.1 kg m⁻² of bed, corresponding to an increase of 10.6 leaves plant⁻¹ in relation to the dose (0 kg m⁻²) (Figure 5). Lower behavior than that obtained by Padovezzi et al. (2007) obtained 23 leaves per plant, using the pigeonpea dry matter mass in coverage in the agronomic performance of lettuce. The use of 15 t ha⁻¹ of organic compost may have been a preponderant factor in the increase in the number of leaves, according to the referenced research. The number of leaves in leafy vegetables is of paramount importance, in view of being responsible for photosynthesis, in addition to being the consumable part. Moura et al. (2020) studied the agronomic efficiency of lettuce fertilized with different organic compounds and found a number of leaves of 11.34 plant⁻¹ units, a value below that of the aforementioned research.

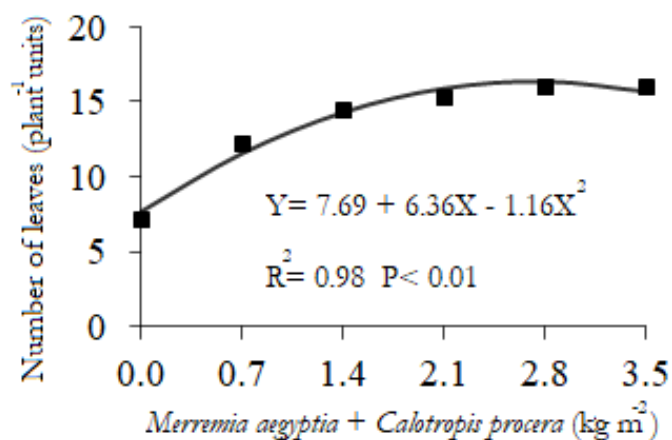


Figure 4. Number of leaves as a function of different amounts of the mixture of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) with rooster tree (*Calotropis procera*) applied to the soil in coverage.

For lettuce diameter, there was no maximum point, with a value of 210.77 mm plant⁻¹, in the amount of 3.5 kg m⁻² of bed, corresponding to an average increase of 167 mm plant⁻¹ in relation to a smaller amount (0 kg m⁻² of bed) (Figure 5). Almeida et al. (2015) studied the agronomic efficiency of lettuce-arugula intercropping fertilized with silk flowers and found a diameter of 25.66 cm, equivalent to 256 mm plant⁻¹ in the amount of 35.8 t ha⁻¹, a value superior to that research. In addition, Sperandio et al. (2021) evaluated the application of barnyard litter and poultry litter in lettuce cultivation and found a lettuce diameter of 28.68 cm, equivalent to 286 mm plant⁻¹ with the application of vegetable soil + barnyard bed, with 50 g plant⁻¹ value higher than the present work.

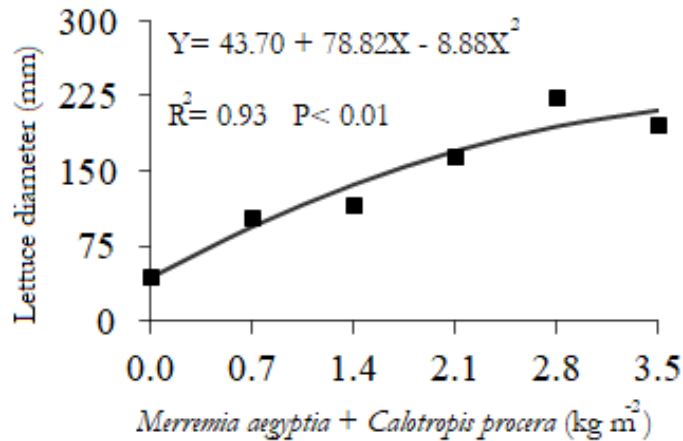


Figure 5. Lettuce diameter as a function of different amounts of the mixture of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) with rooster tree (*Calotropis procera*) applied to the soil in coverage.

For the productivity and dry mass of lettuce, the point of maximum production was not observed, with values of 148.29 and 11.19 g plant⁻¹ obtained in the amount of 3.5 kg m⁻² of the mixture of scarlet starglory plus rooster tree, respectively (Figures 6A and 6B). The lettuce weight obtained in this experiment is within the commercialization standard at the agroecological fair in Mossoró, RN, Brazil. Almeida et al. (2015) studied the agronomic efficiency of lettuce-arugula intercropping fertilized with rooster trees and found a lettuce productivity of 15.7 t ha⁻¹, corresponding to 62.8 g plant⁻¹ in the amount of 36.69 t ha⁻¹ of rooster trees incorporated into the soil, which was lower than that in the referenced research. Freitas et al. (2009) evaluated the use of different organic compounds in the fertilization of lettuce crops and found that industrial organic compounds provided an average productivity of 12883 kg ha⁻¹, equivalent to 73 g plant⁻¹, lower than that in the referenced work.

Silva (2013) evaluated the biculture of lettuce intercropped with beet under different amounts of scarlet starglory incorporated into the soil and spatial arrangements and found increasing behavior in productivity and dry mass, with maximum values of 19.20 t ha⁻¹ and 77 g plant⁻¹, corresponding to plant populations of 250,000 ha⁻¹ and 1.34 t ha⁻¹, respectively, in amounts of 38.91 and 37.00 t ha⁻¹ of incorporated scarlet starglory, lower than the referred research.

In addition, Linhares et al. (2009b) studied the effect of green management with scarlet starglory in cover on the agronomic performance of lettuce and found green and dry mass, with values of 133.57 g plant⁻¹ and 12.93 g plant⁻¹ at 42 days of decomposition before planting, which were lower than those in that research. Linhares et al. (2011) evaluated different types of soil and periods of incorporation of jiterana in the lettuce crop in a 4 x 3 factorial scheme, corresponding to four periods of incorporation of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) (0; 10; 20 and 30 days before transplanting) and three types of soils (Quartzarene neosol, cambissoil and argisol) found fresh mass of lettuce of 64.7 g plant⁻¹ within 30 days of incorporation of in quartzarene neosol, value that differentiates from the aforementioned research.

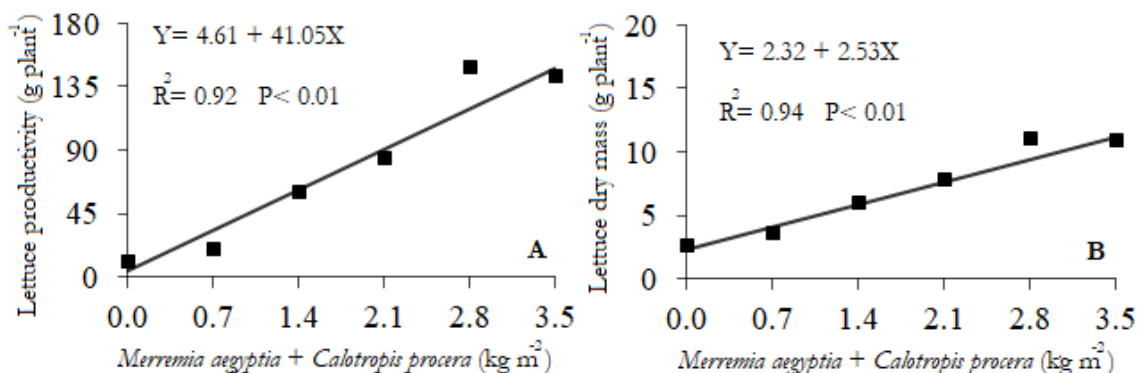


Figure 6. Lettuce productivity (A) and dry mass (B) as a function of different amounts of the mixture of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) with rooster tree (*Calotropis procera*) applied to the soil in coverage.

FINAL CONSIDERATIONS

The highest productive efficiency of the lettuce crop in agroecological cultivation was obtained in the amount of 3.5 kg m⁻² of the mixture of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) with roostre tree (*Calotropis procera*), with a value of 148.29 g plant⁻¹.

The use of spontaneous species from semiarid regions is of great importance in the agroecological system of vegetables.

ACKNOWLEDGMENT

Special thanks to the jitirana (*Merremia aegyptia* L.) research group, committed to the study of spontaneous species from the semiarid region as green manure in olericolos, beyond the Department of Agronomic and Forestry Sciences the Federal Rural SemiArid University (UFERSA), for support in conducting research.

REFERENCES

- Almeida A.E.S., Bezerra Neto F., Costa L.R., Silva M.L., Lima J.S.S., Barros Júnior A.P. (2015). Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-deseda. *Revista Caatinga*, 28(3): 79-85.
- Bezerra Neto F., Góes S.B., Sá J.R., Linhares P.C.F., Góes G.B., Moreira J.N. (2011). Desempenho agrônômico da alface em diferentes quantidades e tempos de decomposição de jitirana verde. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(2): 236-242.
- Carmo Filho F. and Oliveira O.F. 1995. Mossoró: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, Série B) 62p.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 2018. Brazilian system of soil classification (Sistema brasileiro de classificação de solos). 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 306p.
- Espindola J.A.A., Almeida D.L., Guerra J.G.M. (2004). Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, 24 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 174).


- Filgueira F.A.R. 2013. Manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. UFV: Viçosa. 402p.
- Freitas M.E. de, Bono J.A.M., Pedrinho D.R., Chermouth K. da S., Yamamoto C.R., De Vidis R.Y. (2009). Utilização de compostos orgânicos para adubação na cultura da alface. *Agrarian*, 2(3): 41–52.
- Katan J., Greenberger A., Alon H., Grinstein A. (1976). Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*, 66(1): 683-688.
- Kronka S.N. and Banzato D.A. Estat, 1995: system for statistical analysis (Estat: sistema para análise estatística. Versão). 2. 3.ed. Jaboticabal: Funep, 243 p.
- Linhares P.C.F. (2009). Vegetação espontânea com adubo verde no desempenho agroeconômico de hortaliças folhosas. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia), Universidade Federal Rural do SemiÁrido (UFERSA), Mossoró, RN, 109 f.
- Linhares P.C.F., Maracajá P.B., Liberalino Filho J., Assis J.P., Sousa R.P., Medeiros A.C. (2021). Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban) [livro eletrônico]: Potencialidade de uso como espécie espontânea do semiárido na adubação verde de hortaliças. In: Linhares P.C.F., Cunha L.M.M., Silva N.V., Neves A.M., Medeiros B.B.M. and Paiva A.C. Fitomassa verde e seca, teores e acúmulo de macronutrientes da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban) em diferentes estádios fenológicos– Nova Xavantina, MT: Ed. Pantanal. 96p. Cap. 2, p.24-45.
- Linhares P.C.F., Maracajá P.B., Sousa R.P., Assis J.P. (2022). Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban) [livro eletrônico]: Adubação verde com flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton} em culturas olerícolas na região semiárida. In: Linhares P.C.F., Maracajá P.B., Sousa R.P., Assis J.P., Alves L.S., Silva N.V., Medeiros A.C., Gomes G.A.D. Aplicação da flor-de-seda (*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton) como adubo verde em hortaliças folhosas (coentro, rúcula e alface)– Nova Xavantina, MT: Ed. Pantanal. 90p. Cap. 3, p.26-56.
- Linhares P.C.F., Maracajá P.B.M., Pereira F.S., Assis J.P. and Sousa R.P. (2014). Roostertree (*Calotropis procera*) under different amounts and periods of incorporation on yield of coriander. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(3): 07-12.
- Linhares P.C.F., Pereira M.F.S., Assis J.P. and Bezerra A.K.H. (2012). Quantidades e tempos de decomposição da jitirana no desempenho agrônômico do coentro. *Ciência Rural*. 42(2): 243-248.
- Linhares P.C.F., Pinto A.R.M., Pereira M.F.S., Paz A.E.S., Moreira J.C. (2011). Rendimento de alface sob diferentes tipos de solos e períodos de incorporação da jitirana (*Merremia aegyptia* L.). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(4): 11-18.
- Linhares P.C.F., Silva M.L., Silva J.S., Bezerra A.K.H. (2009). Influência da jitirana em cobertura como adubação verde sobre o desenvolvimento agrônômico da alface. *Revista Caatinga*, 22(4): 65-69.

- Moura A.Q., Correa E.B., Fernandes J.D., Monteiro Filho A.F., Leão A.C., Boava L.P. (2020). Eficiência agronômica de alface adubada com diferentes compostos orgânicos. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 10(1): 155-163.
- Padovezzi V.H., Sacchi R.T., Padovan M.P. (2007). Efeito de diferentes coberturas do solo sobre o desempenho da alface num sistema sob manejo orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(1):863-866.
- Paula V.F.S., Lima J.S.S., Bezerra Neto F., Fernandes Y.T.D.F., Chaves A.P., Silva J.N., Linhares P.C.A. (2017). Production of fertilized lettuce with roostertree in different amounts and incorporation times, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(5): 799-805.
- Silva I.N. (2013). Bicultivo de alface consorciada com beterraba sob diferentes quantidades de Jitirana incorporadas ao solo e arranjos espaciais. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia), Universidade Federal Rural do SemiÁrido (UFERSA), Mossoró-RN. 73p.
- Souza C.M. et al. (2012). Adubação verde e rotação de culturas. Viçosa- MG: Ed. UFV. 108p.
- Sperandio I.F., Buttgen J.E., Gasparotto F., Schmidt E., Paccola E.A.S. (2021). Aplicação da cama de curral e cama de frango no cultivo da alface. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, 12(11): 1-10.


Contribution of the periods of incorporation of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.), rooster tree (*Calotropis procera* L.) and pasture kill (*Senna uniflora* L.) in carrot productivity

Recebido em: 18/03/2023


Aceito em: 01/04/2023


 10.46420/9786581460860cap8


Paulo César Ferreira Linhares^{1*} 

Jéssyca Duarte de Oliveira² 

Lunara de Sousa Alves³ 

Roberto Pequeno de Sousa⁴ 


Janilson Pinheiro de Assis⁴ 

Walter Martins Rodrigues⁴ 

Aline Carla de Medeiros⁵ 

Antônia Vilma de Andrade Ferreira⁶ Amâncio³ 

Luciane Karine Guedes de Oliveira⁷ 

Eudes de Almeida Cardoso⁴ 

INTRODUCTION

Carrot (*Daucus carota* L.) is a vegetable from the Apiaceae family, from the tuberous root group, and is a source of dietary fiber, antioxidants, minerals and beta-carotene (pro-vitamin A) (Figueira, 2013). In the region of Mossoró, RN, Brazil, many farmers cultivate this vegetable in a family production system, using organic fertilizers of animal origin, manure (beef, goat and poultry). Carrot is one of the main vegetables produced and consumed in Brazil, with an estimated production of 480,000 t in a harvesting area of 13,000 ha (IBGE, 2017).

In these communities of family farmers, carrot cultivation is widespread, given its economic importance, given the acceptance in the local trade where it is sold at agroecological fairs. As it is an organic production within the semi-arid region, it is important that farmers who work in this activity use spontaneous species existing in the production areas, which makes the activity economically attractive

¹PhD Researcher at the Federal Rural University of the Semi-Arid, Jitirana Research Group, Mossoró, RN, Brazil.

²Agronomist engineer and member of the Jitirana research group, Federal Rural University of the Semi-arid, Mossoró, RN, Brazil.

³Researcher, doctor of the Jitirana research group, Federal Rural University of the Semi-arid, Mossoró, RN, Brazil.

⁴Professor and PhD at the Federal Rural University of the Semi-Arid, Member of the Jitirana Research Group, Mossoró, RN, Brazil.

⁵PhD in Process Engineering, Member of the Jitirana Research Group, Federal Rural University of the Semi-arid, Mossoró, RN, Brazil.

⁶Master in animal production at the Federal Rural University of the Semi-Arid, Jitirana Research Group, Mossoró, RN, Brazil.

⁷Agronomy student and member of the Jitirana research group, Federal Rural University of the Semi-arid, Mossoró, RN, Brazil.

* Autor(a) correspondente: paulolinhares@ufersa.edu.br

and environmentally correct from this perspective. Moreover, in region without so many resources available to farmers with low technological level, these species become economically viable.

In this context, green manuring becomes of paramount importance in family farming systems, in the use of species that promote the same benefits as legumes, with regard to the incorporation of phytomass rich in nitrogen, contributing to the improvement of physical and soil chemistry. According to Araújo Neto et al. (2014) the contribution of plant residues to soil dynamics is largely related to the essential role of the substrate responsible for maintaining diversity and increasing soil biological activity. This biological activity contributes to a better degradation of the organic material, making essential elements available in the soil.

According to Linhares et al. (2021) the species most used as green manure are legumes, due to the fact that they produce quantities of very labile green and dry phytomass, which favors a narrow carbon-nitrogen (C/N) ratio. Spontaneous species from the semi-arid region have agronomic potential to be used as green manure due to the availability of green and dry phytomass and the levels of macronutrients, in which the scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) stands out, with production of green and dry phytomass of around 42.0 t ha⁻¹ and 6.04 t ha⁻¹, respectively, with a nitrogen content of 22.4 g kg⁻¹ in dry matter and a carbon-nitrogen ratio of 17/1 at the phenological stage of 126 days after emergence.

Another species with potential use as green manure, and rooster tree (*Calotropis procera*) is a species adapted to the semi-arid region with the capacity to supply phytomass throughout the year. It is an evergreen shrub and abundant in the region of Mossoró, RN, throughout the year (Linhares et al., 2022). Another species with potential to be used as green manure is the pasture kill (*Senna uniflora* L.), which occurs widely in the semi-arid region, with phytomass production of 60 and 9.0 t ha⁻¹ of green and dry biomass, respectively, with a nitrogen content of 19.0 g kg⁻¹ in dry matter at the beginning of the flowering period.

The use of these species as source of fertilizer for vegetable crops is extremely important, considering that these species are present within the cultivation areas in the region of Mossoró, RN, Brazil, reducing production costs, ensuring a greater return on invested capital. Thus, the objective was to study the Contribution of the periods of incorporation of scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.), rooster tree (*Calotropis procera* L.) and pasture kill (*Senna uniflora* L.) in carrot productivity.

MATERIALS AND METHODS

Characterization of the experimental area

The experiment was carried out in the research area of the Rafael Fernandes Experimental Farm of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), located in the district of Alagoinha, 20 km from Mossoró-RN, municipality (5° 03' 37" S and 37° 23'50" W, 70 m altitude) (Rêgo et al., 2016). According to Carmo Filho et al. (1995) and the Köppen classification, the local climate is BSwH', dry and

very hot, with the dry season normally from June to January and the rainy season from February to May. The average annual precipitation is 673.9 mm, and the average relative humidity is 68.9%. The soil of the research area was classified as Red–Yellow Latosol Sandy loam (Embrapa, 2018).

Before installing the experiment, soil samples were taken at a depth of 0-20 cm, which were air-dried and sieved through a 2 mm mesh and then analyzed at the Laboratory of Soil Chemistry and Fertility at UFERSA. The results were as follows: pH (water 1:2.5) = 7.0; Ca = 2.1 cmol dm⁻³; Mg = 0.7 cmolc dm⁻³; K = 16.0 mg dm⁻³; Na = 13.0 mg dm⁻³; P = 24.0 mg dm⁻³ and M.O. = 0.5 g kg⁻¹.

Experimental Design

The experimental design used was complete randomized blocks with treatments arranged in a 5 x 3 factorial scheme, with 3 replications, with 72 plants per plot, the first factor consisting of incorporation periods (14; 28; 42; 56 and 70 days after sowing), and the second factor by the spontaneous species of the semi-arid region (scarlet starglory, rooster tree and pasture kill). Incorporations were carried out between the rows of carrots during the incorporation periods mentioned above. A standard dose of 1.6 kg m⁻² bed was used. For this purpose, 50% of the standard dose was used at planting. The remaining 50% were incorporated into the soil according to the incorporation periods mentioned above.

The total area of the plot was 1.44 m² and the useful area was 0.8m², containing forty plants, corresponding to a population of 350000 plants ha⁻¹. In evaluating the crop's performance, the plants in the central rows were considered as a useful plot, excluding the first and last plants in each row and the borders (Figure 1).

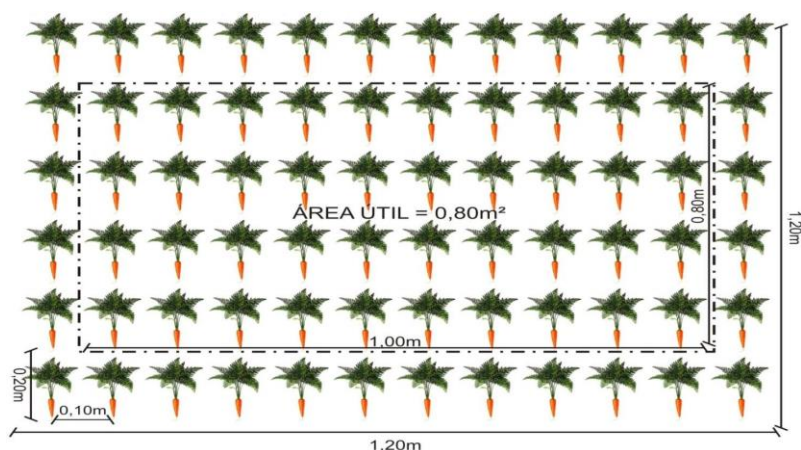


Figura 1. Graphical representation of the carrot experimental plot planted at 0.20 m x 0.10 m spacing, under different periods and types of green manure incorporated into the soil. **Photograph:** Agronomist Engineer Jessyca Duarte de Oliveira.

Installation and conduct of the experiment

Soil preparation consisted of weeding and building the beds with a manual hoe, removing vegetation from the site, raising the beds to a height of 0.3 m for planting (Figure 2). During the period of incorporation of spontaneous species, after sowing, irrigation was carried out in order to maintain soil

moisture between 50 and 70% of field capacity, which is an ideal condition for the nitrification process (Novaes et al., 2007). Thirty days after emergence, thinning was performed, leaving one plant per hole. The carrot cultivar planted was Brasília, recommended for the semi-arid conditions of the Brazilian Northeast, as it has high productivity (Lopes et al., 2008). This cultivar has dark green foliage, cylindrical roots with a light orange color and a low incidence of green or purple shoulder, resistance to heat, late blight by *Alternaria* and premature bolting.



Figure 2. Representation of blocks with experimental plots of carrots planted in spacing of 0.20 m x 0.10 m under different periods of incorporation and types of green manures. **Photograph:** Agronomist Engineer Jessyca Duarte de Oliveira.

Scarlet starglory, rooster tree and pasture kill were collected from native vegetation near the UFERSA campus, at the beginning of the flowering period, when the plant has the highest concentration of nutrients (Figure 3). The whole plant was harvested for the scarlet starglory and pasture kill species, for the rooster tree species, the cut occurred from the apex to the green insertion of the stem, this being the correct way to obtain this material, given that the lignified part contributes to the decrease in the nitrogen content and consequently the increase in the carbon/nitrogen ratio, not being ideal for vegetable fertilization. Then, grinding was carried out in a conventional forage machine, obtaining segments of 2.0 and 3.0 cm, placed to dry on the ground, obtaining material with a moisture content of 10; 12.0 and 13.0% for scarlet starglory, rooster tree and pasture kill, respectively.

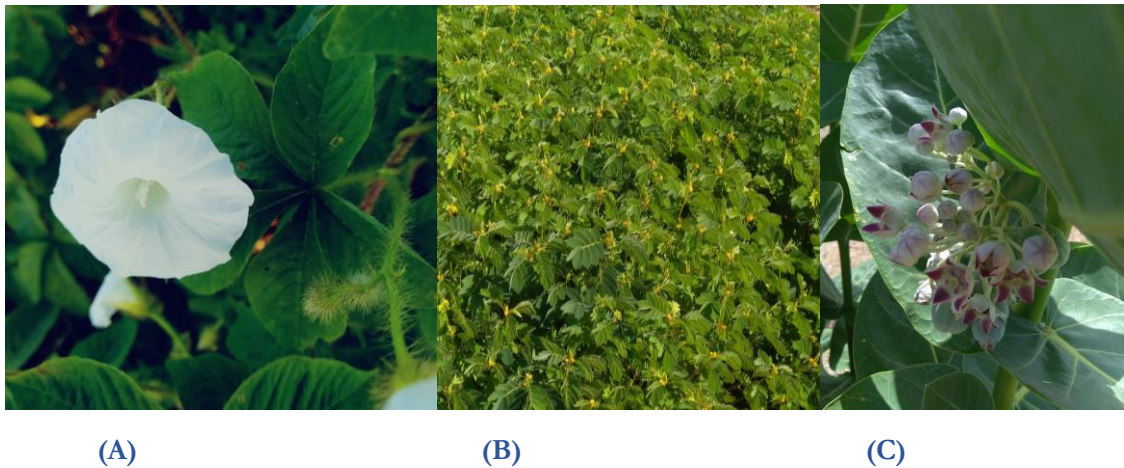


Figure 3. Illustration of the scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) (A); pasture kill (*Senna uniflora* L.) (B) and rooster tree (*Calotropis procera*) (C) species from the northeastern semi-arid region, present in the production areas of producers in the region of Mossoró, RN. **Photograph:** Researcher D.Sc. Paulo César Ferreira Linhares.

On the occasion of the installation of the experiment, five samples of each of the species were taken (scarlet starglory, rooster tree and pasture kill), sent to the soil fertility laboratory of the department of Agronomic and Forestry Sciences, for analysis of the following characteristics : nitrogen (N); phosphorus (P); potassium (K⁺); calcium (Ca²⁺); magnesium (Mg²⁺) and carbon/nitrogen ratio. For scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.) the results were: 25.0 g kg⁻¹ N; 12.5 g kg⁻¹ P; 18.0 g kg⁻¹ K; 12.0 g kg⁻¹ Ca; 16.0 g kg⁻¹ Mg and nitrogen/carbon ratio (23/1). For rooster tree (*Calotropis procera*): 20.0 g kg⁻¹ N; 13.0 g kg⁻¹ P; 20.0 g kg⁻¹ K; 11.0 g kg⁻¹ Ca; 13.5 g kg⁻¹ Mg and nitrogen/carbon ratio (29/1). For pasture kill (*Senna uniflora* L.): 21.5 g kg⁻¹ N; 14.0 g kg⁻¹ P; 11.0 g kg⁻¹ K; 13.2 g kg⁻¹ Ca; 15.0 g kg⁻¹ Mg and nitrogen/carbon ratio (26/1).

At the time of harvest, the harvested plants were taken to the post-harvest laboratory of the Department of Agronomic and Forestry Sciences to determine the following characteristics: plant height (determined in a sample of twenty plants in the field, using a millimeter ruler, measuring from the base to the apex, expressed in cm plant⁻¹); number of stems (performed by counting the number of stems of twenty plants, expressed in plant⁻¹ units); length (measuring twenty carrots longitudinally with a millimeter ruler, expressed in cm); diameter (Using the same twenty carrots from the length assessment, expressed in mm); Commercial productivity (the commercial productivity of carrots, quantified from the fresh mass of roots free of cracks, bifurcations and mechanical damage, weighed on a 1.0g precision scale, expressed in kg m⁻³) and dry mass of roots (The dry mass of shoots and roots was obtained after drying in an oven with forced air circulation, with temperature regulated at 65 °C, until reaching a constant mass and expressed in kg m⁻³).

Statistical Analysis

Statistical analysis was performed according to conventional methods of analysis of variance (Banzatto; Kronka, 2006), using ESTAT statistical software. The response curve fitting procedure was performed using the ESTAT Software.

RESULTS AND DISCUSSION

There was interaction between periods of incorporation and types of green manure for the commercial productivity of carrots, with no interaction for the other characteristics (Table 1).

An ascending curve in shoot height was observed in relation to the different incorporation periods, with an average increase of 13.3 cm plant⁻¹ between the longest period (55 days) with maximum value of 31.1 cm plant⁻¹ (Figure 4). In relation to the types of green manures, a statistical difference was observed, with scarlet starglory statistically superior to rooster tree and pasture kill, with mean values of 30.0; 28.8 and 27.7 cm plant⁻¹, respectively (Table 2). Plant height is a characteristic greatly influenced by nitrogen, as this element is responsible for leaf expansion. The green manures used had a nitrogen concentration above 20 g kg⁻¹ in dry matter similar to that of leguminous species.

Table 1. F values for plant height, expressed in cm plant⁻¹ (AT), number of stems plant⁻¹ (NH), carrot length, expressed in cm (CR), carrot diameter, expressed in mm (DR), commercial productivity, expressed in kg m⁻² (PC) and dry matter of carrot roots, expressed in kg m⁻² (RC).

Causes of variation	GL	AT	NH	CR	DR	PC	MSR
Incorporation times (A)	4	30.1**	18.0**	19.20**	11.8**	25.6**	20.2**
Green manures (B)	2	18.2**	20.0**	16.45**	12.7**	17.6**	2.1 ^{ns}
A X B	8	1.4 ^{ns}	1.8 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.5 ^{ns}	18.3**	1.6 ^{ns}
Treatments	14	12.2*	20.2**	16.65*	16.2*	19.5**	10.4**
Blocks	2	1.6 ^{ns}	2.1 ^{ns}	5.07 ^{ns}	11.5*	2.1 ^{ns}	2.2 ^{ns}
Residue	28	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CV (%)		15.9	10.15	9.10	10,56	11.4	9.85

**= P<0.01; * = P<0.05; ^{ns} = P>0.05

A similar behavior was observed by Oliveira (2009), who evaluated the agroeconomic viability of carrots fertilized with scarlet starglory, found average height of 30.8 cm plant⁻¹. Nogueira et al. (2015) studying the use of carnauba straw as a physical soil conditioner on carrot yield, found a plant height of 33.7 cm plant⁻¹ with an application of 16.0 t ha⁻¹ of carnauba straw, higher than that mentioned search.

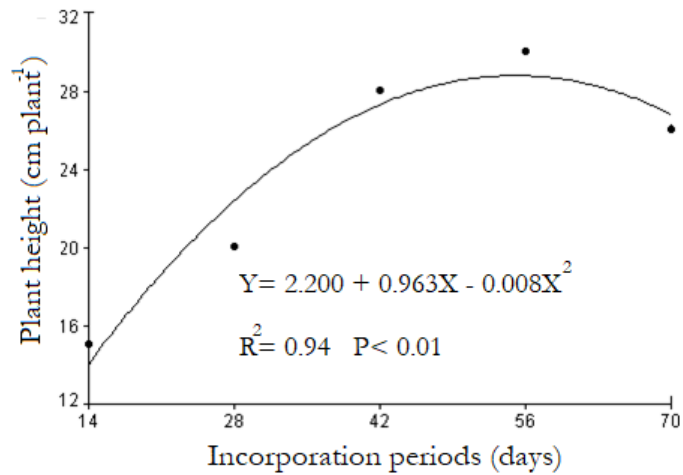


Figure 4. Incorporation periods of spontaneous semiarid species in carrot plant height.

For the number of stems per plant, a maximum point was observed, in the period of 52 days, with a value of 11.0 stems plant⁻¹, with an average increase of 5.0 stems plant⁻¹ in relation to the lowest incorporation period (14 days) (Figure 5). Among the green manures, a statistical difference was observed, with mean values of 11.4; 10.8 and 10.8 stems plant⁻¹, respectively for scarlet starglory, rooster tree and pasture kill (Table 2). Oliveira et al. (2011) found no variation in the number of leaves plant⁻¹ depending on the different amounts of scarlet starglory incorporated into the soil, with an average value of 6.8. Like Teófilo et al. (2009), where they evaluated the growth of three carrot cultivars (Alvorada, Brasília and Esplanada), and found an average of seven stems per plant at 84 days after sowing, and Nogueira et al. (2015) studying the use of carnauba straw as a physical soil conditioner on carrot yield, found a number of leaves of 9.8 plant⁻¹ plant height of 33.7 cm plant⁻¹ with the application of 16.0 t ha⁻¹ of carnauba straw, higher than that research, these works lower than this research, works that are inferior to this research.

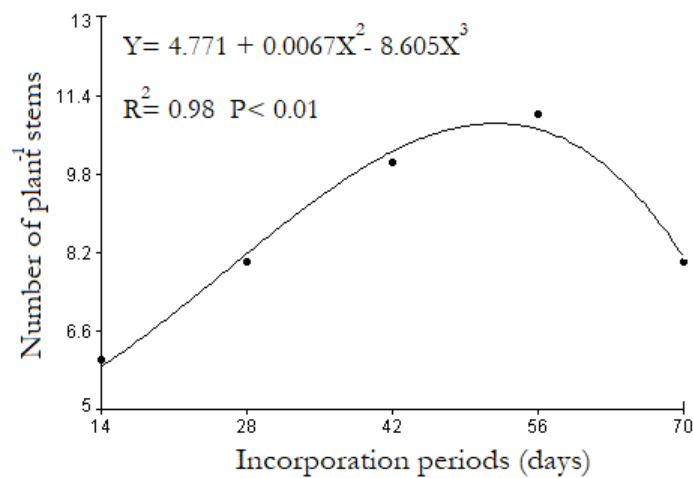


Figure 5. Incorporation periods of spontaneous semiarid species in carrot number of stems.

With regard to maximum root length and diameter, these characteristics were influenced by the green manure incorporation periods, with maximum values of 19.8 and 4.3 cm plant⁻¹ and 43 in the period of 53 and 51 days, respectively. (Figures 6A and 6B).

In relation to the types of green manures, scarlet starglory was statistically superior to rooster tree and pasture, with mean values of 21.4; 19.0 and 19.2, respectively for length. For the diameter, the mean values were 4.0; 3.4 and 3.5 for scarlet starglory, rooster tree and pasture kill, respectively (Table 2). These values are within commercial standards at the agroecological fair in Mossoró, RN, Brazil, where carrots have a length and diameter of 12 to 18 cm with a diameter of 40 mm.

The incorporation period is of paramount importance, considering that if there is no synchronization between the moment of demand of the crop and the moment of availability of nutrients, the crop will not be able to express its productive potential (Linhares et al., 2012 and Linhares 2009). Nogueira et al. (2015) studying the use of carnauba straw as a physical soil conditioner on carrot yield, found length and root diameter of 18.2 cm and 40 mm, respectively, which is lower than the aforementioned research.

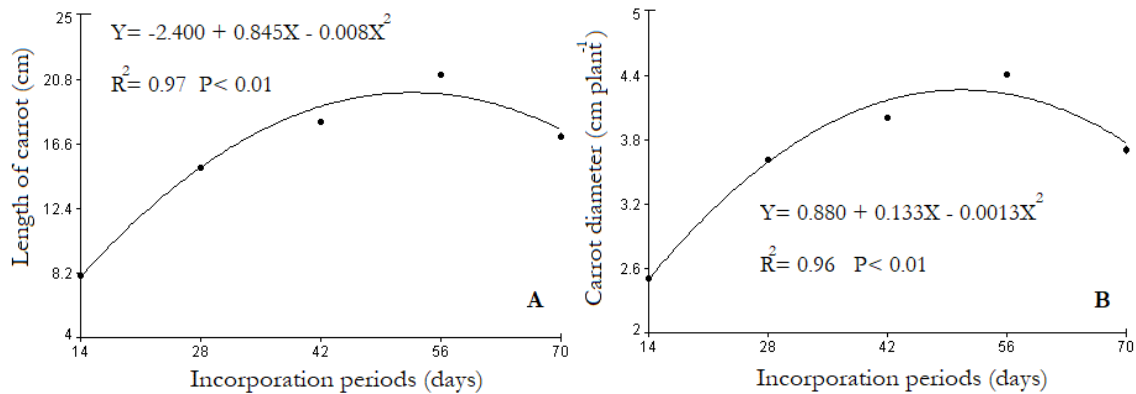


Figure 6. Periods of incorporation of spontaneous semiarid species in the length (A) and diameter (b) of the carrot.

Unfolding the incorporation periods within the green manure species, a maximum point was observed in the commercial productivity of carrots with maximum values of 2.4; 2.2 and 2.4 kg m⁻² of bed in periods of 53; 55 and 56 days of incorporation for scarlet starglory, rooster tree and pasture kill, respectively (Figure 7).

When the splitting of green manure species was carried out within the incorporation periods, the period of 56 days was the one that presented the highest average values (2.5; 2.0 and 2.0 kg m⁻² of bed) for scarlet starglory, rooster tree and pasture kill, respectively (Table 3). These productivity values are within the average productivity of family farmers in the region of Mossoró, RN, Brazil, who work in the organic production system.

Linhares et al. (2014) studying the organic cultivation of carrot fertilized with rooster tree (*Calotropis procera*) in amounts and forms of application found an increase for total productivity with the application of silk flower, with average values of 34.6 t ha⁻¹ and 3.8 kg m⁻² of bed, as well as, Paulus et al. (2012) studying the production and acceptability of carrots under organic cultivation in winter and summer, found commercial productivity of 20 t ha⁻¹, equivalent to 2.0 kg m⁻² of seed bed, the results being inferior to this research.

Tabela 2. Height, expressed in cm plant⁻¹ (AT), number of stems, expressed in plant⁻¹ units (NH), length, expressed in cm (COMP), diameter, expressed in cm (DIÂM) and dry matter, expressed in kg m⁻² (MMS) of carrot roots under different periods of green manure incorporation.

Types of green manures	AT	NH	COMP	DIÂM	MMS
Scarlet starglory (<i>Merremia aegyptia</i>)	30.0 a	11.4 a	21.4 a	4.0 a	0.20 a
Rooster tree (<i>Calotropis procera</i>)	28.8 b	10.8 b	19.0 b	3.4 b	0.20 a
Pasture Kill (<i>Senna uniflora</i>)	27.7 b	10.8 b	19.2 b	3.6 b	0.19 a
Averages of green manures	28.8	11.0	19.8	3.6	0.20
CV (%)	10.3	9.10	10.5	13.2	12.5

Means followed by different letters in the column differ at the 5% level of probability by Tukey's test.

Regarding dry matter, there was an increase depending on the periods of incorporation, with greater accumulation at 56 days, with a maximum value of 0.20 kg m⁻² of bed (Figure 8). There was no statistical difference between species with mean values of 0.20; 0.20 and 0.19 kg m⁻² of bed for scarlet starglory, rooster tree and pasture kill, respectively (Table 2).

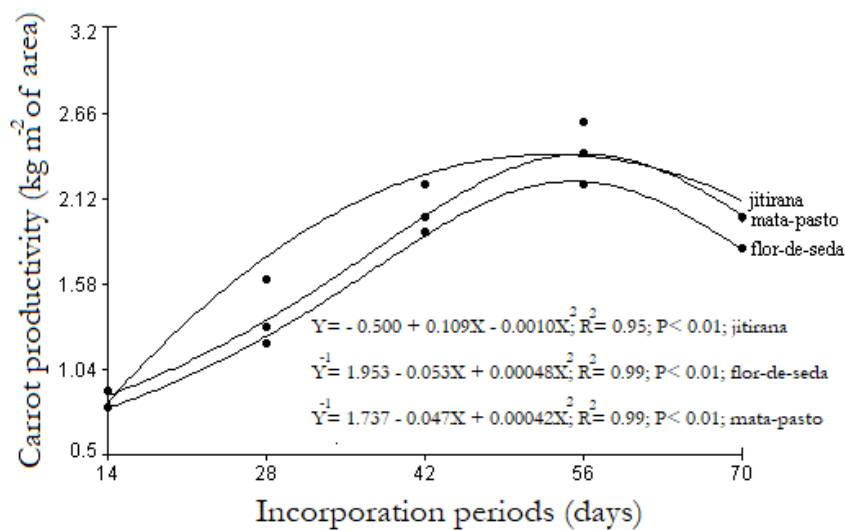


Figure 7. Unfolding of periods of incorporation into green manures (scarlet starglory; rooster tree and pasture kill) on carrot productivity.

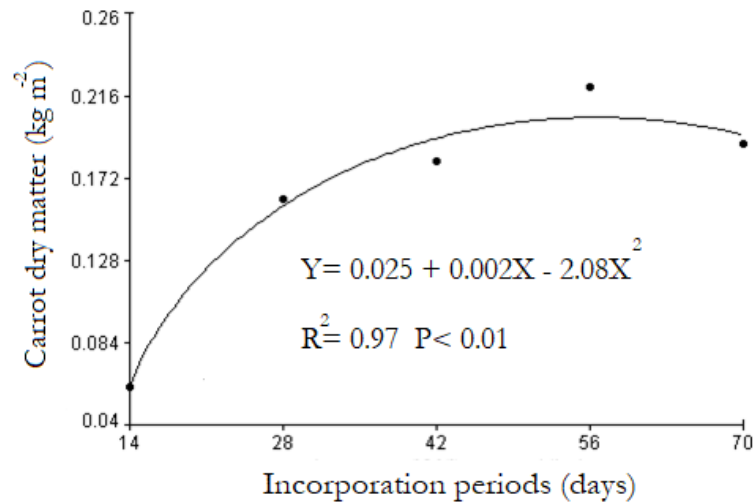


Figure 8. Incorporation periods of spontaneous semiarid species in carrot dry matter.

Table 3. Unfolding of types of green manure within periods of incorporation in commercial productivity of carrots.

Characteristic	Types of green manures	Incorporation periods (days)				
		14	28	42	56	70
Productivity (kg m ⁻²)	Scarlet starglory (<i>Merremia aegyptia</i>)	0.6a	1.5a	1.8a	2.5a	2.1a
	Rooter tree (<i>Calotropis procera</i>)	0.5a	1.2b	1.5b	2.0b	1.8b
	Pasture Kill (<i>Senna uniflora</i>)	0.4a	1.3b	1.5b	2.0b	1.7b

Means followed by different letters in the column differ at the 5% level of probability by Tukey's test.

FINAL CONSIDERATIONS

The highest carrot productivity was observed in the incorporation periods of 53; 55 and 56 days of incorporation after sowing, with values of 2.4; 2.2 and 2.4 kg m⁻² of area for scarlet starglory, rooster tree and pasture kill.

The period of incorporation of spontaneous species from the semi-arid region to the soil is of great importance for the full development of the carrot, promoting an increase in the evaluated characteristics.

ACKNOWLEDGMENT

Special thanks to the jitrana (*Merremia aegyptia* L.) research group, committed to the study of spontaneous species from the semi-arid region as green manure in olericolas, beyond Department of Agronomic and Forestry Sciences the Federal Rural SemiArid University (UFERSA), for the support to conduct in the conductings research.

REFERENCES


- Araújo Neto, S. E., Silva, A. N. da, Kusdra, J. F., Kolln, F. T., Andrade Neto, R. C. (2014). Atividade biológica de solo sob cultivo múltiplo de maracujá, abacaxi, milho, mandioca e plantas de cobertura. *Revista Ciência Agronômica*, 45(4): 650-658.
- Carmo Filho, F.; Oliveira, O. F. (1995). Mossoró: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, Série B) 62p.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2018). Brazilian system of soil classification (Sistema brasileiro de classificação de solos). 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 306p.
- Filgueira, F. A. R. (2013). Manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. UFV: Viçosa. 402p.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística- IBGE (2017). Horticultura: número de estabelecimentos agropecuários e quantidade produzida por produtos da horticultura.
- Kronka, S. N., Banzato, D. A. Estat, 1995: system for statistical analysis (Estat: sistema para análise estatística. Versão). 2. 3.ed. Jaboticabal: Funep, 243 p.
- Linhares, P. C. F. (2009). Vegetação espontânea com adubo verde no desempenho agroeconômico de hortaliças folhosas. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 109 f.
- Linhares, P. C. F., Maracajá, P. B., Liberalino Filho, J., Assis, J. P., Sousa, R. P., Medeiros, A. C. (2021). Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban) [livro eletrônico]: Potencialidade de uso como espécie espontânea do semiárido na adubação verde de hortaliças. In: Linhares, P. C. F., Cunha, L. M. M., Silva, N. V., Neves, A. M., Medeiros, B. B. M., Paiva, A. C. Fitomassa verde e seca, teores e acúmulo de macronutrientes da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban) em diferentes estádios fenológicos– Nova Xavantina, MT: Ed. Pantanal. 96p. Cap. 2, p.24-45.
- Linhares, P. C. F., Maracajá, P. B., Sousa, R. P., Assis, J. P. (2022). Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban) [livro eletrônico]: Adubação verde com flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton} em culturas olerícolas na região semiárida. In: Linhares, P. C. F., Maracajá, P. B., Sousa, R. P., Assis, J. P., Santos, M. E. P., Dantas, T. L. A., Silva, U. L., Medeiros, A. C. Utilização de flor-de-seda (*Calotropis procera*) como adubo verde em hortaliças de raízes (beterraba, rabanete e cenoura) e feijão verde– Nova Xavantina, MT: Ed. Pantanal. 90p. Cap. 3, p.56-87.
- Linhares, P. C. F., Maracajá, P. B. M., Pereira, F. S., Assis, J. P., Sousa, R. P. (2014). Roostertree (*Calotropis procera*) under different amounts and periods of incorporation on yield of coriander. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(3): 07-12.
- Linhares, P. C. F., Pereira, M. F. S., Assis, J. P., Bezerra, A. K. H. (2012). Quantidades e tempos de decomposição da jitirana no desempenho agrônômico do coentro. *Ciência Rural*. 42(2): 243-248.

- Lopes, W. A. R., Negreiros, M. Z., Teófilo, T. M. S., Alves, S. S. V., Martins, C. M., Nunes, G. H. S., Grangeiro, L. C. (2008). Produtividade de cultivares de cenoura sob diferentes densidades de plantio. *Revista Ceres*, 55: 482-487.
- Meurer, E. J. (2007). Factors influencing plant growth and development. In: Novaes, R. F., Alvarez, V. V. H., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B., Neves, J. C. L. (eds.) *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS. 65-90.
- Nogueira, D. L., Linhares, P. C. F., Silva, R. I. G., Neves, A. M., Nogueira, G. S. L. R., Maracajá, P. B., Medeiros, A. C. (2015). Uso exclusivo da palha de carnaúba como condicionador físico do solo no rendimento da cenoura. *Intesa- Informativo Técnico do Semiárido*. Pmbal-PB.
- Oliveira, M. K. T., Bezerra Neto, F., Barros Júnior, A. P., Lima, J. S. S., Moreira, J. N. (2011). Desempenho agrônômico da cenoura adubada com jirirana antes de sua semeadura. *Revista Ciência Agronômica*, 42(2): 364-372.
- Paulus, D., Moura, C. A., Santin, A., Dalhem, A. R., Nava, G. A., Ramos, C. E. P. (2012). Produção e aceitabilidade de cenoura sob cultivo orgânico não solúo e inverno não verão. *Horticultura Brasileira*, 30(3): 446-452.
- Rêgo, L. G. S., Martins, C. M., Silva, E. F., Silva, J. J. A., Lima, R. N. S. (2016). Pedogênese e classificação de solos de uma fazenda experimental em Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Caatinga*, 29(4): 1036-1042.
- Teófilo, T. M. S., Freitas, F. C. L., Negreiros, M. Z., Lopes, W. A. R., Vieira, S. S. V. S. (2009). Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. *Revista Caatinga*, 22(1): 168-174.

Crescimento inicial de feijão-caupi submetido a adubação fosfatada

Recebido em: 18/03/2023

Aceito em: 01/04/2023


 10.46420/9786581460860cap9

Jenilton Gomes da Cunha 

Murilo de Sousa Almeida 

Maria de Fátima Marques Pires 

Maria Carolina Farias e Silva 

Thaís Paula Martins Nunes 

Allana Pereira Moura da Silva 

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculat* (L.) Walp.] foi introduzido no Brasil por colonizadores portugueses no Século XVI e seu cultivo possui grande destaque na agricultura familiar no que diz respeito a aspectos econômicos, sociais e nutricionais, principalmente nas populações rurais e urbanas da região Norte e Nordeste (Teófilo et al., 2008; Freire Filho et al., 2011; Costa, Marques & Fraga, 2017).

O feijoeiro é frequentemente cultivado em solos com baixa disponibilidade de fósforo (P), sendo esta uma das principais limitações para o alcance de grandes produções dessa cultura em solos tropicais (Silva et al., 2014; Souza et al., 2020). Logo, para obtenção de altas produtividades do feijão-caupi é necessário que haja um correto manejo da fertilidade do solo, visto a exaustão que o solo é submetido, principalmente por conta dos sucessivos ciclos de cultivo, além da baixa fertilidade natural destes solos. Nesse sentido, os macronutrientes ganham notoriedade, pela exigência ser em maior quantidade, uma vez que estes exercem funções importantes no metabolismo das plantas, podendo na ausência comprometer o ciclo da cultura.

Dentre os macronutrientes, os estudos com ênfase para o P têm se destacado, em decorrência de sua dinâmica complexa no solo, principalmente em solos de elevada acidez, como é o caso dos solos do Cerrado, onde muitas vezes o P estar presente, porém não se encontra em uma forma disponível. Logo, a não disponibilidade de P gera uma preocupação em relação ao bom desenvolvimento das culturas, pois este macronutriente possui importante função na planta, sendo componente dos compostos ricos de energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), favorecendo a divisão e alongamento celular (Taiz et al., 2017; Prathap et al., 2022).

Diante da importância do P no metabolismo das culturas, o correto manejo da adubação fosfatada torna-se fundamental para o suprimento de P no solo e posterior absorção pelas plantas. Assim, estudos precisam estar sempre em desenvolvimento visto as características edafoclimáticas dos diferentes

ambientes de produção, além de se considerar ainda outros fatores que inclui a especificidade da planta em absorver esse nutriente.

Segundo Fageira et al. (2003), a influência do P no feijão consiste em aumento da matéria seca da parte aérea, aumento de vagens e massa de grãos. Enquanto, para Key-Boahen et al. (2017), o fornecimento de P proporciona aumento da eficácia de bactérias fixadoras de nitrogênio e a produção de grãos. Isso ocorre principalmente porque o P tem a capacidade de auxiliar na nodulação e crescimento da planta (Nziguheba et al., 2016).

Visto a importância da correta adubação fosfatada na melhora da produção do feijão-caupi, faz-se necessário a geração de informações técnicas para que o processo produtivo obtenha sucesso, de forma que a definição de doses ideais seja aplicada para otimizar a produção do feijão-caupi. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho inicial de plantas de feijão-caupi, submetidas a diferentes doses de fósforo, tendo como fonte o superfosfato simples.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de Bom Jesus-PI, entre os meses de maio e julho de 2021. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas seguintes doses: 0, 222, 444 e 667 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (SS) que contém em sua formulação 21% de P₂O₅, 16% de Ca e 12% de enxofre. As doses aplicadas corresponderam a 0, 50, 100 e 150% da necessidade de adubação fosfatada, indicada para a cultura tendo a dose de 444 kg h⁻¹ (80 kg de P₂O₅) correspondente a 100% (Sousa et al., 2004; Melo & Cardoso, 2017).

No solo utilizado, foi realizada a caracterização química e física na profundidade de 0,0-0,2 m, segundo a metodologia descrita por Teixeira et al. (2017), o resultado das análises encontra-se descritos na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica do solo na camada de 0,0-0,2 m, antes da implantação do experimento, Bom Jesus – PI. Fonte: os autores.

pH	V	m	H+Al	Al	Ca	Mg	CTC	K	P	MO	Areia	Silte	Argila
(H ₂ O)	-----%-----			-----cmolc dm ⁻³ -----				----mg dm ⁻³ ----		-----g/kg ⁻¹ -----			
4,46	38,5	34,3	1,49	0,50	0,60	0,30	0,07	13	1,69	0,06	899	10	91

V: saturação de bases; m: saturação por alumínio; H+AL: acidez potencial; Al: alumínio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; CTC: capacidade de troca de cátions; K: potássio; P: fósforo e MO: matéria orgânica.

Mediante a análise de solo a necessidade de calagem foi de 0,300 t ha⁻¹, aplicando-se o calcário filler com granulometria mais fina, apresentando 92 % de PRNT, 94 % de PN, 32% de CaO e 15% de MgO umidade de 3% e granulometria de 100% em peneira de 2 mm.

A semeadura foi realizada em vaso utilizando quatro sementes de feijão-caupi, cultivar Manteiguinha, em cada vaso. Realizou-se o desbaste 14 dias após a semeadura, deixando apenas uma

planta por vaso. Para correção e adubação do solo, foi considerado uma massa de solo de 7,5 Kg por tratamento, com cálculos considerando a massa de um solo na camada de 0-20 cm, na densidade de 1,4 g cm⁻³. No momento da semeadura foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio (K₂O: 58%) e após sete dias da semeadura, aplicou-se 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (N: 45%) (Embrapa, 2009).

Para a determinação da capacidade de campo e reposição de água diária, os vasos foram furados na base e após adicionar o solo, os mesmos foram colocados para saturar em uma bacia com água. Dessa forma, os vasos foram mantidos por um período de 18 h, para que ocorresse a saturação completa. Logo após, foram pesados e cobertos com filme plástico, de modo a evitar a evaporação, e na sequência colocados para drenar livremente, sendo medidas suas massas após 12 h (Casaroli & Lier, 2008). Após a determinação da diferença entre o peso das amostras, a capacidade de campo foi determinada e corrigida para 75%.

Foram realizados tratamentos fitossanitários, com Abamectina e Malationa (180 ml/ha em 400 L de calda; e 2 L/ha em 200 L de calda, respectivamente) para controle de larva minadora e pulgão. Decorridos 42 dias após o plantio (estágio V4), as plantas foram avaliadas quanto à altura de plantas (AP), realizada utilizando régua milimetrada; diâmetro do caule (DC), mensurado a 2 cm da base do caule, empregando-se paquímetro digital (MPD-200 – Metrotools® capacidade de 200 mm e precisão de 0,01 mm). Realizou-se também a contagem do número de folhas (NF), índice de clorofila *a*, *b* (clo *a* e *b*), na última folha completamente expandida, com uso do clorofilômetro ClorofiLOG CFL 1030; e massa fresca da parte aérea (MFPA).

Os dados obtidos foram verificados quanto aos pressupostos estatísticos e submetidos a análise de variância pelo teste F. As doses de superfosfato simples foram submetidas à análise de regressão polinomial, sendo todas as análises estatísticas realizadas no programa computacional R versão 3.5.2 (R Core Team, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como observado na Figura 1, as doses de SS influenciaram significativamente as variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e índices de clorofila *a* e *b* ($p \leq 0,05$). O diâmetro do caule apresentou resposta linear com incremento de 0,0014 mm a cada kg de SS aplicado. Por outro lado, comportamento quadrático foi observado para altura de plantas, índice de clorofila *a* e *b*, com respostas máximas de 21,96 cm; 33,85 e 11,66 nas doses de 253,5; 376,25 e 317,50 kg ha⁻¹ de SS, respectivamente.

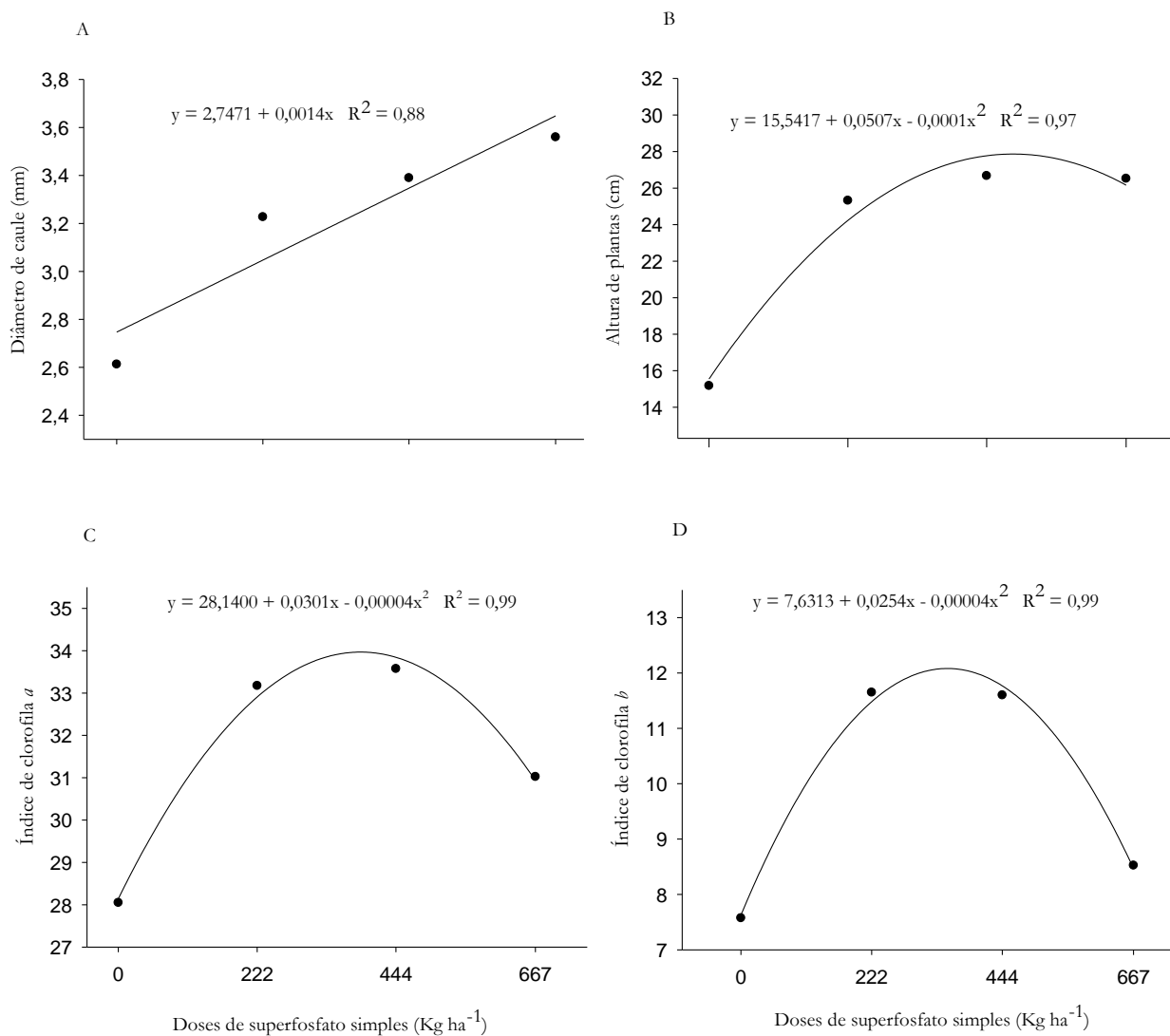


Figura 2. Diâmetro do caule (A), altura de plantas (B), índice de clorofila *a* (C) e índice de clorofila *b* (D) de plantas de feijão-caupi submetidas a doses de P₂O₅, tendo como fonte o Superfosfato Simples. Fonte: os autores.

Como demonstrado, o DC (Figura 1A) apresentou comportamento distinto das demais variáveis quando foi fornecido às plantas, altas doses de SS principalmente na dose de 667 kg ha⁻¹. O aumento em diâmetro, apresentou comportamento linear crescente, proporcional à aplicação de SS no solo, e observando os resultados para AP, fica claro que as plantas tendem a investir mais no crescimento primário do caule. Pode-se observar que de fato este crescimento é extremamente importante para desenvolvimento da cultura, visto que, quanto maior o diâmetro do caule maior a chance de sucesso das plantas em campo, pela resistência de sua parte aérea (Monteiro et al., 2018). Porém, uma avaliação geral de todas as variáveis faz-se necessário para que doses mais efetivas sejam determinadas.

Um bom porte das plantas, representado pela variável AP, é uma característica desejável, pois está relacionada positivamente com a produtividade de grãos, isto ocorre porque plantas bem nutridas e consequentemente maiores, produzem maior número de estruturas reprodutivas. De acordo com Leite et. al (2017), o fato das plantas apresentarem resposta positiva para altura com adubação fosfatada, reforça

a essencialidade deste no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante no seu desenvolvimento, da mesma maneira limitações na sua disponibilidade podem resultar em limitações em transferência de energia, respiração e fotossíntese.

Nesse sentido, pelas respostas quadráticas observadas para AP, clo *a* e *b* (Figura 1B, 1C e 1D), podemos inferir a possibilidade da atuação da Lei dos incrementos decrescente somada a uma possível atuação da Lei do mínimo, uma vez que adição de doses crescentes ao solo promoveu respostas cada vez menores, somando-se ao fato de que alguns nutrientes podem ter tido a sua absorção inibida, onde na ausência deste possível nutriente inibido o desenvolvimento da planta foi comprometido. Apesar dos solos de Cerrado apresentarem avançado processo de intemperismo e conseqüente um caráter drenado de P, altas doses são prejudiciais as plantas, se levarmos em consideração que aplicações excessivas podem levar a deficiência de micronutrientes como cobre, ferro, manganês e zinco (Malavolta, 2006).

Tal fato, deve ser levado em consideração pois na ausência destes micronutrientes dentro dos tecidos vegetais, processos como evolução do oxigênio, liberação e transporte de elétrons na fase fotoquímica da fotossíntese, e ativação enzimática (Tavani et al., 2021) são comprometidos, e desse modo, outras moléculas orgânicas deixam de ser sintetizadas, como a exemplo da clorofila e o crescimento tende a ser reduzido, igualmente observado neste estudo. Nesse segmento, ao observarmos as derivadas mencionadas anteriormente, têm-se que para AP, clo *a* e *b*, as doses responsáveis por promover as respostas máximas, são respectivamente 42,9; 15,25 e 28,49% inferiores a dose de SS (444 kg ha⁻¹) recomendada para cultivo de feijão-caupi, em solos da região de Cerrado.

O incremento do teor de clorofila nas folhas em função do fornecimento de superfosfato simples se deve-se a maior absorção de nitrogênio pela planta na presença do fósforo, já que existe uma correlação alta entre os teores de clorofila e a concentração de nitrogênio nas folhas do feijoeiro (Haim et al., 2012). Isso ocorre em decorrência de o P ser integrante do ATP, composto que libera energia para o processo ativo de absorção do nitrogênio (Taiz et al., 2017).

Em virtude da aplicação de calcário, possivelmente o solo já se encontrava com um maior número de cargas negativas e por conseqüência ocorria uma maior repulsão do fosfato com a superfície das partículas diminuindo a adsorção (Ex: oxihidróxidos de Fe) e precipitação (Ex: Al³⁺) (Novais et al., 2007). Por esse motivo, doses mais baixas de P₂O₅ já eram suficientes para conferir um teor adequado de P na solução (intensidade), com reposição assim que absorção ocorria (quantidade), resultando em um melhor poder tampão de P (capacidade).

De todo modo, a essencialidade do P fica ainda mais evidenciado quando comparamos os valores médios observados para o tratamento sem aplicação de P (0 kg ha⁻¹). Além disso, os resultados encontrados para número de folhas (NF) e massa fresca da parte aérea (MFPA) (Figuras 2A e 2B), ilustram bem os efeitos que teores muito baixos de P no solo pode provocar nas plantas.

O menor NF ocasionou uma menor MFPA, o esperado, pois quando o P não se encontra no solo, a planta pode apresentar deficiência desse nutriente e dentre várias funções primordiais exercidas

no metabolismo, a redução na biossíntese de moléculas de adenosina trifosfato (ATP) é acentuada e dessa forma, a energia das células também é impactada, além disso, o NF afeta na área foliar das plantas, podendo influenciar diretamente na produtividade, em resposta a disponibilidade de nutrientes (Saldanha, et al., 2017).

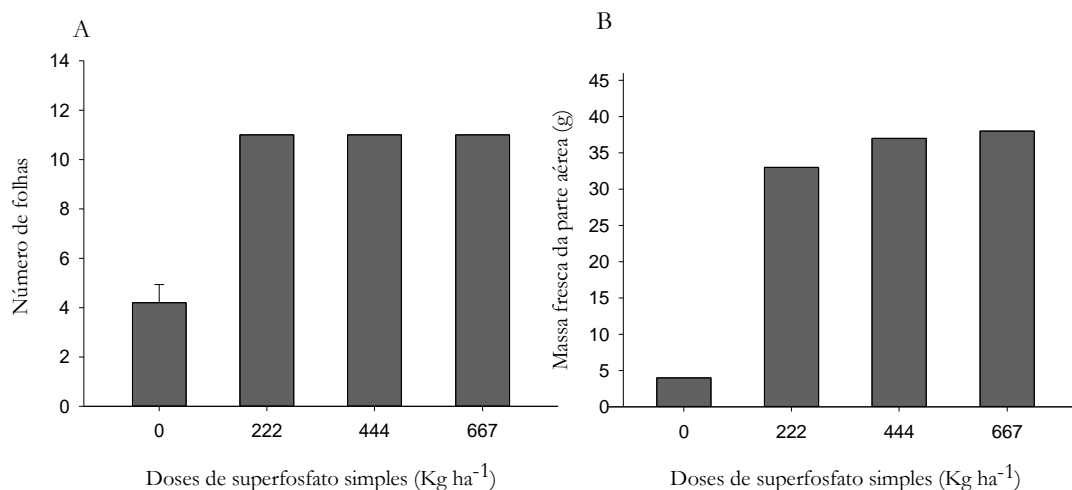


Figura 3. Número de folhas (A) e massa fresca da parte aérea (B) de plantas de feijão-caupi submetidas a doses de Superfosfato Simples. Fonte: os autores.

Vale destacar que durante o experimento, houve ataque de pulgão e larva minadora nas plantas e isso contribuiu para a perda de algumas folhas, no entanto, plantas supridas com P demonstraram maior capacidade de suportar ao estresse sofrido. Mesmo apresentando um declínio no índice de clorofila, um maior DC na dose de 667 kg ha⁻¹ permitiu a manutenção da MFPA, entretanto, é preferível que se prossiga com o desenvolvimento de estudos que abordem as doses definidas pela equação, visando definir uma melhor relação de custo/benefício para o cultivo de feijão-caupi, além de promover uma adequada fertilidade do solo.

CONCLUSÃO

A ausência de P₂O₅ foi um fator limitante ao crescimento do feijão-caupi.

A adubação fosfatada promoveu incrementos no diâmetro do caule, altura de plantas, índice de clorofila *a* e *b*, número de folhas e massa fresca da parte aérea de plantas de feijão-caupi.

Doses abaixo da recomendada (444 kg ha⁻¹ de SS) foram eficientes no crescimento inicial das plantas de feijão-caupi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Casaroli, D., & Quirijn, J.V.L. (2008). Critérios para determinação da capacidade de vaso. Rev. Bras. Ci. Solo, 32: 59-66.

- Costa, C. R. G., Marques, A. de L., & Fraga, V. da S. (2017, dezembro). Crescimento de variedades de feijão-caupi submetidas à adubação orgânica em região do semiárido paraibano. II Congresso internacional da diversidade do semiárido, Campina Grande, PB. Recuperado de: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD4_SA3_ID152_02102017221444.pdf
- Fageria, N. K., Barbosa Filho, M. P., & Stone, L. F. (2003). Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada. *Informações Agronômicas*, (102): 1-9.
- Freire Filho, F. R. (Ed). (2011). *Feijão-Caupi no Brasil Produção, melhoramento genético, avanços e desafios*. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte.
- Haim, P. G., Zoffoli, B. C., Zonta, E., & Araújo, A. P. (2012). Diagnóstico nutricional de nitrogênio em folhas de feijoeiro pela análise digital de imagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(10): 1546-1549.
- Kyei-Boahen, S., Savala, C. E. N., Chiikoye, D., Abaidoo, R. (2017). Growth and yield responses of cowpea to inoculation and phosphorus fertilization in different environments. *Frontiers in Plant Science*, 8(646): 1-8.
- Leite, R. C, da Silva Carneiro, J. S., de Freitas, G. A., Casali, M. E., & da Silva, R. R. (2017). Adubação fosfatada na soja durante três safras consecutivas na nova fronteira agrícola brasileira. *Scientia Agraria*, 18(4): 28-35.
- Malavolta, E. (2006). *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, SP: Agronômica Ceres.
- Melo, F. B., & Cardoso, M. J. (2017). *Cultivo de Feijão-Caupi: Solos e adubação*. EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recuperado de: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1071735/1/SistemaProducaoCaupiCapituloSolosAdubacao.pdf>
- Monteiro, S. R., Oliveira, V. E. A., Malta, A. O., Pereira, W. E., Andrade, S. J., & Malta, A. O. (2018). Produção de mudas de cafeeiro em função da época e da adubação fosfatada. *PesquisAgro*, 28-38.
- Novais, R. F., Jot Smyth; T., & Nunes, F. N. (2007). Fósforo. In: Novais, R.F., Alvarez, V.H., Barros, N.F., Fontes, R.L.F., Cantarutti, R.B., & Neves, J.C.L. *Fertilidade do solo* (pp. 471-550). Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Nziguheba, G., Zingore, S., Kihara, J., Merckx, R., Njoroge, S., & Otinga, A. (2016). Phosphorus in smallholder farming systems of sub-Saharan Africa: implications for agricultural intensification. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 104(3): 321-340.
- Prathap, V., Kumar, A., Maheshwari, C., & Tyagi, A. (2022). Phosphorus homeostasis: Acquisition, sensing, and long-distance signaling in plants. *Molecular Biology Reports*, 49(8): 8071-8086.
- R Core Team (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado de: <https://www.R-project.org/>

- Saldanha, E. C. M., da Rocha, M. E. L., de Araújo, J. L. S., Alves, J. D. N., de Cinque Mariano, D., & Okumura, R. S. (2017). Adubação fosfatada na cultura do milho no nordeste paraense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16(4): 441-448.
- Silva, D. A., Tsai, S. M., Chiorato, A. F., da Silva Andrade, S. C., de Fatima Esteves, J. A., Recchia, G. H., & Carbonell, S. A. M. (2019). Analysis of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) transcriptome regarding efficiency of phosphorus use. *PloS one*, 14(1).
- Sousa, D. M. G., Lobato, E., & Rein, T. A. (2004). Adubação com fósforo. In: *Cerrado: Correção do solo e adubação* (2ª. ed., p. 416). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.
- Souza, C. D., Reis Jr, R. A., Ribeiro, V. G. S., Machado, M. M., Neto, M. M., & Soares, P. H. (2020). Enhanced-efficiency phosphorous fertilizer impacts on corn and common bean crops and soil phosphorus diffusion. *Journal of Agricultural Science*, 12(7): 1-9.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre, BR: Artmed.
- Tavanti, T. R., Melo, A. A. R., Moreira, L. D. K., Sanchez, D. E. J., Silva, R. S., Silva, R. M., & Reis, A. R. (2021). Micronutrient fertilization enhances ROS scavenging system for alleviation of abiotic stresses in plants. *Plant. Physiol. Biochem*, 160: 386-396.
- Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A. & Teixeira, W. G. (2017). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, BR: Embrapa.
- Teófilo, E. M., Dutra, A. S., Pitimbeira, J. B., Dias, F. T. C., & Barbosa, F. S. (2008). Potencial fisiológico de sementes de feijão caupi produzidas em duas regiões do Estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 39(03): 443-448.

Índice Remissivo

C

carbon-nitrogen, 70
 Carrot, 69
 cattle manure, 50, 52, 53, 55, 56
 commercial productivity, 73, 74, 76, 77, 78
 commercial productivity of roots, 52, 56
 complete randomized blocks, 71
 cultivar “Babá de Verão, 61

D

dry mass, 52, 55, 56, 63, 65, 66
 dry mass of roots, 52
 dry radish mass, 56

E

ecossocialismo, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 47

F

for rooster tree (*Calotropis procera*):, 73
 forma jurídica, 40
 forma política, 42

G

green manure, 70, 71, 74, 76, 77, 78

J

jitirana (*Merremia aegyptia* L.), 52

L

lettuce (*Lactuca sativa*), 59
 lettuce diameter, 64, 65
 lettuce dry mass, 63
 lettuce planted, 61
 lettuce productivity, 63, 65, 66

M

marxismo, 40

N

nitrogen, 70, 72, 73, 74
 number of bunches, 52, 54, 55, 56

number of leaves, 52, 53, 56, 62, 63, 64
 number of leaves per plant, 62
 number of radish, 54

O

organic fertilizers, 50

P

pasture kill, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78
 pasture kill (*Senna uniflora* L.), 69, 70, 73
 Pasture Kill (*Senna uniflora*), 77, 78
 plant diameter, 62
 plant height, 52, 53, 56, 62, 63
 productivity, 52, 54, 55, 56, 60, 61, 63, 65

R

radish, 51
 radish (*Raphanus sativus* L.), 49
 radish fertilized, 50
 radish plant height, 53
 rooster tree, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78
 rooster tree (*Calotropis procera*, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65
 rooster tree (*Calotropis procera*), 60, 61, 63, 70, 73
 root diameter, 52, 56
 root plus area part, 55
 rooster tree, 71, 72, 76, 77
 rooster tree (*Calotropis procera*), 77, 78

S

scarlet starglory, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78
 scarlet starglory (*Merremia aegyptia* L.), 49, 50, 51, 54, 56, 59, 60, 62, 65, 66, 69, 70, 73
 statistical analysis, 74

U

UFERSA, 50, 51, 52, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 66

V

Vigna unguiculat (L.) Walp., 81

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-

books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 91 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 56 organizações de e-books, 40 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br