

Paulo César Ferreira Linhares
Patricio Borges Maracajá
Roberto Pequeno de Sousa
Janilson Pinheiro de Assis

Adubação verde com flor-de-seda
{ *Calotropis procera* (Aiton) W. T.
Aiton } em culturas olerícolas na
região semiárida



**Paulo César Ferreira Linhares
Patricio Borges Maracajá
Roberto Pequeno de Sousa
Janilson Pinheiro de Assis**

**Adubação verde com flor-de-seda
{ *Calotropis procera* (Aiton) W. T.
Aiton} em culturas olerícolas na
região semiárida**



Pantanal Editora

2022

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. Albys 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. Leandris Argente-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. Msc. 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A244 Adubação verde com flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} em culturas olerícolas na região semiárida [livro eletrônico] / Paulo César Ferreira Linhares... [et al.]. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2022. 91p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-81460-38-9

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460389>

1. Adubo orgânico. 2. Produção agroecológica. 3. Ciências agrárias. I. Linhares, Paulo César Ferreira. II. Maracajá, Patricio Borges. III. Sousa, Roberto Pequeno de. IV. Assis, Janilson Pinheiro de.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



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

Prefácio

A utilização de espécies espontâneas no semiárido é de grande relevância para região de ocorrência, tendo em vista a importância que tais plantas apresentam dentro das unidades de produção, aonde agricultores que produzem no sistema familiar de produção tem a disponibilidade desses recursos e a utilizam de forma racional.

A aplicação da flor-de-seda como adubo verde na produção de hortaliças foi de grande valia para o desenvolvimento das pesquisas desenvolvidas por discentes, na elaboração de monografias, dissertações e teses, fato esse que enaltece a importância da espécie na adubação.

Como idealizador na utilização da flor-de-seda como adubo verde na região semiárida, sempre busquei dar ênfase a questão da sustentabilidade ambiental desde o início das pesquisas, tendo em vista que a obtenção do material vegetal se dar pelo processo de extrativismo dentro do extrato herbáceo da caatinga, desse modo, o método de colheita é de suma importância para não causar a extinção nas áreas de ocorrência, garantindo a preservação da espécie.

Na região do Rio Grande do Norte, são muitos os agricultores com baixo nível tecnológico que não tem recursos para a obtenção de insumos para a adubação (esterco bovino, caprino e ovino) que potencialize a produção de hortaliças, nesse sentido, a utilização da flor-de-seda, dinamiza o sistema, proporcionando a disponibilidade de elementos químicos como: nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio para o solo e conseqüentemente disponibilidade para as culturas a ser implantadas.

Esse processo de produção com a utilização da flor-de-seda garante ao sistema a capacidade de resiliência durante e após o processo produtivo.

O livro aborda três capítulos que descreve de maneira proeminente a importância da espécie: Capítulo I, Biogeografia e descrição da flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton}; Capítulo II, Aplicação da flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} como adubo verde em hortaliças folhosas (coentro, rúcula e alface) e no Capítulo III, a Utilização de Flor-de-seda (*Calotropis procera*) como adubo verde em hortaliças de raízes (beterraba, rabanete e cenoura) e feijão verde.

Desse modo, buscou na presente obra trazer resultados cientificamente comprovados que evidencia a importância da espécie como planta espontânea do semiárido na produção de hortaliças.

Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares

Sumário

Prefácio	4
Capítulo 1	6
Biogeografia e descrição da flor-de-seda { <i>Calotropis procera</i> (Aiton) W. T. Aiton}	6
Capítulo 2	26
Aplicação da flor-de-seda { <i>Calotropis procera</i> (Aiton) W. T. Aiton} como adubo verde em hortaliças folhosas (coentro, rúcula e alface)	26
Capítulo 3	57
Utilização de Flor-de-seda (<i>Calotropis procera</i>) como adubo verde em hortaliças de raízes (beterraba, rabanete e cenoura) e feijão verde	57
Índice remissivo	88
Sobre os autores	90

Biogeografia e descrição da flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton}

 10.46420/9786581460389cap1

Paulo César Ferreira Linhares^{1*} 

Patricio Borges Maracajá² 

Roberto Pequeno de Sousa¹ 

Janilson Pinheiro de Assis¹ 

Jéssyca Duarte de Oliveira¹ 

Maria Francisca Soares Pereira¹ 

Aline Carla de Medeiros³ 

Eudes de Almeida Cardoso¹ 

INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semiáridas representam 55% das terras mundiais, correspondendo a 2/3 da superfície total de 150 países, e globalizam ao redor de 1 bilhão de pessoas (Silva et al., 2000). Na América do Sul o semiárido engloba dois milhões de quilômetros quadrados, o que corresponde a aproximadamente 10% da superfície total do continente. No Brasil a região semiárida se localiza na sua maioria na região nordestina, onde abrange cerca de 70% da sua área (Ibge, 2015).

A área da região semiárida brasileira é de 969.589,4 km² (Ministério da Integração Nacional, 2005). Esta região representa 89,5% da área da região Nordeste e inclui os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Alagoas, Sergipe, Bahia e 10,5% do estado de Minas Gerais (Ibge, 2015).

Dentro desse contexto, muitas espécies encontram-se disseminadas entre a vegetação semiárida durante todo ano, sendo adaptadas as condições de solo e clima.

Entre essas espécies, encontra-se a flor-de-seda [*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton], considerada como planta infestante em áreas agricultáveis, é uma espécie que está presente no semiárido nordestino, bastante exuberante, permanecendo verde durante todo ano, o que possibilita o corte e utilização como adubo verde em áreas agricultáveis, onde predomina uma produção desenvolvida por agricultores familiares. Além dessas características, outra de suma importância, consiste na capacidade de rebrota por ocasião do corte em qualquer época do ano, o que possibilita a disponibilidade de biomassa verde. Esse corte tem que ser realizado na planta do ápice até a inserção das últimas folhas verdes, contribuindo para uma concentração de nitrogênio de 18 a 23 g kg⁻¹ e relação carbono/nitrogênio entre 20 a 30/1, viabilizando a espécie para ser usada como adubo verde pela sua rápida decomposição da massa vegetal.

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Grupo de Pesquisa Jitirana, Mossoró, RN, Brasil.

² Diretor da Editora Universitária da UFCG-PB, Brasil, atuando como professor e pesquisador na área de Agroecologia.

³ Professora colaboradora do Mestrado em Sistemas Agroindustriais da UFCG, campus Pombal-PB e desenvolve pesquisas nas áreas de Agroecologia e Apicultura.

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

BIOGEOGRAFIA

Segundo Krebs (1985) os principais fatores que influenciam a distribuição de uma espécie estão relacionados principalmente com a capacidade de dispersão, o comportamento (seleção de habitat), a presença de outras espécies e aos fatores físico-químicos. A distribuição de uma espécie reflete a sua abrangência geográfica e ecológica (Mayr, 1977).

Dentro desse contexto, verificamos que espécies que se distribuem por vários locais, apresentam tolerância aos fatores ambientais do que espécies restritas a locais específicos (Mehanna; Penha, 2011).

Considera-se exótica, todo táxon exótico que se reproduz de forma eficaz mantendo uma população viável, e que é capaz de se dispersar para áreas distantes do local original de introdução e lá estabelecer-se, invadindo a nova região geográfica (Moro et al. 2012). As exóticas invasoras são altamente eficientes na competição por recursos, podendo vir a causar sérios prejuízos ambientais e econômicos (Daehler, 2003).

A flor de seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} possui uma ampla distribuição geográfica, se espalhando pelas regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo. Essa espécie é nativa da Sri Lanka, Índia, China e Malásia, mas de grande ameaça à biodiversidade nativa brasileira. Invade com muita frequência áreas de Caatinga no Nordeste do Brasil, e áreas de Cerrado. É também invasora em outros países, como na Austrália, Caribe e nos Estados Unidos (Havaí) (Instituto Hórus, 2008).

Planta invasora de pastagens, margens de estradas, terrenos baldios e culturas. Pode formar povoamentos consideráveis e é de difícil erradicação. Ocorre em regiões com temperatura elevada, adaptando-se a variadas condições ambientais tolerando solos pobres, inclusive altamente arenosos, solos ácidos e com elevado teor de alumínio. Além de muito resistente a períodos de seca (Instituto Hórus, 2008). Esta espécie desenvolve-se bem nas mais diversas regiões do planeta, onde a precipitação anual varia de 150 a 1000 mm e, algumas vezes, é encontrada crescendo em solos excessivamente drenados, com precipitação superior a 2000 mm. Ela pode ser encontrada em áreas com mais de 1000 m de altitude na Índia (Lindley, 1985).

No Brasil foi introduzida como planta ornamental (Corrêa, 1939). Após sua introdução no país, passou a se comportar como invasoras de áreas de pastagens, sendo encontrado em vários estados da Região Nordeste e nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Mato Grosso, Rio de Janeiro, Goiás e no Distrito Federal (Ferreira, 1976). Na região de Mossoró, RN, essa espécie possui alguns nomes vulgares como: algodão-de-seda, ciumeira, saco-de-velho, hortência e flor-de-seda. Tem sido bastante utilizada como adubo verde na produção de olerícolas folhosas e de raízes.

Em hortaliças: Coentro (Linhares et al., 2014; 2012a; 2012b; 2012c; 2012d e 2011); Alface (Linhares et al., 2012e); Rúcula (Linhares et al., 2013a; Linhares 2012f; 2009a e 2009b); Cenoura (Linhares et al., 2014); Rabanete (Linhares 2011b; Linhares et al., 2010).

Diversas outras atividades econômicas também são atribuídas à utilização dessa espécie, como produção de forragem, fabricação de tecidos, extração de madeira para lenha e aplicações medicinais, além da utilização de sementes como matéria-prima para a produção de biodiesel (Rangel; Nascimento 2011; Barbosa; Silva; Oliveira 2013, Oliveira-Bento et al., 2013).

Diferentes partes da flor de seda têm sido usadas como fitoterápicos no combate de muitas enfermidades na medicina Oriental, como analgésicos, anti-inflamatórios, agentes purgativos, antimicrobianos, larvicidas, nematicidas, anticancerígenos, no tratamento das úlceras gástricas, nas doenças hepáticas e como antídoto de envenenamento por serpentes (Basu et al., 1992; Tanira et al., 1994; Khaimar 2012). O látex da planta é muito irritante e corrosivo destacando-se ainda pelo poder antioxidante e antidiabético (Roy et al., 2005).

DESCRIÇÃO

Flor-de-seda {Calotropis procera (Aiton) W. T. Aiton}

Planta arbustiva ou pequena árvore de mais ou menos 2,5 m de altura, podendo até atingir 6,0 m (Figura 1). Apresenta uma ou poucas hastes (caule) e poucos galhos (Francis, s.d.), possui hábito ereto, geralmente caulescente (Lev-Yadun, 1999). Ramos, folhas, pedúnculos e frutos são recobertos por cerosidade, mais intensa nas partes mais novas (Kissmann & Groth, 1992). Sistema radicular bastante desenvolvido, com raiz principal pivotante que pode atingir 1,7 a 3,0 m em solos arenosos de desertos.



Figura 1. Presença da flor-de-seda (*Calotropis procera*) dentro do extrato herbáceo da caatinga, na região de Mossoró, RN no ano de 2019. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.

Apresenta caule cilíndrico, geralmente fistuloso nas partes mais novas, pouco resistentes, com entrenós curtos. Já nas intermediárias notam-se escaras deixadas pelas folhas caídas. Em plantas velhas a parte inferior do caule pode chegar a 10 cm de diâmetro e apresenta uma grossa camada de tecido corticoso, que removida expõe o tecido vivo, de cor verde (Kissmann & Groth, 1992). Sua casca é corticiforme, sulcada, de coloração cinza. Essa casca possui profundas fissuras que parecem funcionar

como articulações, evitando o rompimento dos tecidos durante variações térmicas e ventos fortes, condição comum nos ambientes áridos onde plantas de *Calotropis procera* ocorrem naturalmente.

Folha

As folhas são organizadas de forma oposta ao longo do caule, tendo o formato oblongo-ovaladas, aproximadamente orbicular, de coloração verde-claro ou verde-escuro, com nervuras bem desenvolvidas, um pouco claras. Seu comprimento varia de 7,0 a 18,0 cm e largura de 5,0 a 13,0 cm (Figura 2). São simples, sésseis; apresenta superfícies lisas e glabras, recobertas por uma cerosidade branco-acinzentado, mais pronunciado nas folhas novas. As folhas são mais abundantes na parte elevada da planta, sendo que as inferiores se desprendem gradualmente (Kissmann; Groth, 1992).

A folha constitui em um apêndice lateral presente no caule, correspondente a região do nó, distribuídas em intervalos regulares, os entrenós. São sempre acompanhadas por uma gema em sua axila (Almeida; Almeida, 2018). A folha é um órgão de grande importância para a planta por ser o principal responsável pela fotossíntese (Taiz; Zeiger, 2017).

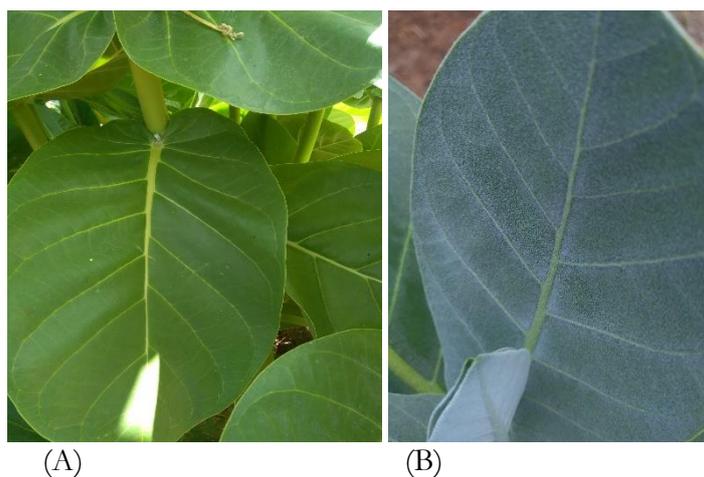


Figura 2. Padrão de desenvolvimento de folhas de flor-de-das dentro do extrato herbáceo da caatinga na Universidade Federal Rural do Semiárido-UFERSA, Mossoró, RN no ano de 2018. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.

Inflorescência

A iniciação do desenvolvimento floral é um fenômeno que depende da idade da planta, das condições de ambiente, do acúmulo de fotossintatos e de outros fatores específicos (Marcos Filho, 2005). Desta forma, o conhecimento da fisiologia do florescimento e de suas relações com a formação da semente permite estabelecer bases para a adoção de procedimentos que favorecem a produção e maiores quantidades de sementes de alta qualidade (Marcos Filho, 2005).

A inflorescência é constituída de pedúnculos carnosos e cilíndricos, terminais e axilares, onde nas extremidades encontram-se umbelas de flores pediceladas (Figura 3). Dispostas em cachos que crescem na parte final dos galhos, as flores são umbeliformes, tendo cinco sépalas com 4,0 a 5,0 mm de

comprimento, com uma coloração que varia de branco a cor-de-rosa, muitas vezes com pintas ou com aparência púrpura (Francis, s.d.).

A flor é um ramo com crescimento limitado, geralmente originado nas axilas das folhas, cujas partes são adaptadas e modificadas para a formação e o desenvolvimento de células reprodutivas e o desenvolvimento do fruto e da semente (Marcos Filho, 2005). As flores se desenvolvem isoladamente ou em inflorescências e essas características são estáveis em cada espécie vegetal.

Com florescimento e frutificação durante todo ano, produz milhares de sementes por planta que são disseminadas pelo vento, anemocórica, podendo alcançar vários quilômetros (Little et al. 1974), este tipo de dispersão é um dos mais favoráveis ao estabelecimento das espécies vegetais.

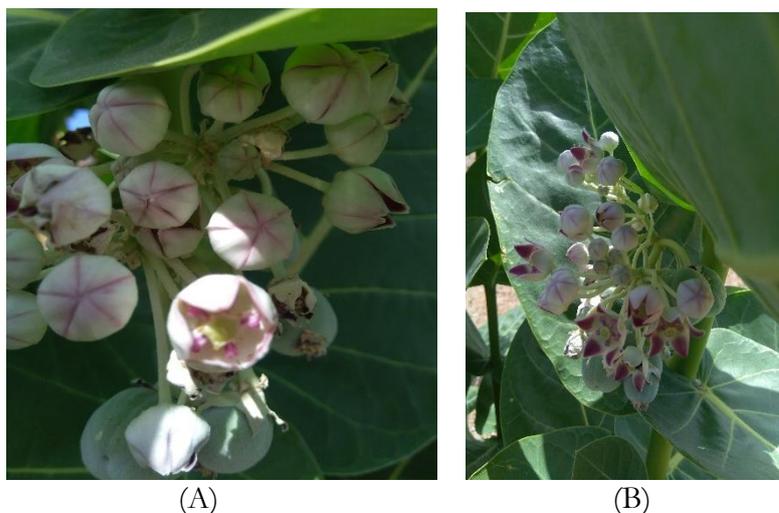


Figura 3. Desenvolvimento da inflorescência da flor-de-seda dentro do extrato herbáceo da caatinga na Universidade Federal Rural do Semiárido-UFERSA, Mossoró, RN no ano de 2018. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.

Fruto

Os frutos da flor-de-seda são folículos inflados, globosos ou mangiformes, com até 12 cm de comprimento por 8 cm de largura, de parede externa carnosa, fina, com uma linha de sutura longitudinal. Na parte interna, duas membranas planas, unidas, estendendo-se da sutura até um alojamento alongado, também de parede carnosa, lisa, onde se encontram as sementes. São fruto leves, devido ao grande espaço interno ocupado com o ar (Kissmann; Groth, 1992) (Figura 4).



Figura 4. Desenvolvimento de frutos e sementes da flor-de-seda dentro do extrato herbáceo na região semiárida de Mossoró, RN no ano de 2021. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.

Oliveira-Bento (2012) estudando a biometria de frutos e sementes, germinação e armazenamento de sementes de flor-de-seda, encontrou maior número de frutos com valores de comprimento variando entre 9,0 e 12,0 cm (57,1%); largura entre 4,0 e 7,0 cm (43,8%) e espessura entre 4,0 e 7,0 cm (57,1%). A maioria dos frutos (52,5%) apresentou peso entre 20,1 g e 30,0 g, sendo que 30,6% possuíram peso entre 30,1 e 40,0 g.

As diferenças encontradas entre os frutos de flor-de-seda podem estar relacionadas tanto às variações ambientais locais como também à própria diversidade genotípica das populações, o que pode resultar em diferentes características fenotípicas para a espécie (Ismael, 2009).

Segundo Marcos Filho (2005) um fruto normal é o ovário maduro de uma flor, incluindo uma ou mais sementes. É constituído por pericarpo (parte do fruto composta por três camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo) e sementes.

Sementes de Flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton}

O processo de reprodução de plantas começa com a transição da fase vegetativa para a reprodutiva, quando ocorre alteração da atividade das gemas apicais. Esse redirecionamento do comportamento da planta depende de sua capacidade de percepção a condições específicas do ambiente e a consequente resposta a esses “sinais”, traduzida pelas alterações em processos fisiológicos (Marcos Filho, 2005).

Segundo Marcos Filho (2005) a iniciação do desenvolvimento floral é um fenômeno que depende da idade da planta, das condições de ambiente, do acúmulo de fotossintatos e de outros fatores específicos.

Com florescimento e frutificação durante todo ano, a flor-de-seda produz milhares de sementes por planta que são disseminadas pelo vento (anemocórica), podendo alcançar vários quilômetros (Little

et al. 1974), este tipo de dispersão é um dos mais favoráveis ao estabelecimento das espécies vegetais. Segundo os mesmos, as sementes germinam com relativa facilidade, tanto é que verificaram germinação de 89% entre 7 e 64 dias após a semeadura, sofrendo, porém, decisiva influência do tipo de substrato (Carvalho e Nakagawa, 2000; Silva et al., 2009), muito embora se constate grande irregularidade.

Durante o período de formação e maturação de sementes, a água assume papel crucial, sendo que o seu teor permanece elevado até o final do desenvolvimento. Ao final da maturação dois tipos de comportamentos podem ser verificados, de acordo com Roberts (1973), quais sejam: sementes ortodoxas, que não só toleram a dessecação, mas provavelmente dependem desse processo para redirecionar seu caminho metabólico em direção à germinação, podendo ser desidratadas a níveis baixos de teor de água (5% a 7%); e as sementes recalcitrantes, as quais são independentes da secagem para adquirir a capacidade germinativa e apresentam limites de tolerância à dessecação, podendo ser desidratadas abaixo de determinado teor de água (15% a 50%) sem que ocorram danos fisiológicos.

Na região semiárida é bastante presente a incidência de plantas de flor-de-seda, apresentando a produção de frutos e maturação fisiológica das sementes e conseqüentemente a dispersão (Figura 5).



Figura 5. Abertura dos frutos (A) e dispersão das sementes de flor-de-seda (B) dentro do extrato herbáceo da caatinga na região de Mossoró, RN no ano de 2021. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.

Oliveira-Bento (2012) estudando a biometria de frutos e sementes, germinação e armazenamento de sementes de flor-de-seda, encontrou comprimento variando de 0,5 a 0,8 cm e largura de 0,4 a 0,6 cm, com espessura constante de 0,1 cm, conforme apresentado na Tabela 1 e nas Figuras 6A, 6B e 6C. O

peso médio da semente estimado nessa pesquisa foi de 0,008 g.sementes⁻¹, sendo o peso médio de 1000 sementes igual a 8,54 g. Os valores são próximos aos relatados por Abbas et al. (1992) com sementes de flor-de-seda, que estimaram peso médio de 0,009 g, equivalente a 100 mil sementes por quilo.

O tamanho e as características das sementes são de suma importância para o estudo de uma espécie. É um parâmetro básico para entender a dispersão e o estabelecimento de plântulas (Fenner, 1993), sendo também utilizado para diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais (Baskin e Baskin, 1998). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) as sementes crescem em tamanho até atingirem o valor característico para cada espécie durante o processo de maturação. Vale salientar, que dentro da mesma espécie existem variações individuais devido à influência ambiental durante o desenvolvimento das sementes e da variabilidade genética entre as matrizes (Turnbull, 1975). Desta forma, o tamanho das sementes pode variar entre e dentro de árvores matrizes (Santos et al., 2009).

Tabela 1. Estimativas de parâmetros para comprimento, largura, espessura de frutos e sementes e número de sementes/fruto de flor-de-seda. Fonte: Oliveira-Bento (2012).

Caracteres		Parâmetros				
		Média	Desvio padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
Fruto	Comprimento (cm)	11,60	1,99	17,12	9,00	18,00
	Largura (cm)	7,41	1,67	22,54	4,30	14,60
	Espessura (cm)	6,79	1,51	22,23	4,00	14,00
	Peso (g)	23,53	6,37	27,05	15,00	39,30
Semente	Comprimento (cm)	0,75	0,07	9,95	0,50	0,80
	Largura (cm)	0,55	0,07	12,55	0,40	0,60
	Espessura (cm)	0,10	-	-	-	-
	Peso 1000 (g)	8,54				
Semente/ Fruto		387,17	73,12	18,89	245,0	476,0

De acordo com Oliveira e Pereira (1984), Groth e Liberal (1988) e Barroso (1999), as sementes são pouco modificadas pelo ambiente em relação as suas características internas e externas, constituindo-se em um critério bastante seguro para a identificação de famílias, gêneros e, às vezes, espécies.

Braga et al. (2007) evidenciam que o tamanho das sementes tem grande influência no estabelecimento e dispersão das espécies, estando relacionado à competição, predação e à distribuição espacial. Para Lusk e Kelly (2003), sementes grandes apresentam menores restrições à germinação em condições naturais, o que lhes confere maior vantagem adaptativa. Essa espécie surge de forma espontânea por ocasião das precipitações permanecendo com folhas verdes durante todo ano.

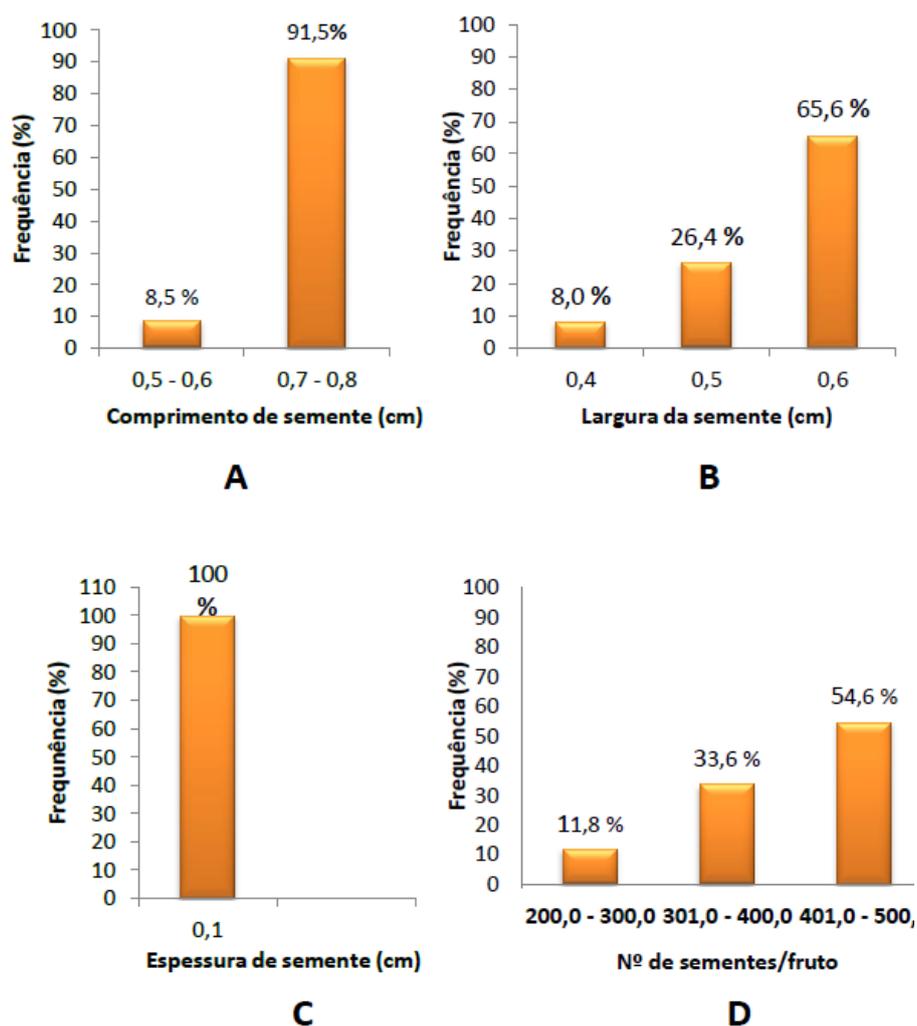


Figura 6. Frequência de comprimento (A), largura (B), espessura (C) e número de sementes/fruto (D) de flor-de-seda. Fonte: Oliveira-Bento (2012).

O banco de sementes em áreas de predominância da espécie é de suma importância para o reservatório de sementes vivas presentes no solo, sendo constituído por sementes não germinadas, mas potencialmente capazes de substituir as plantas anuais que desaparecem naturalmente por ação de agentes bióticos ou abióticos (Marcos Filho, 2005).

Sendo bastante exuberante durante o período chuvoso, aonde cobre grandes áreas de vegetação, devido ao seu rápido crescimento. Sua propagação se dá por sementes.

Aspectos da germinação de sementes de flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton}

A dormência é tida como um recurso pelo qual a espécie possui a capacidade de prolongar a germinação de suas sementes por um maior período de tempo (Flowler; Martins, 2001).

Silva et al. (2009) estudando a temperatura e substrato na germinação de sementes de flor-de-seda observaram o papel toalha aos 27 °C e 30 °C foi mais apropriado para a primeira contagem e que os substratos areia e vermiculita nas temperaturas 27 e 25 °C foram mais apropriados para a germinação e para o índice de velocidade de germinação, sendo que as plântulas tiveram maior desenvolvimento em

areia e vermiculita aos 30 °C (Tabela 1). O percentual de germinação, nas temperaturas de 25 e 30 °C, em areia, foi superior ao de papel toalha. Na temperatura de 27 °C, as porcentagens de germinação em areia e vermiculita foram superiores à de papel toalha. Em areia e vermiculita, as porcentagens de germinação nas temperaturas de 25 e 27 °C foram superiores à de 30 °C (Tabela 2).

Sob o ponto de vista da fisiologia vegetal, a dormência representa recurso eficaz para a preservação da continuidade da espécie, constituindo mecanismo de resistência as condições desfavoráveis de ambiente e garantindo que a germinação ocorra apenas quando se tornam propícias à retomada do metabolismo (Marcos Filho, 2005).

Tabela 2. Valores médios dos testes de primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, altura da parte aérea da plântula e massa da matéria seca das plântulas de flor-de-seda [*Calotropis procera* (Aiton) R. Br.], submetidas a diferentes temperaturas e substratos. Fonte: Silva et al. (2009).

Temperatura (°C)	Substrato		
	Areia	Vermiculita	Papel toalha
	Primeira contagem de germinação (%)		
25	30 ab A	10 b B	39 a B
27	35 b A	42 b A	89 a A
30	37 b A	16 b AB	70 a A
Média	34 b	23 b	66 a
DMS	26,35		
	Germinação (%)		
25	82 a A	74 ab A	58 b A
27	87 a A	80 a A	53 b AB
30	57 a B	51 ab B	34 b B
Média	75 a	68 a	48 b
DMS	20,87		
	Índice de velocidade de germinação		
25	2,19 a AB	1,62 ab A	1,32 b A
27	2,16 a B	1,81 ab A	1,47 b A
30	2,83 a A	1,38 b A	1,39 b A
Média	2,39 a	1,60 b	1,39 b
DMS	0,63		
	Altura da parte aérea da plântula (cm)		
25	8,9 a A	8,3 a A	7,9 a A
27	5,5 a B	5,5 a B	6,1 a B
30	9,9 a A	7,7 b A	3,1 c C
Média	8,1 a	7,2 b	5,7 c
DMS	1,5		
	Massa da matéria seca das plântulas (g)		
25	0,09 a A	0,07 a A	0,07 a A
27	0,08 a A	0,09 a A	0,05 a A
30	0,09 a A	0,07 ab A	0,05 b A
Média	0,09 a	0,07 ab	0,06 b
DMS	0,05		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tu a 5% de probabilidade.

Além de exibir longevidade prolongada, outra contribuição fundamental das sementes dormentes para sobrevivência da espécie é a ampliação do período em que ocorre a germinação de uma população, isto é, a distribuição da germinação no tempo (Marcos Filho, 2005). Segundo Bewley (1997) em algumas

espécies a completa germinação é impedida em razão de o embrião estar reprimido pelas estruturas que o cercam e em outras espécies o próprio embrião é dormente.

Silva et al. (2015) estudando a qualidade fisiológica de sementes de algodão de seda (*Calotropis procera* Aiton) observaram interação significativa de temperatura e substrato para todas as variáveis, exceto plântulas anormais e tempo médio de germinação que foram afetadas apenas pelo fator temperatura (Tabela 2). Nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C foram observadas maiores porcentagens de germinação nos substratos sobre papel mata-borrão (SP) e entre papel germitest (EP), comparativamente ao substrato areia. Ocorreram aumentos de 69 e 82% na temperatura de 25°C e 96 e 91% em 30 °C na porcentagem de germinação quando comparado com o substrato areia. Já na alternância de temperatura observou-se um aumento de 48 e 39,5% na porcentagem de germinação no substrato em papel germitest (EP) e areia, respectivamente, em relação ao substrato areia (SP) (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem de germinação, primeira contagem, plântulas anormais e tempo médio de germinação (TMG), sementes de algodão de seda, *Calotropis procera*, submetidas a diferentes temperaturas e substratos. Fonte: Silva et al. (2015).

Variável	Substrato	Temperaturas (°C)			Média
		25	25-30	30	
Germinação	SP ¹	85,50 Aa	39,50 Bb	100,00 Aa	75,00
	EP ²	98,50 Aa	87,50 Aa	97,00 Aa	94,33
	Areia	16,50 Bb	79,00 Aa	6,00 Bb	33,83
	Média	66,83	68,66	67,66	
Primeira contagem	SP	1,0 (0) Bb	5,3 (36) Aa	2,2 (5) ABb	2,8 (13)
	EP	1,0 (0) Bb	5,6 (31) Aa	3,9 (17) Aa	3,5 (16)
	Areia	3,8 (14) Ab	7,5 (56) Aa	1,5 (3) Bc	4,3 (24)
	Média	1,9 (5)	6,0 (41)	2,6 (8)	
Plântulas anormais	SP	2,9 (15)	3,3 (13)	1,0 (0)	2,4 (9) A
	EP	1,4 (2)	3,1 (9)	1,9 (3)	2,2 (5) A
	Areia	2,2 (5)	3,0 (10)	1,0 (0)	2,1(5) A
	Média	2,2 (7) ab	3,1(10) b	1,3 (1) a	
Tempo médio de germinação	SP	4,3 (18,0)	4,5 (20,7)	3,2 (10,3)	4,0 (16,3) A
	EP	3,9 (15,0)	4,3 (18,7)	3,6 (12,0)	3,9 (15,2) A
	Areia	4,2 (17,0)	4,8 (23,7)	3,2 (11,3)	4,1 (17,3) A
	Média	4,1 (16,6) ab	4,5 (21,1) b	3,3 (11,1) a	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, à 5% de significância. Dados de primeira contagem, plântulas anormais e TMG foram transformadas em $\sqrt{x+1}$. ¹SP – sobre papel, ²EP – entre papel.

Belfort et al. (2022) estudando a tolerância à secagem e longevidade em sementes de flor-de-seda (*Calotropis procera*), observaram que as sementes recém-colhidas apresentaram maior vigor e emergência total em confronto com as sementes não lavadas (Tabela 4), resultado que pode ser explicado como consequência da eliminação de inibidores químicos outrora presentes na superfície das mesmas {Carmona et al., (1994); Baskin; Baskin (1998); Ono et al., (2004); Belfort et al., (2021)}. As sementes recém-colhidas e as armazenadas apresentaram pesos similares e perderam, em 12 horas respectivamente 40,40 e 45,55% de seu peso original, com registro de maior perda quando armazenadas

em baixa temperatura, conforme é mostrado na (Tabela 5). Percebe-se ao mesmo tempo que enquanto as sementes recém-colhidas perdem 53% de água, as armazenadas perdem cerca de 94%.

Tabela 4. Médias correspondentes ao vigor (%) emergência total (%) de plântulas de flor-de-seda, submetidas ou não a lavagem. Fonte: Belfort et al. (2022).

Tratamento das sementes	Vigor (%)	Emergência (%)
Lavadas	15,62 a	87,50 a
Não Lavadas	10,15 b	68,75 b

Médias seguidas da amostra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Teor de umidade das sementes (%) recém-colhidas ou armazenadas em baixa temperatura, em função de níveis de secagem, emergência inicial e final (%) na flor-de-seda em resposta a tempos de secagem natural. Fonte: Belfort et al. (2022).

Tempo de secagem (h)	Teor de umidade (%)		Vigor (%)	Emergência total (%)
	Condição da semente			
	Recém-colhida	Armazenada		
0,00	48,15	53,33	18,31a	81,66 ab
12,00	22,22	5,88	9,99 b	88,33 a
24,00	22,22	3,30	11,65 b	85,00 a
36,00	22,20	3,22	4,99 c	75,00 ab
48,00	22,20	3,20	3,33 c	83,33 ab
60,00	22,22	3,19	0,00 c	54,93 b

Médias seguidas da amostra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey

O vigor cresceu abruptamente atingindo o índice de 88,84 % nos 30 dias, decrescendo na mesma magnitude nos 90. A emergência total cresceu com o tempo, estabilizando-se entre 30 e 180 dias, decrescendo de modo drástico aos 210 dias (Tabela 6). Mesmo no ambiente de laboratório conforme menciona Oliveira-Bento (2015), sem controle de temperatura e umidade relativa do ar não foi eficiente para a manutenção da viabilidade das sementes de flor de seda, as quais tiveram a sua germinação reduzida a partir dos 90 dias de armazenamento. Examinado o vigor, fica evidente tratar-se de uma espécie ainda não submetida ao melhoramento, expressando uma intensa variabilidade no decorrer do processo de emergência.

Tabela 6. Médias correspondentes ao vigor (%) e emergência (%) de plântulas de flor-de-seda de diferentes tempos de armazenamento das sementes. Fonte: Belfort et al. (2022).

Tempo de armazenamento das sementes (dias)	Vigor (%)	Emergência (%)
00,00	10,15 c	68,75 b
30,00	88,84 ^a	99,22 a
60,00	50,00 b	100,00 a
90,00	70,31ab	100,00 a
120,00	9,60 c	94,53 a
150,00	0,78 c	99,22 a
180,00	21,87 c	96,09 a
210,00	0,78 c	6,25 c
240,00	3,90 c	4,69 c

Médias seguidas da amostra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Área Foliar de flor-de-seda {Calotropis procera (Aiton) W. T. Aiton}

O conhecimento da área foliar é fundamental, pois é uma das características mais importantes na avaliação do crescimento vegetal, além de auxiliar na compreensão de relações de interferência entre plantas daninhas e cultivadas (Bianco et al., 2008).

Segundo Assis et al. (2015), o primeiro passo para se estudar o crescimento das plantas é conhecer características do crescimento e desenvolvimento da espécie. Neste sentido, a folha é de suma importância na planta, tendo em vista que a mesma assume funções muito importantes, tais como interceptar e absorver luz e realizar fotossíntese, trocas gasosas e transpiração (Taiz; Zeiger, 2017). Segundo Benincasa, (1988), a determinação da área foliar pode ser realizada por métodos diretos ou indiretos, destrutivos ou não-destrutivos. Os métodos diretos são aqueles que utilizam medições realizadas diretamente nas folhas.

Ferreira et al. (2015) avaliando a determinação da área foliar da flor-de-seda (*Calotropis procera*) no sertão paraibano encontraram uma variação de tamanho, onde o comprimento das folhas das plantas pequenas variou de 13,8 a 30 cm (média de 21,31 cm) e a largura de 7,5 a 17,7 (média de 12,66 cm), para as plantas consideradas de porte médio variou de 16,5 a 29,5 cm o comprimento (média de 24,23 cm) e a largura de 10 a 19 (média de 14,43 cm), e para as plantas consideradas de porte grande a variação para o comprimento das folhas foi de 19 a 32,3 cm (média de 28,19 cm) e a largura de 10,9 a 23 (média de 16,94 cm) (Tabela 7) e (Figura 7).

Tabela 7. Número de hastes, número de folhas, altura das plantas, peso das hastes, peso das folhas, peso dos frutos e peso total. Fonte: Ferreira (2015).

PLANTAS	Nº DE HASTES	Nº DE FOLHAS	ALTURA DA PLANTA (m)	PESO DAS HASTES (g)	PESO DAS FOLHAS (g)	PESO DOS FRUTOS (g)	PESO TOTAL (g)
PEQ 1	1	37	1,16	226,98	363,38	12,10	602,46
PEQ 2	1	50	1,22	312,38	666,19	11,30	989,87
MÉDIA 1	6	148	1,50	1.788	2.695	797	4.298,38
MÉDIA 2	4	107	1,46	1.029,9	1.695,1	989,3	2.764,4
GRANDE1	5	103	1,76	1.390,72	2.341,06	237,90	3.969,68
GRANDE2	5	156	1,72	2.147,5	3.504,2	1.088,5	5.655,7

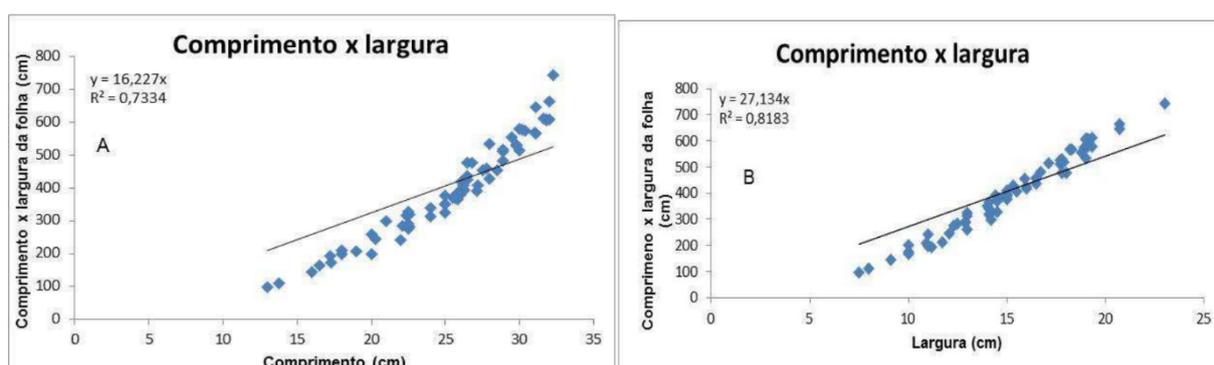


Figura 7. Comprimento x largura das folhas (A) e largura e comprimento x largura da folha (B) de flor-de-seda (*Calotropis procera*) de ocorrência natural no município de Pombal. Fonte: Ferreira (2015).

Moreira Filho (2007) avaliando a estimação da área foliar da flor-de-seda (*Calotropis procera*) encontraram valores médios de área foliar da folha adulta de flor de seda. Para o modelo $AF = L \times Ac$ houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação aos demais, apresentando a maior média de AF (167,9 cm^2). Comparado ao modelo referência papel milimetrado (AF média de 124,9 cm^2), este mostrou uma provável superestimação média na ordem de 34,49 p.100 (Tabela 8).

Tabela 8. Médias da área foliar (AF) da flor-de-seda cultivada no sertão paraibano. Fonte: Moreira Filho et al. (2007).

Modelos	Médias (cm)
Papel milimetrado	124,91 ^b
AF = C x L x 0,75	113,32 ^b
AF = L x Ac	167,98 ^a
Figuras geométricas	116,84 ^b
AF = L x Ab	97,07 ^b
AF = L x Ab/2	48,53 ^c

Médias seguidas pela mesma letra indicam a ausência de diferença significativa ($p > 0,05$).

O conhecimento da área foliar é fundamental, pois é uma das características mais importantes na avaliação do crescimento vegetal, além de auxiliar na compreensão de relações de interferência entre plantas daninhas e cultivadas (Bianco et al., 2008).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas BAE, Tayeb E, Sulleiman YR (1992). *Calotropis procera*: feed potential for arid zones. *Veterinary Record*, 131(6): 131-132.
- Almeida M, Almeida VC (2018). Morfologia da folha de plantas com sementes [Recurso Eletrônico], Piracicaba: ESALQ/USP, 111p.
- Benincasa MMP (1988). Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal: *Funep*, 41p.
- Baskin CC, Baskin JM (1998). Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 1998. 666p.
- Basu ANAG, Chaudhuri AK (1991). Preliminary studies on the antiinflammatory and analgesic activities of *Calotropis procera*. *Journal of Ethnopharmacology*, 31(1): 319-324.
- Barbosa MO, Silva SI, Oliveira AFM (2010). *Calotropis procera*: espécie com potencial para produção de biodiesel. Disponível em: <[http:// www.apcagronomica.org.br/seminario2010/POSTERES](http://www.apcagronomica.org.br/seminario2010/POSTERES)>. Acesso em: 08 ago. 2013.
- Barroso GM, Morin MP, Peixoto AL, Ichaso CLF (1999). Frutos e sementes – morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 443p.
- Belfort CC, Campelo PEB, Soares FS, Queiroz Neto AP, Nery EB, Oliveira KFB (2021). Tecnologia de sementes em emergência e variáveis biométricas da Flor de Seda (*Calotropis procera*). *Research, Society and Development*, 10(17): p.e255101724898. DOI: 10.33448/rsd-v10i17.24898.

- Bewley JD, Black M (1994). *Seeds: physiology of development and germination*. New York and London: Plenum Press, 445 p.
- Bianco S, Carvalho LB, Panosso AR, Bianco MS (2009). Caracterização da área foliar de *Merremia aegyptia*. *Planta Daninha*, 26(5): 807-813.
- Bianco S, Pitelli RA, Carvalho LB (2008). Crescimento e nutrição mineral de fedegoso. *Ci. Cult.*, 3(1): 35-41.
- Braga LF, Sousa MP, Gilberti S, Carvalho MAC (2007). Caracterização morfolométrica de sementes de castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess – *Lecythidaceae*). *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 5(1): 111-116.
- Brown JH, Stevens GC, Kaufman M (1996). The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27(2): 597-623.
- Cardoso DBOS, Queiroz LP (2007). Diversidade de Fabaceae nas Caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do nordeste do Brasil. *Rodriguésia*, 58(2): 379-391.
- Câmara GMS (2006). Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. *Visão Agrícola*, 3(5): 63-66.
- Carmona R, Rezende LP, Parente TV (1994). Extração química de sementes de gabiroba (*Campomanesia adamantium* Camb.). *Revista Brasileira de Sementes*, 16(1): 31-33.
- Corrêa P (1939). *Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Imprensa Oficial, v.4.
- Daehler CC (2003). Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: Implications for Conservation and Restoration. *Annual Reviews* 34: 183-211.
- Fenner, M (1993). *Seed ecology*. London: Chapman & Hall.
- Ferreira MB & Gomes V (1976). *Calotropis procera* (Ait) R. Br. uma invasora a ser estudada e controlada no Estado de Minas Gerais. *Oreades*. 5 (1): 68-75.
- Fowler JAP, Martins EG (2001). Coleta de sementes. In: MANEJO de sementes de espécies florestais, Colombo: EMBRAPA Florestas, p.9-13. (Documentos, 58).
- Francis JK. *Wildland shrubs of the United States and its territories: Thamnic Descriptions*. International Institute of Tropical Florest. U.S. Department of Agriculture. Florest service. Disponível em: [www.fs.fed.us/global/iitf/wildland shrubs.htm](http://www.fs.fed.us/global/iitf/wildland_shrubs.htm).
- Groth D, Liberal OHT (1988). *Catálogo de identificação de sementes*. Campinas: Fundação Cargil, 182p. 1988.
- Khaimar AK (2012). *Calatropis procera*: an ethnopharmacological update. *Advance Research in Pharmaceuticals Biologicals*, 2(2): 142-156.
- Kissmann KG, Groth D et al. (1999). *Plantas infestantes e nocivas*. 2.ed. São Bernardo do Campo: Basf., 2(2): 152-156, 278-284.

- Krebs CJ (1985). Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row, Publishers. 816 p.
- Ibge (1998). Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 58, p. 3-54.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo Demográfico 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
- Instituto Hórus De Desenvolvimento e Conservação Ambiental/The Nature Conservancy. Disponível em <<http://www.institutohorus.org.br>>. Acesso em: 06 mar. 2012.
- Ismael JCB (2009). Caracterização física de frutos e sementes, morfologia da plântula e secagem de sementes de cumaru [*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd]. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural da Amazônia – PA, 2009.
- Little EL, Woodbury RO, Wadsworth FH (1985). Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands, v. 2. Agric. Handb, 449. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.1024p.
- Lev-Yadun S (1999). Articulated cork in *Calotropis procera* (asclepiadaceae). Aliso, v.18, p. 161-163.
- Lindley, J. 1985. Flora medica. Ajay Book Services, New Delhi.
- Lieth H (1974). Introduction to phenology and modeling of seasonality. In Phenology and seasonality modeling (H. Lieth, ed.). Springer Verlag, Berlin, p.3-19.
- Linhares PCF, Maracajá PB, Pereira MFS, Assis JP, Sousa RP (2014). Roostertree (*Calotropis procera*) under different amounts and periods of incorporation on yield of coriander. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 9(3): 08-13.
- Linhares PCF, Sousa AJP, Pereira MFS, Alves RF, Maracajá PB (2012a). Proporções de jitrana (*Merremia aegyptia* L.) com flor-de-seda (*Calotropis procera*) no rendimento de coentro. Agropecuária Científica no Semi-Arido, 8(4):44-48.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Bezerra Neto F, Silva ML, Moreira JC, Sousa AJP (2012b). Cultivares de coentro fertilizado com palhada de espécies espontâneas da caatinga (jitrana com flor-de-seda). Horticultura Brasileira 30: S5147-S5154.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Bezerra AKH, Sousa AJP, Rocha ICA, Moreira JC (2012c). Utilização de espécies espontâneas da caatinga como fonte de adubo orgânico no cultivo de coentro em sucessão a beterraba. Horticultura Brasileira 30: S4950-S4957.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Bezerra AKH, Sousa AJP, Moreira JC, Alves RF, Almeida AES (2012d). Viabilidade agrônômica do coentro consorciado com rúcula sob o efeito residual da palhada de flor-de-seda. Horticultura Brasileira 30: S5195.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Paiva ACC, Moreira JC, Bezerra AKH, Almeida DHNJ (2012e). Misturas de espécies espontâneas da caatinga (jitrana com flor-de-seda) no desempenho agrônômico da alface. Horticultura Brasileira 30: S5210-S5217.

- Linhares PCF; Pereira MFS; Moreira JC; Almeida AES; Bezerra AKH; Paz AES (2012c). Palhada de flor-de-seda como efeito residual no rendimento de rúcula consorciada com coentro. *Horticultura Brasileira* 30: S5056-S5064.
- Linhares PCF (2013a) Adubação verde como condicionadora do solo. *Revista Campo e negócios*, 11(127): 22-23.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Maracajá PB, Sousa JS, Sousa LCFS (2011). Cultivo do coentro em sucessão a cultura da alface. *Revista Verde*, 6(2): 201-207.
- Linhares PCF, Maracajá PB, Bezerra AKH, Pereira MFS, Paz AES (2011). Rendimento de cultivares de rúcula adubado com diferentes doses de *Merremia aegyptia* L. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 6:7-12.
- Linhares PCF, Fernandes ITD, Silva ML, Pereira MFS, Santos AP (2010). Decomposição do mata-pasto em cobertura no desempenho agrônômico do coentro. *Revista Verde*, 5(1): 168-171.
- Linhares PCF (2009a). Vegetação espontânea com adubo verde no desempenho agroeconômico de hortaliças folhosas. Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Tese), Mossoró, RN. 109p.
- Linhares PCF, Silva ML, Borgonha W, Maracajá PB, Madalena JAS (2009b). Velocidade de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico da rúcula cv. Cultivada. *Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 4(2): 46-50.
- Linhares PCF, Silva ML, Borgonha W, Maracajá PB, Madalena JAS (2009c). Velocidade de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico da rúcula cv. Cultivada. *Revista Verde*, 4(2): 46-50.
- Linhares PCF, Maracajá PB, Duarte J, Ianaskára R (2014). Períodos de incorporação da jitrana mais palha de carnaúba na produtividade de cenoura. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 10(3): 100-104.
- Linhares PCF (2013) Adubação verde como condicionadora do solo. *Revista Campo e negócios*, 11(127): 22-23.
- Linhares PCF, Sousa AJP, Pereira MFS, Alves RF, Maracajá PB (2012). Proporções de jitrana (*Merremia aegyptia* L.) com flor-de-seda (*Calotropis procera*) no rendimento de coentro. *Agropecuária científica no Semi-árido*, 8(4): 44-48.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Maracajá PB, Sousa JS, Sousa LCFS (2011a). Cultivo do coentro em sucessão a cultura da alface. *Revista Verde*, 6(2): 201-207.
- Linhares PCF, Silva ML, Pereira MFS, Bezerra AKH, Paiva ACC (2011b). Quantidades e tempos de decomposição da flor-de-seda no desempenho do rabanete. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(1): 168-173.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Oliveira BS, Henriques GPSA, Maracajá PB (2010). Produtividade de rabanete em sistema orgânico de produção. *Revista verde*, 5(5): 94-101.

- Linhares PCF (2009a). Vegetação espontânea com adubo verde no desempenho agroecômico de hortaliças folhosas. Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Tese), Mossoró, RN. 109p.
- Linhares PCF, Silva ML, Borgonha W, Maracajá PB, Madalena JAS (2009b). Velocidade de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônomo da rúcula cv. Cultivada. *Revista verde*, 4(2): 46-50.
- Little EL Jr, Woodbury RO, Wadsworth FH (1974). Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands, v. 2. Agric. Handb, 449. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC. p. 1024.
- Lusk CH, Kelly CK (2003). Interspecific variation in seed size and safe sites in a temperate rain forest. *New Phytologist*, Oxon, 158: 535 - 541.
- Mayr E (1977). Populações espécies e evolução. Editora da Universidade de São Paulo, Série 3, *Ciências Puras*, V. 5, São Paulo, 486 p.
- Marcos Filho J (2005). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ.
- Mehanna M, Penha J (2011). Fatores abióticos que afetam a distribuição do gênero *Astyanax* Baird e Grard, 1854 em riachos de cabeceiras de chapada dos guimarães, bacia do rio Cuiabá, Mato Grosso. *Bioscience Journal*, 27(1): 125-137.
- Moreira Filho EC, Silva DS, Pereira WE, Cabral JR CR, Andrade MVM, Silva GE, Viana BL (2007). Estimativa da área foliar da flor de seda (*Calotropis procera*). *Archivos de Zootecnia*, 56(214): 245-248.
- Oliveira EC, Pereira TS (1984). Morfologia dos frutos alados em Leguminosae-Caesalpinioideae-*Martiodendron* Gleason, *Peltophorum* (Vogel) Walpers, *Sclerolobium* Vogel, *Tachigalia* aublet e *Schizolobium* Vogel. *Rodriguesia*, 36(60): 35-42.
- Oliveira-Bento SRS, Torres SB, Oliveira FN, Paiva EP, Bento DAV (2013). Biometria de frutos e sementes e germinação de *Calotropis procera* AITON (Apocynaceae). *Biosc. J.*, 29(5): 1194-1205.
- Oliveira-Bento SRS (2012). Biometria de frutos e sementes, germinação e armazenamento de sementes de flor-de-seda [*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton]. Mossoró, 2012. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido, 144f: il.
- Ono EO, Grana Júnior JF, Rodrigues JD (2004). Reguladores vegetais na quebra da dominância apical de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(2): 348-350.
- Rangel ES, Nascimento MT (2011). Ocorrência de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Apocynaceae) como espécie invasora de restinga. *Acta Botânica Brasílica*, 25(3): 657-663.
- Roberts EH (1973). Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, 1(4): 499-514.
- Roy S, Seghal R, Padhy BM, Kumar V L (2005). Antioxidant and protective effect of latex of *Calotropis procera* against alloxan-induced diabetes in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 102(3): 470-473.

- Santos FS, Paula RC, Sabonaro DZ, Valadares J (2009). Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. *Scientia Forestalis*, 37(82): 162-173.
- Silva VM, Lira MA, Pereira VLA, Araújo EC, Sampaio MJN (2000). Valor nutritivo e consumo voluntário de algodão de seda (*Calotropis procera*), forrageira nativa da região semi-árida de Pernambuco. *Pasturas Tropicales*, 23(2): 1-8.
- Silva JR, Medeiros MAA, Nascimento IJB, Ribeiro MCC, Nunes GHS (2009). Temperatura e substratos na germinação de sementes de flor-de-seda. *Revista Caatinga, Mossoró*, 22(1): 175-179.
- Taiz L, Zeiger E (2017). *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: *Artmed*. 888p.
- Tanira MOM, Bashir AK, Dib R, Goodwin CS, Wasfi IA, Banna NR (1994). Antimicrobial and phytochemical screening of medicinal plants of the United Arab Emirates. *Journal of Ethnopharmacology*, 41(1): 201-205.
- Turnbull JW. Seed extraction and cleaning. In: *Fao/Danida training course on forest seed collection and handling*, 1975, Chiang. *Proceedings...* Rome: *FAO*, 135- 151.

Aplicação da flor-de-seda { *Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton } como adubo verde em hortaliças folhosas (coentro, rúcula e alface)

 10.46420/9786581460389cap2

Paulo César Ferreira Linhares^{2*} 

Patricio Borges Maracajá² 

Roberto Pequeno de Sousa¹ 

Janilson Pinheiro de Assis¹ 

Lunara de Sousa Alves³ 

Neurivan Vicente da Silva⁴ 

Aline Carla de Medeiros⁵ 

Geovanna Alícia Dantas Gomes⁷ 

INTRODUÇÃO

A adubação verde constitui em uma prática agrícola que vem se desenvolvendo há mais de 2.000 anos pelos chineses, gregos e romanos (Tivelli; Purqueiro e Kano, 2010). Dentre as vantagens do uso da adubação verde, podemos destacar que essa prática auxilia na ciclagem de nutrientes, trazendo para a superfície do solo nutrientes que estão em maior profundidade (Tivelli; Purqueiro e Kano, 2010). As leguminosas são as espécies mais utilizadas para esta finalidade, em função da sua produção de fitomassa e concentração de nitrogênio (Linhares, 2013).

Segundo Wutkle et al. (2007) as leguminosas são consideradas plantas mais “tenras” porque a relação carbono/nitrogênio (C/N) em sua massa vegetal está ao redor de 20/1, em pleno florescimento e início de formação de vagens, que é o estágio apropriado para o corte. Essa relação carbono nitrogênio é de suma importância para que no processo de degradação, a mineralização predomine em relação à imobilização do nitrogênio, que é o principal elemento a ser adicionado ao solo (Linhares, 2013).

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Grupo de Pesquisa Jitirana, Mossoró, RN, Brasil.

² Diretor da Editora Universitária da UFCG-PB, Brasil, atuando como professor e pesquisador na área de Agroecologia.

³ Doutoranda em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba-UFPB, Brasil.

⁴ Mestre em Sistemas Agroindustrial, membro do grupo de pesquisa Jitirana, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.

⁵ Professora colaboradora do Mestrado em Sistemas Agroindustriais da UFCG, campus Pombal-PB e desenvolve pesquisas nas áreas de Agroecologia e Apicultura.

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

Uma maior eficiência dos adubos verdes é potencializada através da escolha de espécies vegetais adequadas para as condições edafoclimáticas da região, associada ao planejamento de seu uso (Espindola et al., 2004).

A utilização de plantas não leguminosas visando adubação verde com relação carbono nitrogênio estreita (20 a 30/1) é importante pelo fato de amenizar perdas de N pela imobilização temporária deste nutriente na biomassa microbiana (Andreola et al., 2000).

As espécies vegetais espontâneas, nas áreas de produção agrícola, têm sido denominadas como plantas invasoras que contribuem na diminuição da produtividade das lavouras, tendo em vista que essas competem por nutrientes, água e luz. No entanto, as espécies espontâneas podem promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies introduzidas ou cultivadas para adubação verde (Favero et al., 2000). Nesse contexto, a flor-de-seda (*Calotropis procera*) espécie adaptada ao semiárido com capacidade de oferta de fitomassa durante todo ano. É um arbusto sempre verde e abundante na região de Mossoró, RN, durante todo ano.

Corte do material vegetal, fragmentação, secagem e incorporação ao solo.

É de suma importância que o produtor por ocasião do corte da flor-de-seda, tenha o cuidado de não ceifar a parte lignificada da planta, que consiste na parte esbranquiçada.

No corte da flor-de-seda tem que levar em consideração a parte vegetativa que vai ser utilizada como adubo verde, tendo o cuidado para se fazer o corte do ápice até a inserção verde da planta, o que corresponde a uma relação folha/caule de 50%) (Figura 1A e 1B). É de suma importância esse procedimento para que o material vegetal que vai ser utilizado como adubo verde, atenda às necessidades dos microrganismos decompositores sem precisar recorrer ao N do solo, o resíduo deve ter pelo menos 15 a 17 g kg⁻¹ de nitrogênio, o que corresponde a uma relação carbono nitrogênio (C/N) de 20 a 30/1 (Silgram e Shepherd 1999). A condição de equilíbrio, na qual a mineralização é aproximadamente igual à imobilização, ocorre quando a relação C/N do substrato está na faixa de 20 a 30.

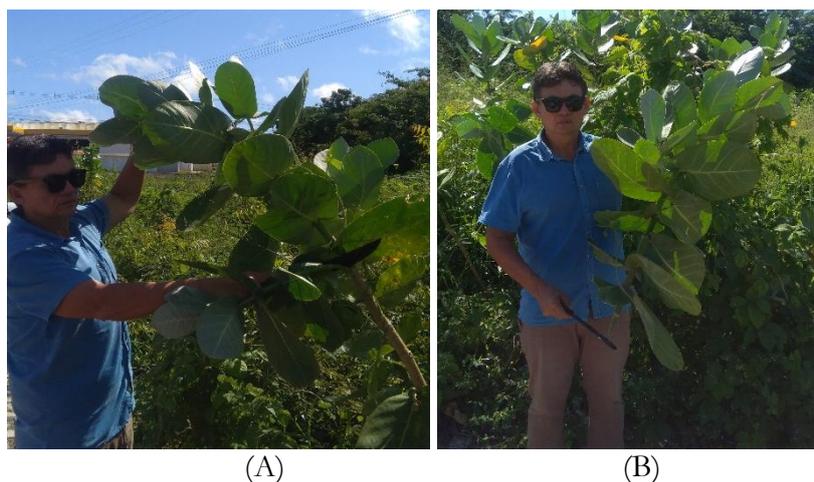


Figura 1. Flor-de-seda (*Calotropis procera*) em pleno extrato herbáceo da caatinga na região de Mossoró, RN. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.

A colheita foi realizada de forma manual (utilizando facão e roçadeira) (Figura 2A). As plantas colhidas manualmente foram trituradas em máquina forrageira convencional, sendo fragmentadas, obtendo-se segmentos entre 2,0 e 3,0 cm (Figura 2B).



Figura 2. Flor-de-seda (*Calotropis procera*) em pleno extrato herbáceo da caatinga (A) e triturada em forrageira (B) no departamento de ciências animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.

Após a colheita e fragmentação, o material foi levado para área de secagem ao sol por um período de quatro dias (96 horas), em piso de cimento apropriado para a secagem de material verde. A altura do material verde por ocasião da secagem foi de 5,0 cm de altura, contribuindo para perda de água e facilitando o processo de secagem. A incorporação foi feita na camada de 0 a 20 cm do solo para as hortaliças.

Logo após a secagem o material foi acondicionado em sacos de ráfia permanecendo com umidade

média entre 10 a 15%, armazenada nas instalações da UFERSA, em ambiente seco e adequado para a conservação do material. Em seguida, o material foi seco em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C, sendo moído em moinho do tipo Wiley e acondicionadas em recipientes com 100 g, posteriormente foram enviadas ao laboratório de fertilidade do solo e nutrição de plantas do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), para as análises de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺) e relação carbono/nitrogênio. Em termos médios, a concentração de macronutrientes da jitrana é de: 460 g kg⁻¹ C; 17,5 g kg⁻¹ N; 13,5 g kg⁻¹ P; 16,5 g kg⁻¹ K; 10,2 g kg⁻¹ Ca; 9,8 g kg⁻¹ Mg e relação/carbono nitrogênio (26/1).

ADUBAÇÃO ORGÂNICA COM FLOR-DE-SEDA {*CALOTROPIS PROCERA* (AITON) W. T. AITON}

Cultura do coentro

O coentro, *Coriandrum sativum*, pertencente à família Apiaceae, é bastante utilizado como planta condimentar, alimentícia e farmacêutica, expectorante e analgésico (Masaada et al., 2007). Segundo Nascimento et al. (2014) a espécie é originária dos continentes europeu e africano. Conhecida como planta aromática, medicinal e condimentar, é uma boa fonte de cálcio, ferro, vitamina C e provitamina A. Produz folhas e frutas aromáticas, sendo um condimento muito utilizado na gastronomia, principalmente nas regiões do nordeste brasileiro, onde os caules frescos são consumidos.

Esta espécie é bastante cultivada na região Nordeste do Brasil. Na região de Mossoró, RN, é uma das hortaliças mais produzida e comercializada, dada a sua aceitação na culinária local, além do uso nas indústrias de condimentos.

Na região supracitada, as cultivares mais cultivadas são: Verdão, Super-verdão e Tabocas (Figura 3A e 3B). Sua importância nutricional é devido à presença de vitaminas A, B1, B2 e C, boa fonte de cálcio e ferro (Filgueira, 2013).



Figura 3. Área com plantio de coentro (A e B) com a cultivar Verdão adubado com flor-de-seda *{Calotropis procera (Aiton) W. T. Aiton}* na Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, Mossoró, RN no ano de 2012. Foto: Engenheira Agrônoma Jéssyca Duarte de Oliveira.

Souza et al. (2017) avaliando adubação verde com *Calotropis procera* na produção de coentro em duas épocas de cultivo, encontraram produção de massa verde de coentro de $4,16 \text{ t ha}^{-1}$ na safra de primavera, associada à quantidade de $12,2 \text{ t ha}^{-1}$ de *C. procera* adubada 10 dias antes da semeadura (Figura 4A). No outono-inverno, foi observada produtividade máxima ($4,92 \text{ t ha}^{-1}$) na quantidade de $8,8 \text{ t ha}^{-1}$ de *C. procera* com tempo de incorporação de 20 dias (Figura 4B). O tempo estimado de incorporação em 13 dias, juntamente com a dose de $12,2 \text{ t ha}^{-1}$ de *C. procera*, proporcionou a maior produtividade de massa verde de coentro na primavera ($4,10 \text{ t ha}^{-1}$) (Figura 4C). Na segunda safra (outono-inverno), associação do tempo otimizado de 23 dias com a dose de $8,8 \text{ t ha}^{-1}$ de adubo verde (Figura 4D).

Oliveira et al. (2002) avaliando o efeito da aplicação do esterco bovino, na presença e ausência de adubo mineral, sobre o rendimento de coentro, verificaram que apresentou aumento máximo no número de molhos, tanto na presença como na ausência de adubação mineral, sendo as doses ideal de 3,8 e 3,9 kg/m^2 de esterco bovino, inferiores à dose mais elevada de $8,0 \text{ kg/m}^2$.

Linhares et al. (2010) estudando a adubação verde em diferentes proporções de jitrana com mata-pasto incorporado ao solo na produtividade de coentro, observaram que adição da mistura de jitrana com mata-pasto contribuiu para o incremento nas características avaliadas. Esses resultados podem ser explicados pelo fato da mistura da jitrana com mata-pasto apresentar teores de macronutrientes, em especial o nitrogênio (20 g kg^{-1}) que satisfaz as exigências nutricionais do coentro. O nitrogênio é de suma importância no crescimento de hortaliças folhosas (Echer et al., 2012).

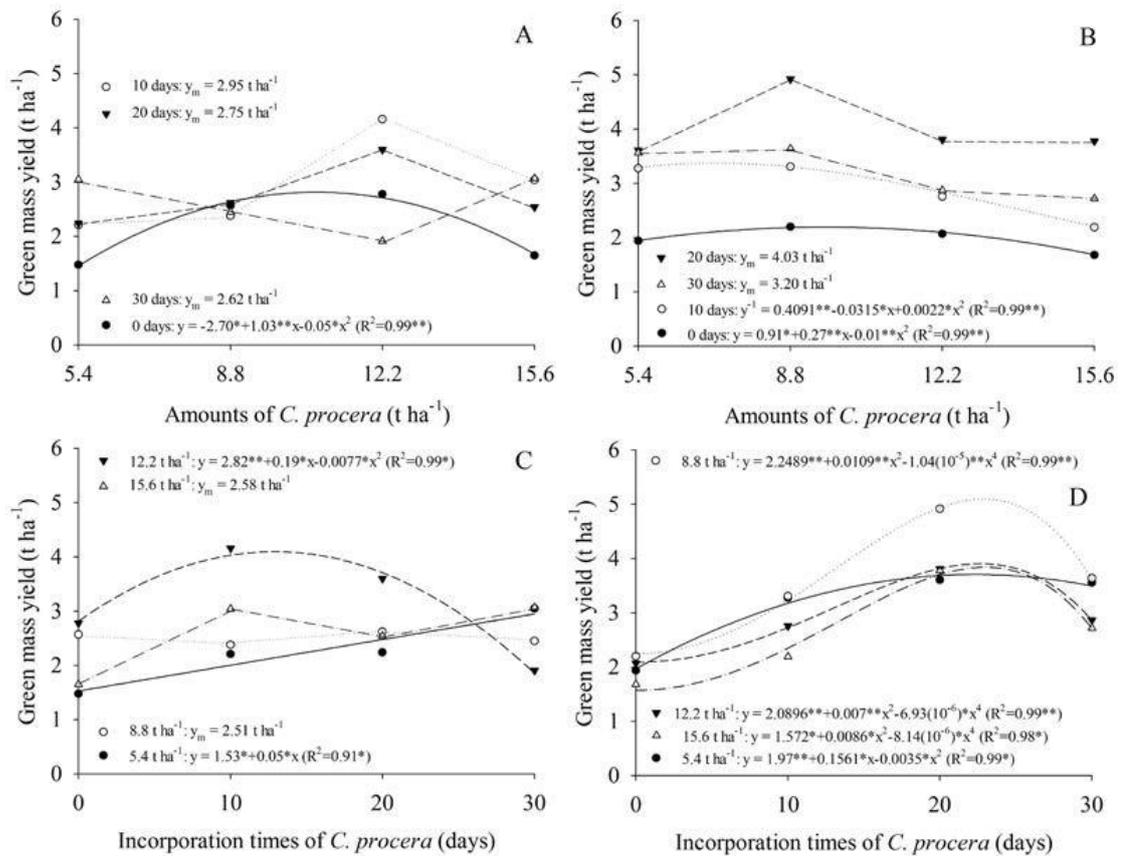


Figura 4. A produção de massa verde de coentro em função da interação das quantidades de biomassa de *Calotropis procera* e as épocas de incorporação ao solo do adubo verde (A. primavera, B. outono-inverno) e o inverso (C. primavera, D. outono-inverno) em cada estação de cultivo. Fonte: Souza et al. (2017).

Linhares et al. (2014) desdobrando a interação das quantidades dentro dos períodos de incorporação de flor-de-seda incorporado ao solo, observaram uma curva ascendente na produtividade do coentro nos diferentes períodos de incorporação ao solo. Entre a maior (15,6 t ha⁻¹) e a menor (5,4 t ha⁻¹) quantidade de flor-de-seda incorporada ao solo, houve um aumento de 1194; 1485; 1620 e 2754 kg ha⁻¹ por períodos de incorporação: 0; 10; 20 e 30 dias, respectivamente (Figura 5). A produção de coentros aumentou com o aumento das quantidades de flor-de-seda, com valores médios de 2.464; 2930; 3160 e 4404 kg ha⁻¹, correspondentes aos períodos de incorporação de 0, 10, 20 e 30 dias, respectivamente (Figura 5).

Tavella et al. (2010) estudaram o cultivo orgânico de coentro com preparo do solo e utilizando cobertura morta viva, adubada com composto, encontraram produtividade de 3454 kg ha⁻¹ no plantio com cobertura morta, que se assemelha sendo semelhante a referida pesquisa.

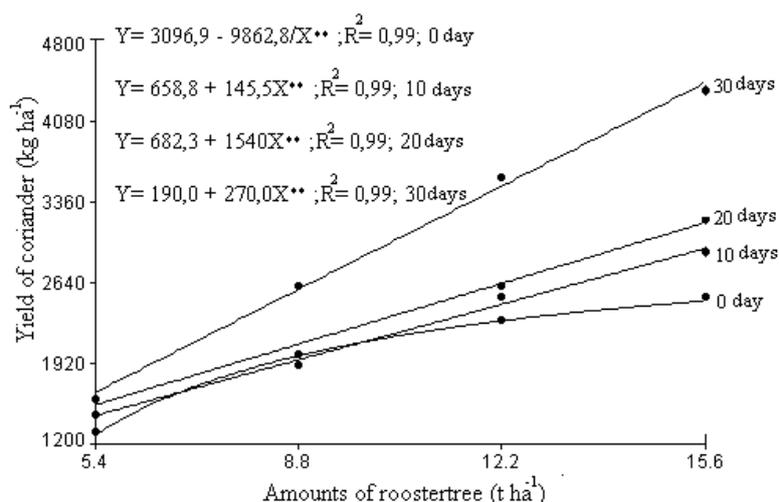


Figura 5. Rendimento do coentro em diferentes quantidades e períodos de incorporação de flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} incorporada ao solo. Fonte: Linhares et al. (2014).

Andrade Filho (2012) estudando o bicultivo de folhosas consorciadas com beterraba em função de adubação com flor-de-seda e densidades populacionais encontraram houve um aumento na altura de plantas com as quantidades crescentes de flor-de-seda até o valor máximo de 12,96 cm, obtido na quantidade de 31,5 t ha⁻¹, decrescendo, em seguida, até a maior quantidade de flor-de-seda adicionada ao solo. Não se ajustou nenhuma função resposta para a altura de plantas dentro das demais densidades populacionais (Figura 6A).

Observou-se um aumento com as quantidades crescentes de flor-de-seda até o valor máximo de 6 hastes por planta nas densidades de 30C-50B-30R e 40C-50B-40R, referentes às quantidades de 29,09 e 45 t ha⁻¹ de flor-de-seda incorporadas ao solo, respectivamente, decrescendo o número de hastes até a última quantidade incorporada ao solo. Não houve ajuste de equação resposta dentro das outras densidades populacionais (Figura 6B).

No rendimento de massa verde, registrou-se um aumento na densidade de 40C-50B-40R, com as quantidades crescentes de flor-de-seda incorporada, até o valor máximo 1,57 t ha⁻¹ na quantidade de 18,60 t ha⁻¹. Não se ajustou nenhuma função resposta dentro das demais densidades (Figura 6C). Na massa seca da parte aérea, aumentos foram registrados nas densidades de 20C-50B-20R e 40C-50B-40R, até os valores máximos de 0,26 e 0,47 t ha⁻¹ obtidos nas quantidades de 15,39 e 25,37 t ha⁻¹, respectivamente, diminuindo em seguida até a maior quantidade de flor-de-seda incorporada ao solo (Figura 6D).

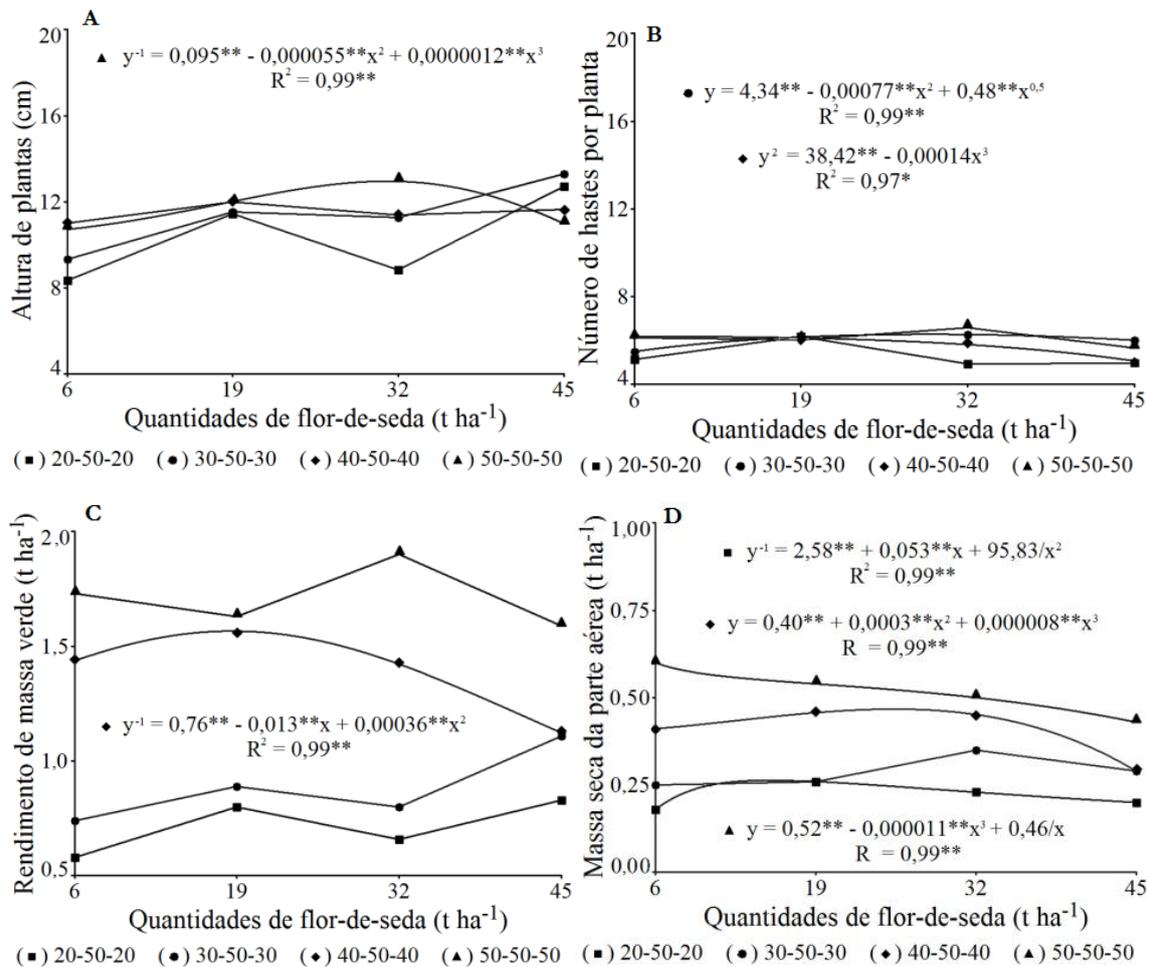


Figura 6. Altura de plantas (A), número de hastes por plantas (B), rendimento de massa verde (C) e massa seca da parte aérea (D) de coentro em função de quantidades de flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} adicionada ao solo e diferentes combinações de densidades populacionais. Fonte: Andrade Filho (2012).

Linhares et al. (2012a) estudando proporções de jiterana (*Merremia aegyptia* L.) com flor-de-seda (*Calotropis procera*) no rendimento de coentro, encontraram os melhores incrementos para as características altura de planta (14,9 cm/planta), número de hastes (13 unidades/planta) e rendimento de 3450 kg/ha na proporção de 60% de jiterana com 40% de flor-de-seda (Tabela 1 e 2). Essa superioridade do tratamento quatro em relação aos demais tratamentos se deve possivelmente ao fato da jiterana possuir teores de nitrogênio superiores à flor-de-seda, com valores médios de 25,6 e 22,0 g kg⁻¹ na matéria seca respectivamente.

Valores inferiores foram encontrados por Linhares (2009), estudando diferentes quantidades e tipos de adubos verdes, encontrou valores máximos de produtividade na quantidade de 15,6 t ha⁻¹ de 2810; 2570 e 2230 kg ha⁻¹ para jiterana, flor-de-seda e mata-pasto respectivamente. Assim como, Tavella et al. (2010), estudando o cultivo orgânico de coentro em plantio direto, utilizando cobertura viva e morta, adubado com composto, encontrou produtividade de 3454 kg ha⁻¹, no sistema de plantio com plantas

espontâneas, resultado superior ao deste trabalho. Assim como, com resteva morta, o mesmo autor obteve produtividade de 8000 kg ha⁻¹ um pouco superior ao encontrado neste trabalho. A dose elevada de composto (30Mg ha⁻¹) associado à presença de resteva morta (espécies espontâneas), contribuiu para uma produtividade superior a do referido trabalho.

Nunes et al. (2007), avaliando os efeitos de fontes, doses e intervalos de aplicação de compostos orgânicos na produtividade de repolho e coentro em sistema de produção, observaram número de hastes por planta de 13,28, superior ao referido trabalho. Essa superioridade em relação à altura e número de hastes se deve provavelmente a quantidade de composto orgânico (40 Mg ha⁻¹) associado à concentração de elementos responsáveis pelo crescimento (nitrogênio e potássio).

Tabela 1. Altura e número de hastes por planta de coentro em função de diferentes proporções de jitrana com flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Linhares et al. (2012a).

Tratamentos	Altura de planta	Número de hastes planta ⁻¹
T1- 15% jit + 85% seda	10,1d	11,0a
T2- 30% jit + 70 seda	11,0d	12,0a
T3- 45% jit + 55 seda	12,9bc	12,0a
T4- 60% jit + 40 seda	14,9 ^a	13,0a
T5- 70% jit + 30 seda	14,6ab	12,0a
T6- 85% jit + 15 seda	13,3abc	12,0a
T7- 100% jitrana	11,4cd	12,0a
T8- 100% flor-de-seda	9,9d	12,0a

† Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ao nível de 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Rendimento de coentro em kg m² de canteiro, t ha⁻¹ e molhos de 100g em função de diferentes proporções de jitrana com flor-de-seda incorporada ao solo. Linhares et al. (2012a).

Tratamentos	g m ² de canteiro	kg ha ⁻¹	Número de molhos de coentro (100g)
T1- 15% jit + 85% seda	162,3e	1623e	16233e
T2- 30% jit + 70 seda	201,0d	2010d	20100d
T3- 45% jit + 55 seda	287,0b	2876b	28766b
T4- 60% jit + 40 seda	345,0a	3450a	34500a
T5- 70% jit + 30 seda	258,7bc	2586bc	25866bc
T6- 85% jit + 15 seda	250,0c	2500c	25000c
T7- 100% jitrana	329,3a	3293a	32933a
T8- 100% flor-de-seda	241,7c	2416c	24166c

† Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ao nível de 5% probabilidade pelo teste de Tukey

Bezerra et al. (2012) avaliando *Coriandrum sativum* consorciado com *Daucus carota* fertilizado com hortências, encontraram rendimento máximo de 4,1 t/ha e 68333 unidades/ha na quantidade de 16,5 t/ha de flor-de-seda incorporada ao solo (Figuras 7A e 7B). Esses valores ficaram aquém do encontrado por Linhares et al. (2011), avaliando diferentes quantidades e períodos de incorporação da jitrana, encontraram produtividade de 7064 e 725,2 kg ha⁻¹, equivalente a 117733 molhos de coentro na

quantidade de 15,6 t ha⁻¹ incorporado aos trinta dias antes da semeadura, sendo superiores ao referido trabalho. Essa superioridade pode estar relacionada ao período de semeadura após a incorporação da flor-de-seda (30 dias). Haja vista, a flor-de-seda atender as exigências como planta para ser utilizada como adubo verde, com concentração de nitrogênio de 20 g kg⁻¹ na matéria seca e relação carbono nitrogênio de 25/1 (Linhares et al., 2011).

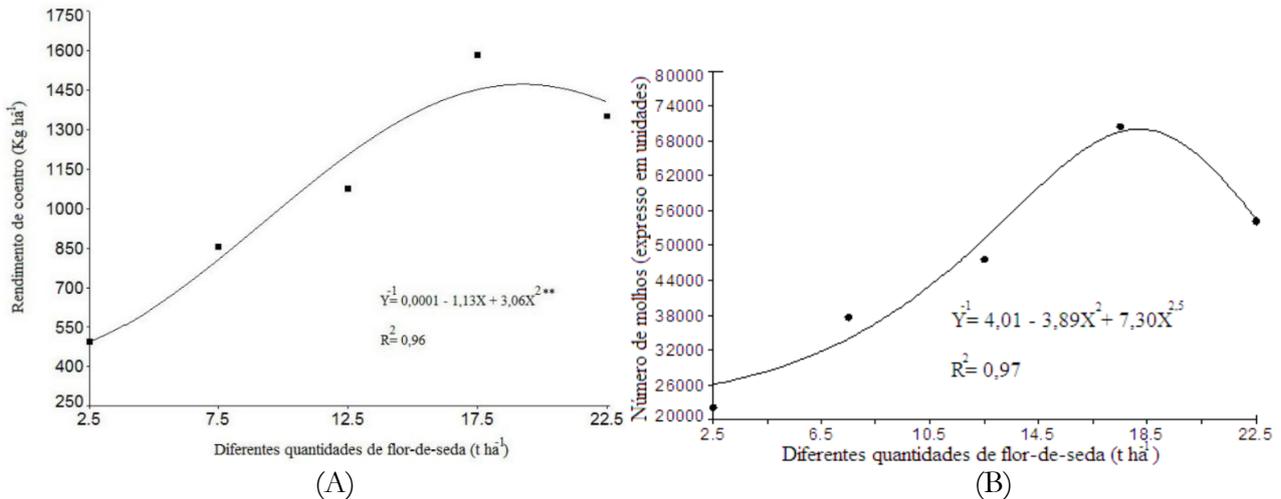


Figura 7. Rendimento (A) e número de molhos (B) de coentro sob diferentes quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Bezerra et al. (2012).

Linhares et al. (2012b) avaliando cultivares de coentro fertilizado com palhada de espécies espontâneas da caatinga (jitirana com flor-de-seda) observaram interação entre as quantidades de palhada de espécies espontâneas da caatinga dentro das cultivares, observou-se que a máxima quantidade (24,0 t ha⁻¹), foi o que promoveu o maior rendimento para as cultivares verdão, Super Verdão e Tabocas, com valores médios máximos de 3341; 3283 e 2830 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 8A). Como o número de molhos de coentro originou-se a partir da produtividade, comportamento semelhante a da produtividade foi observado no desdobramento das quantidades dentro das cultivares de coentro, com valores máximos de 8,4; 7,5 e 7,2 para Verdão, Tabocas e Super-Verdão respectivamente na quantidade de 24,0 t ha⁻¹ (Figura 8B).

O uso de palhada de espécies da caatinga constitui-se em atividade agroecológica, tendo em vista que essas espécies estão presentes no extrato herbáceo do semiárido, sendo ricas em nitrogênio, elemento de suma importância na produção de hortaliças.

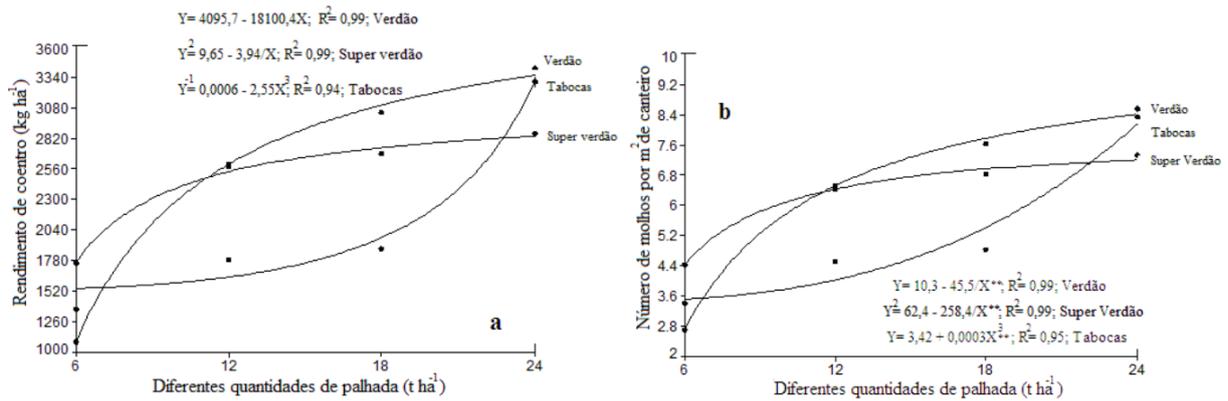


Figura 8. Rendimento (A) e número de molhos (B) de coentro sob diferentes quantidades de palhada de espécies espontâneas da caatinga. Fonte: Linhares et al. (2012b).

Linhares et al. (2012c) avaliando a utilização de espécies espontâneas da caatinga como fonte de adubo orgânico no cultivo de coentro em sucessão a beterraba, observaram interação entre os fatores estudados com produtividade de coentro da ordem de 3594; 3918 e 2771 kg ha⁻¹ para jitirana, mata-pasto e flor-de-seda respectivamente (Figura 9A), nas doses de 21,0; 21,0 e 19,0 t ha⁻¹ respectivamente. Por outro lado, desdobrando-se os tipos de adubos verdes dentro de cada dose, observaram-se incremento na produtividade para jitirana, mata-pasto e flor-de-seda até os valores máximos de: 3709; 4040 e 2328, respectivamente, sendo a adubação com flor-de-seda, obtendo a menor produtividade, correspondendo às doses de adubos verdes de 21,0; 21,0 e 15,6 t ha⁻¹ nas referidas doses de adubos verdes estudadas (Tabela 3).

Já em relação à massa da matéria seca, não houve ajustamento de curva, sendo o efeito residual da dose de 21,0 t ha⁻¹, correspondendo a 257 kg ha⁻¹ de massa da matéria seca de coentro (Figura 9B). Já em relação aos tipos de adubos verdes, a jitirana foi superior estatisticamente aos demais adubos (Tabela 4).

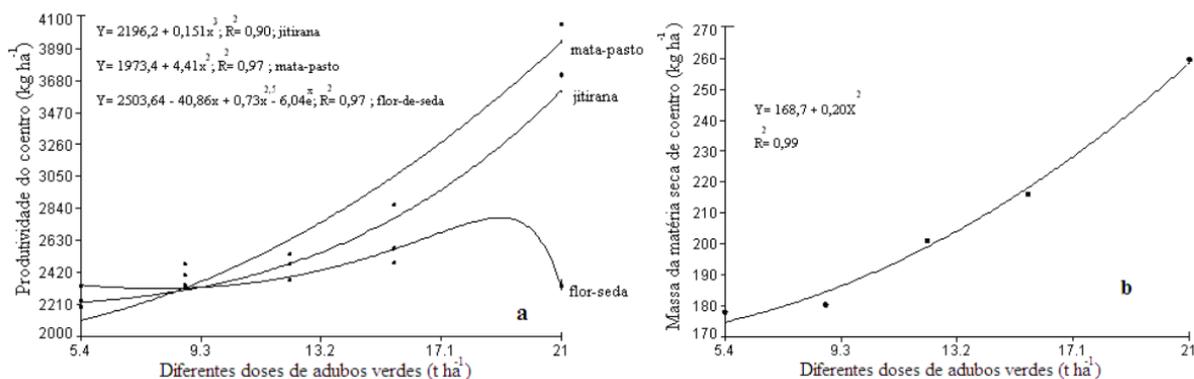


Figura 9. Produtividade (a) e massa seca (b) em função da aplicação de espécies espontâneas do semiárido incorporado ao solo como efeito residual. Fonte: Linhares et al. (2012c).

É de suma importância a avaliação dessas espécies no que tange a capacidade de promover efeito residual quando adicionada ao solo, contribuindo de sobremaneira para promover disponibilidade de

nutrientes no solo, contribuindo para os cultivos subsequentes. Essas espécies estão presentes na região semiárida, com disponibilidades no período chuvoso {jitrana (*Merremia aegyptia* L.) e mata-pasto (*Senna uniflora* L.)} e durante todo o ano {flor-de-seda (*Calotropis procera*)}.

Tabela 3. Desdobramento dos tipos de adubos verdes dentro das doses na de produtividade de coentro. Fonte: Linhares et al. (2012c).

Características	Tipos de adubos verdes	5,4	8,8	12,2	15,6	21,0
		t/ha				
Produtividade (kg/ha)	Jitirana (<i>Merremia aegyptia</i> L.)	2232 a	2473 a	2473 a	2481 a	3709 a†
	Mata-pasto (<i>Senna uniflora</i> L.)	2193 a	2396 ab	1855 b	2533 a	4040 a
	Flor-de-seda (<i>Calotropis procera</i>)	2325 a	1905 b	2234 ab	2573 a	2328 b

† Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ao nível de 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Desdobramento dos tipos de adubos verdes dentro das doses na de produtividade de coentro. Fonte: Linhares et al. (2012c).

Adubos verdes	Massa da matéria seca (kg/ha)
Jitirana (<i>Merremia aegyptia</i> L.)	228 a†
Mata-pasto (<i>Senna uniflora</i> L.)	211 b
Flor-de-seda (<i>Calotropis procera</i>)	181 c
Médias dos adubos verdes	206,6

† Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ao nível de 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Linhares et al. (2012d) estudando a viabilidade agrônômica do coentro consorciado com rúcula sob o efeito residual da palhada de flor-de-seda, encontraram para o rendimento ajustamento de curva linear, sendo que para cada tonelada de flor-de-seda adicionada ao solo no cultivo anterior, a mesma promoveu efeito residual correspondendo a 30,9 kg ha⁻¹ (Figura 10). Com valor máximo de 2400 kg ha⁻¹ de coentro. É de suma importância a avaliação dessa espécie no que tange a capacidade de promover efeito residual em cultivos subsequente, já que, a disponibilidade no bioma caatinga é bastante restrita em função da distribuição não ocorrer de forma uniforme. É uma espécie indesejável em áreas de cultivo agrícola, o que culmina com a eliminação da mesma. A sua produção no extrato herbáceo apresenta valores inferiores a 300 kg/ha de massa seca, nesse caso, não se recomenda utilizar grandes quantidades. Já em sistema de cultivo, a espécie apresenta fitomassa seca da ordem de 1,0 a 3,0 t/ha/corte/ano (Emparn, 2004).

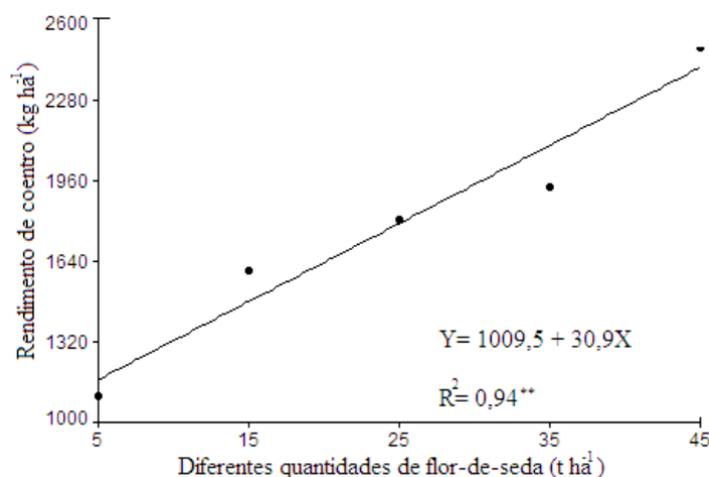


Figura 10. Rendimento de coentro consorciado com rúcula em função do efeito residual de diferentes quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Linhares et al. (2012d).

Tavella et al. (2010) estudando o cultivo orgânico de coentro em plantio direto utilizando cobertura viva e morta adubado com composto, encontrou produtividade de 3454 kg ha^{-1} , no sistema de plantio com plantas espontâneas, superior ao referido trabalho. O que pode estar relacionado ao fato desse autor está avaliando o coentro em primeiro cultivo.

Martins et al. (2012) estudando a adubação verde com flor-de-seda (*Calotropis procera*) na produção de coentro no sertão do Pajeú com interação entre os fatores estudados, sendo realizado desdobrando da interação entre as quantidades dentro de cada tempo de incorporação da Flor-de-seda ao solo. O rendimento de massa verde de coentro, para o tratamento de 0 dias ocorreu ajuste de equação de regressão, apresentando uma resposta quadrática, com produção de $2,81 \text{ t.ha}^{-1}$ de massa verde de coentro na quantidade de $10,72 \text{ t.ha}^{-1}$ de Flor-de-seda (Figura 11A). Os demais tempos de incorporação do adubo verde ao solo não se ajustaram equação de regressão, porém, observou-se que a maior média observada de rendimento de massa verde de coentro foi no tempo de 10 dias de incorporação ($4,16 \text{ t.ha}^{-1}$), quando da utilizou-se $12,2 \text{ t.ha}^{-1}$ de Flor-de-seda (Figura 11B).

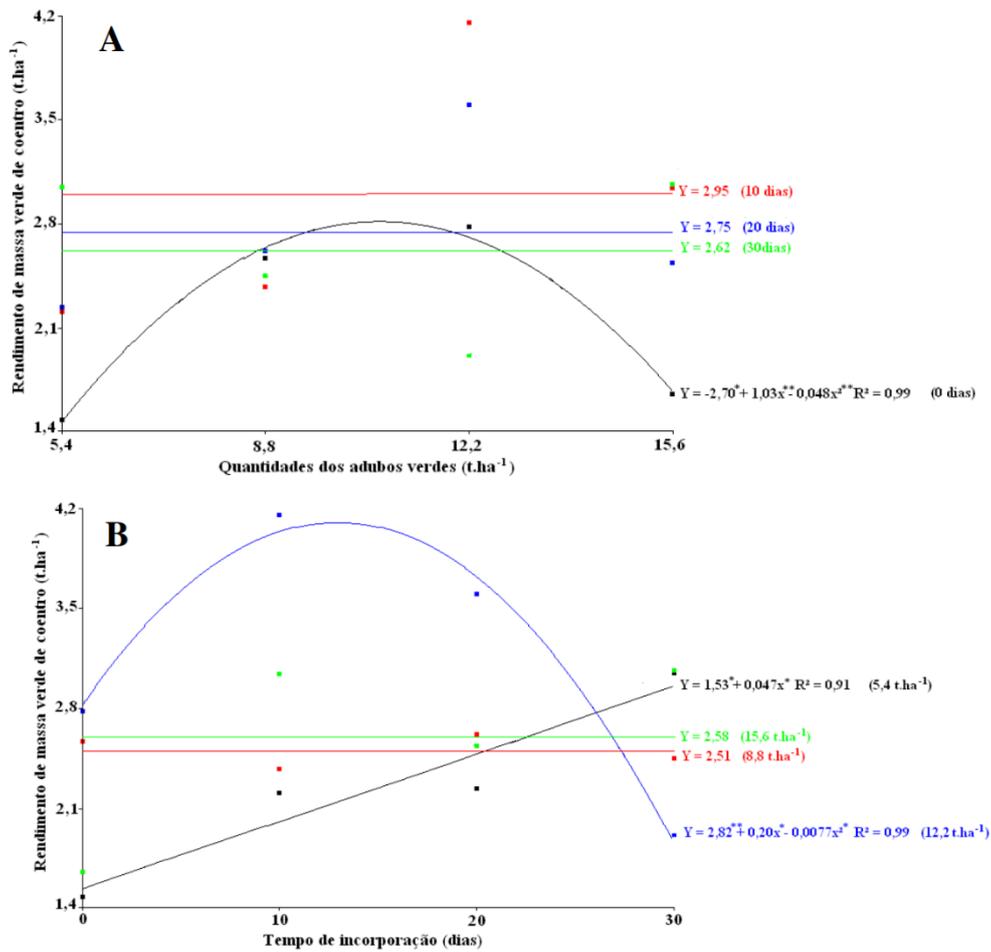


Figura 11. Rendimento de massa verde de coentro em função das quantidades (A) e dos tempos de incorporação (B) da flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Martins et al. (2012).

Linhares et al. (2011) estudando o cultivo do coentro em sucessão a cultura da alface encontraram produtividade média de 3152,5 kg ha⁻¹ na quantidade de 8,02 t ha⁻¹ e no tempo de 30 dias de incorporação (Figura 12). Resultado semelhante em relação ao período de incorporação, foram encontrados por Linhares et al. (2010) quando testavam mata-pasto como adubo verde em coentro, sendo os melhores resultados para as características avaliadas no tempo de incorporação de 28 dias.

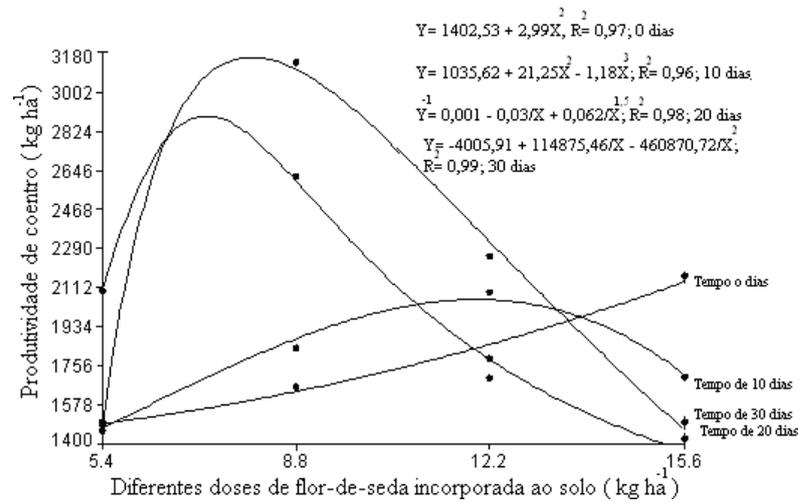


Figura 12. Produtividade de coentro em diferentes doses de flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} incorporada ao solo. Fonte: Linhares et al. (2011).

Silva et al. (2011) avaliando as quantidades e tempos de incorporação de flor-de-seda incorporada ao solo na produtividade do coentro encontraram valor máximo de 3,7 t ha⁻¹ no tempo de 0 dia de incorporação (Figura 13).

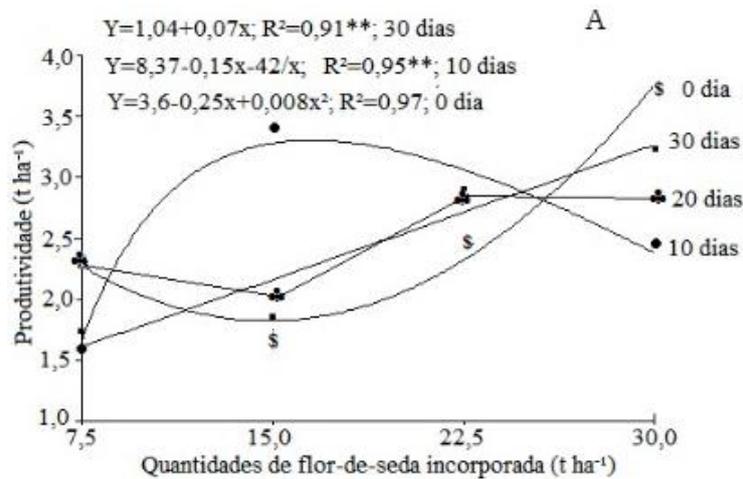


Figura 13. Produtividade de coentro em diferentes quantidades de flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} incorporada ao solo. Fonte: Silva et al. (2011).

Cultura da alface

A alface é uma das hortaliças mais produzida e consumida no Brasil, isso se deve ao fato das condições climáticas contribuírem para a produção o ano todo (Acsem, 2017). Dentro do aspecto econômico, sua produção totalizou mais de 288 milhões de reais em 2016 (Conab, 2017).

Na região de Mossoró, essa hortaliça é bastante produzida por agricultores com baixo nível tecnológico, utilizando como adubo, insumos prontamente disponíveis na propriedade (Figura 14).



Figura 14. Incorporação da flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} (A) e desenvolvimento da cultura da alface (B) em experimento na horta didática da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, Mossoró, RN no ano de 2008. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.

Silva et al. (2018a) avaliando agronomic performance and economic profitability of lettuce fertilized with *Calotropis procera* as a green manure in a single crop encontraram produtividade e massa seca de alface de 18,11 e 0,95 t ha⁻¹ na quantidade de 40,29 t ha⁻¹ de flor-de-seda incorporada ao solo, respectivamente (Figura 15). Segundo Silva, Maia e Oliveira (2000), a quantidade de matéria orgânica aplicada na alface, contribui para o processo de mineralização, sendo fundamental para garantir que as etapas de maior demanda de nutrientes da cultura estejam sincronizadas com a liberação de nutrientes mineralizados do fertilizante orgânico.

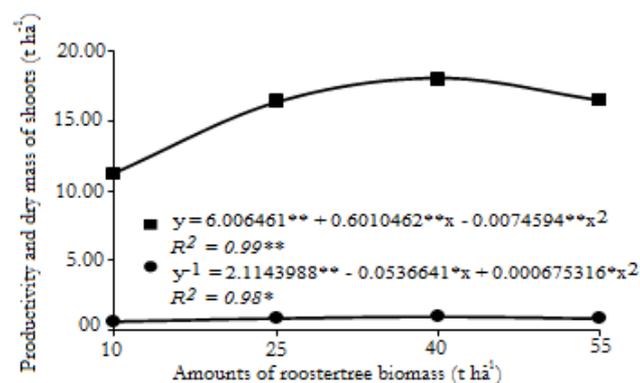


Figura 15. Produtividade e massa seca de alface com diferentes quantidades de biomassa de flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} incorporada ao solo. Fonte: Silva et al. (2018).

Silva et al. (2018b) estudando a effect of rooster tree green manure on corrot and lettuce intercropping sistem observaram aumento de produtividade com as quantidades crescentes de flor-de-seda (*Calotropis procera*) até os valores de 19,57 e 5,42 t ha⁻¹ nas quantidades de 45,59 e 44,99 t ha⁻¹ incorporadas no solo durante os tempos de plantio 1 e 2, respectivamente, com diminuindo até a maior aplicação do adubo verde.

Souza et al. (2017) estudando produção de alface sob adubação verde com *Calotropis procera* em duas estações de cultivo encontraram produção de fitomassa verde de alface de 38,57 t ha⁻¹ na primavera, obtida com a quantidade de 15,6 t ha⁻¹ de flor-de-seda (*Calotropis procera*) incorporado aos 10 dias antes do transplântio da alface (Figura 16A, B, C e D). Segundo Oliveira et al. (2010) as hortaliças folhosas respondem muito bem à adubação orgânica e a utilização de adubos minerais promove uma redução na atividade biológica do solo podendo afetar o desempenho produtivo das culturas.

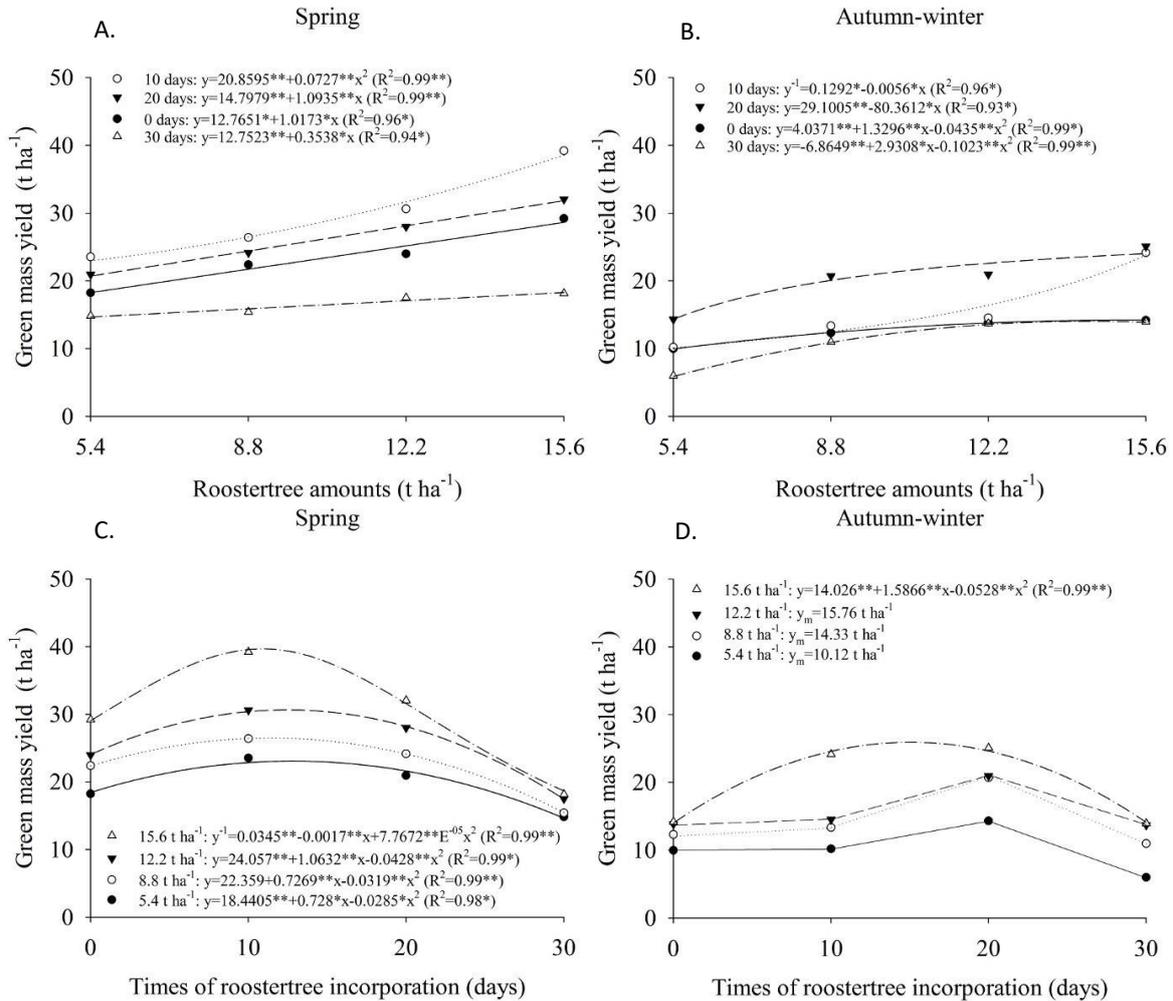


Figure 16. Green mass yield of lettuce as a function of the interaction between roostertree biomass and incorporation times (A. spring; B. autumn-winter) and manure incorporation time and roostertree biomass (C. spring; D. autumn-winter) within each cropping season. Fonte: Souza et al. (2017).

Paula et al. (2017) avaliando a produção de fertilizada lettuce with roostertree in different amounts and incorporation times encontraram respostas de superfície para altura da planta, produtividade e massa seca da parte aérea, onde os valores máximos de 16,37 cm, 18,85 e 2,92 t ha⁻¹, respectivamente, foram observados na quantidade de 15,6 t ha⁻¹ de galos.

Almeida et al. (2015b) avaliando a eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda encontraram 12,6 folhas por planta e produtividade de 15,78 t ha⁻¹ na quantidade de 36,69 t ha⁻¹ de flor-de-seda incorporada ao solo (Figura 17).

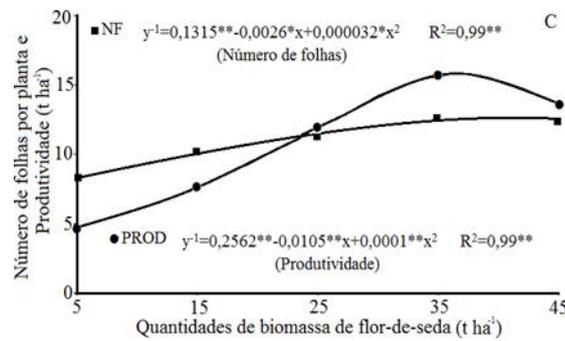


Figure 17. Número de folhas por planta e produtividade de alface consorciada com rúcula em função das quantidades de biomassa de flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} incorporada ao solo. Fonte: Almeida et al. (2015).

Linhares et al. (2012e) avaliando a mistura de espécies espontâneas da caatinga (jitirana com flor-de-seda) no desempenho agrônômico da alface, encontraram valor máximo de 93g/planta na quantidade de 21,0 t/ha da mistura de jitirana com flor-de-seda (Figura 18). Essa característica é a que melhor define a produção vegetal de alface, já que é a forma comercializada in natura. Esse valor correspondeu a um acréscimo médio de 328% em relação à menor quantidade (1,5 t ha⁻¹). Mógor e Câmara, (2007) estudando a produção de alface no sistema orgânico em sucessão a aveia preta, sobre a palhada, encontraram produção 81,27 g planta⁻¹ no tratamento coberto com aveia ceifada, sendo inferior ao referido trabalho.

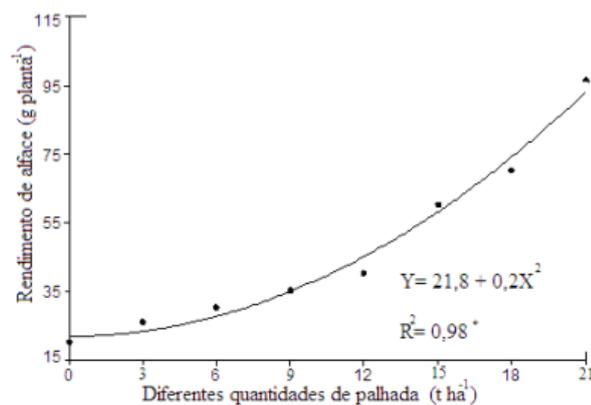


Figure 18. Rendimento de alface em função de diferentes quantidades de palhada de espécies espontâneas. Fonte: Linhares et al. (2012e).

Linhares (2009a) avaliando quantidades e tipos de adubos verdes, no esquema fatorial 4 x 3, correspondendo a quatro quantidades de adubos verdes (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹) e três espécies (jitirana, flor-de-seda e mata-pasto), não encontrou diferença estatística para altura de planta, número de hastes, rendimento de coentro e massa seca de coentro em relação ao adubo mata-pasto, com valores de 13,66 cm planta⁻¹ 7,85 hastes planta⁻¹, 2,57 t ha⁻¹ e 0,55 t ha⁻¹ respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Altura de plantas (AT), expresso em cm planta⁻¹, número de hastes por planta (NH), expresso em termos de média, rendimento de massa verde (RC), expresso em t ha⁻¹ e massa da matéria seca (MS), expresso em t ha⁻¹, da parte aérea de coentro em função de tipos de adubos verdes (Linhares, 2009a).

Adubos verdes	AT	NH	RC	MS
Jitirana	14,18 a	8,37 a	2,81 a	0,54 a
Flor-de-seda	13,66 ab	7,85 a	2,57 ab	0,55 a
Mata-pasto	11,90 b	7,68 a	2,23 b	0,48 a
Médias dos adubos verdes	13,25	7,97	2,54	0,53
CV (%)	13,83	12,50	15,06	14,53

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Cultura da rúcula

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma hortaliça folhosa de ciclo curto, amplamente utilizado na culinária brasileira. Apesar das poucas informações técnicas sobre seu cultivo, a rúcula tem sido amplamente cultivada em todas as regiões brasileiras (Oliveira et al., 2015). No Brasil, esta é uma das principais hortaliças folhosas e, sendo cultivado principalmente em cultivo solteiro, monocultivo, no entanto, apresenta potencial para ser cultivada em sistema de consórcio com outras culturas (Nunes et al., 2013). Na região semiárida do Brasil, tem sido fertilizada com espécies espontânea.

Souza et al. (2016) estudando agronomic response of arugula to green fertilization with rooster tree during two culture times encontraram para o rendimento de massa verde de rúcula, interação das quantidades de flor-de-seda dentro do tempo de incorporação nos tempos de solo e cultura, com valores máximos de 36,79 Mg ha⁻¹ (primavera-verão) e 44,83 Mg ha⁻¹ (outono) em 20 dias de incorporação (Figura 19A e 19B). Quando analisou a interação nos tempos de incorporação, encontrou uma resposta quadrática para o rendimento de rúcula, considerando o valor máximo de 36,24 Mg ha⁻¹ na quantidade de 15,6 Mg ha⁻¹ de flor-de-seda aos 20,8 dias antes o plantio. Para as quantidades de 8,8 e 12,2 Mg ha⁻¹, não houve ajustes de equações de regressão no primeiro tempo de cultura, com média de produtividade foi de 28,35 e 29,92 Mg ha⁻¹, respectivamente (Figura 19C).

Da mesma análise, mas para a cultura de outono, os maiores rendimentos de massa verde de rúcula foram observados no prazo de constituição de 22 dias, associado à as quantidades de 12,2 e 15,6 Mg ha⁻¹ de fertilizante verde (Figura 19D).

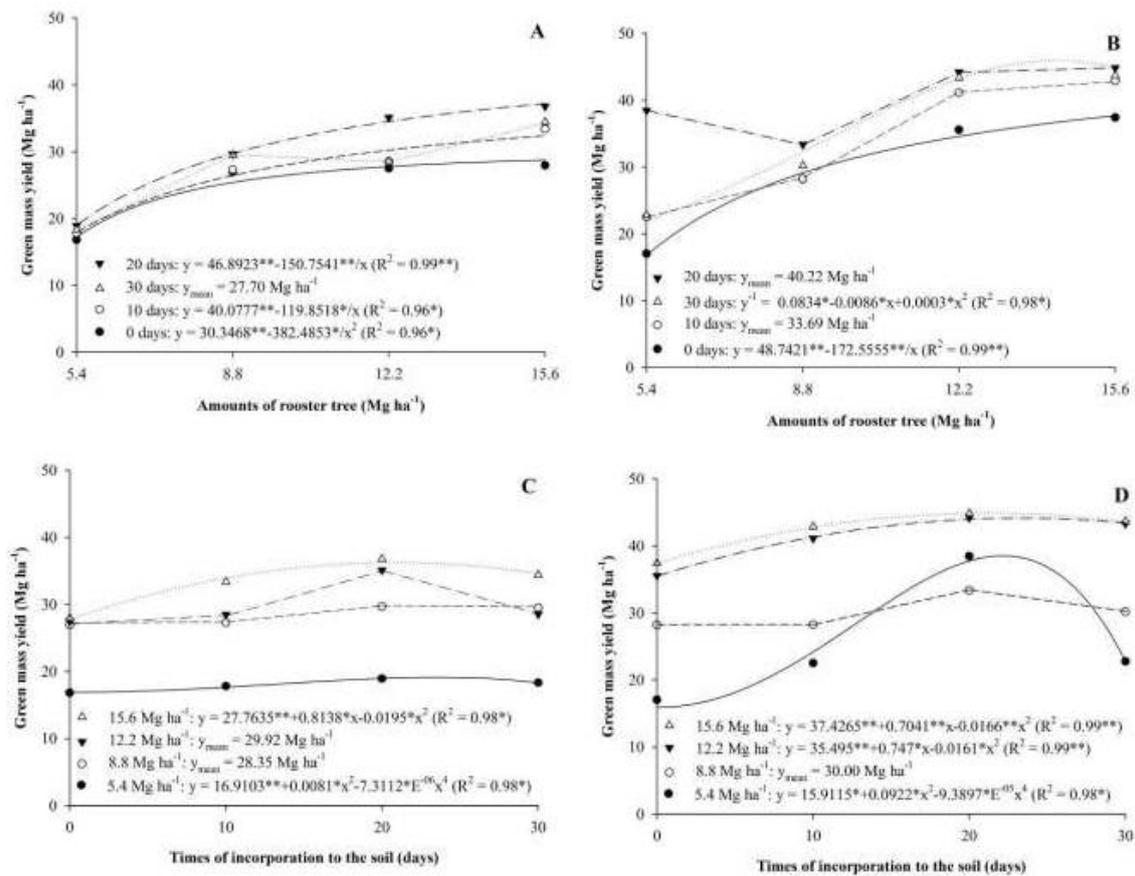


Figura 19. Rendimentos de massa verde de rúcula devido ao desdobramento da interação de quantidades de biomassa da flor-de-seda, em tempos de incorporação ao solo (A. primavera-verão; B. outono) e o inverso (C. primavera-verão; D. outono), dentro de cada época de cultivo. Fonte: Souza et al. (2016).

Oliveira et al. (2015) estudando a produção agroeconômica da rúcula fertilizado com diferentes quantidades de *Calotropis procera* encontraram altura de planta (22,75 cm); 15 folhas planta⁻¹ e 18,86 t ha⁻¹ de rendimento de massa verde de rúcula, na quantidade de 70 t ha⁻¹ de flor-de-seda e massa seca de 2,01 t ha⁻¹ na quantidade de 51,28 t ha⁻¹ (Figura 20). De acordo com Batista et al. (2013), a adubação com espécies vegetais que ocorrem de forma espontânea na região, também favorece os aspectos microbiológicos do solo, com aumento na quantidade de actinomicetos, fungos e bactérias, benéficos ao crescimento das plantas, uma vez que atuam na solubilização de nutrientes do adubo verde.

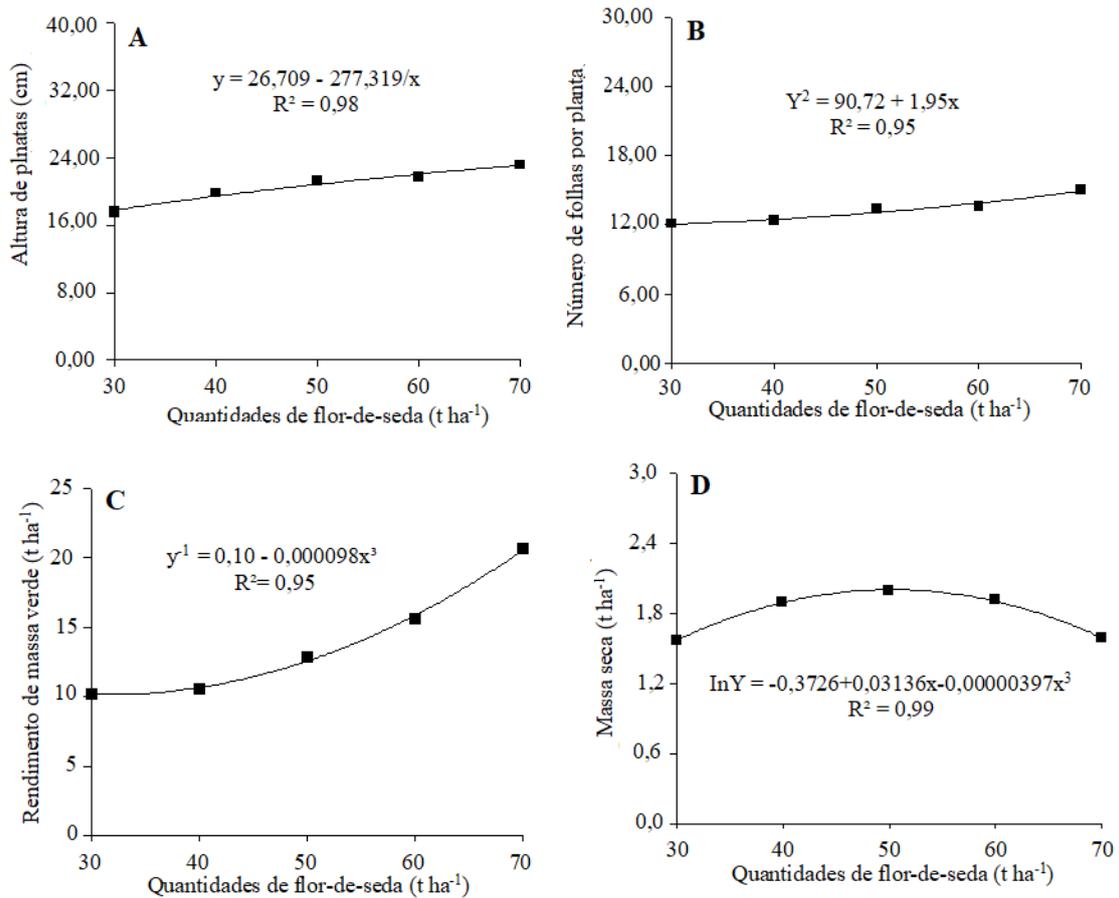


Figure 20. Altura de plantas (A), número de folhas por planta (B), rendimento de massa verde (C) e massa seca (D) de rúcula, em função de diferentes quantidades de flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} incorporadas ao solo. Fonte: Oliveira et al. (2015).

Almeida et al. (2015) estudando a eficiência do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda encontraram rendimento de rúcula de $4,3\ t\ ha^{-1}$ na quantidade de $37,96\ t\ ha^{-1}$, decrescendo em seguida até a maior quantidade de adubo incorporado ao solo (Figura 21).

Sabe-se que a adubação verde melhora a fertilidade, aumenta o teor de matéria orgânica, diminui os índices de erosão, aumenta a retenção de água no solo e a atividade da microbiota, aumentando a disponibilidade de nutrientes e reduzindo a quantidade de plantas invasoras (Graham; Haynes, 2006).

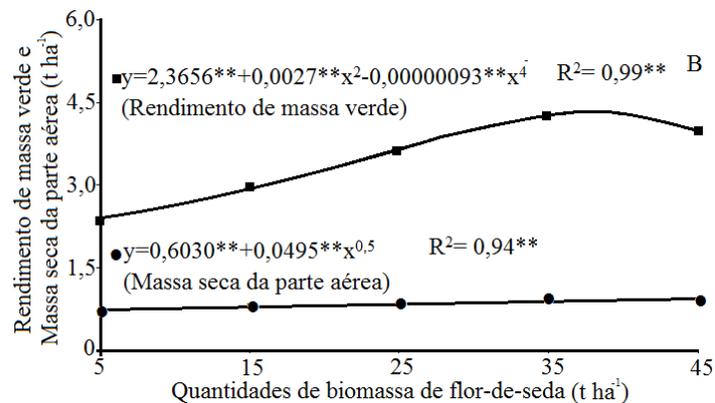


Figura 21. Rendimento de massa verde e massa seca da parte aérea da rúcula consorciada com alface em função de quantidades de biomassa de flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} incorporada ao solo. Fonte: Almeida et al. (2015).

Souza et al. (2015) estudando a rentabilidade da rúcula fertilizada com biomassa de flor-de-seda em função da época de cultivo encontraram o rendimento de massa verde da rúcula (Figuras 22A e 22B) independentemente dos demais fatores, com aumento na produtividade da cultura. As regressões referentes aos tempos de 30 (primavera-verão) e 20 (outono) dias de incorporação não permitiram o ajuste de equações, com valores médios obtidos de 27,70 e 40,22 t ha⁻¹, respectivamente. No cultivo de primavera-verão (Figura 22A), o tratamento que consistiu na adubação com 15,6 t ha⁻¹, associada ao tempo de incorporação de 20 dias antes do plantio, promoveu o maior rendimento de massa verde para a rúcula (36,79 t ha⁻¹). Na segunda época de cultivo (outono), estima-se, a partir das curvas de regressão obtidas, uma produtividade de 46,91 t ha⁻¹ de rúcula, quando adubada com 14 t ha⁻¹ de Flor-de-seda aos 30 dias antes da semeadura da cultura (Figura 22B).

O rendimento de massa verde foram obtidos no tempo de 20 dias para todas as combinações do fatorial, exceto para a quantidade de 8,8 t ha⁻¹ de Flor-de-seda (Figuras 22C e 22D), a qual não houve ajuste de regressão (28,35 t ha⁻¹) e para a segunda época de cultivo (30,00 t ha⁻¹). Andrade Filho (2012) estudando o bicultivo de folhosas consorciadas com beterraba em função de adubação com flor-de-seda e densidades populacionais encontraram para a interação, densidade populacional dentro de cada quantidade de flor-de-seda incorporada ao solo, rendimento de massa verde nas densidades populacionais de 40C-50B-40R e 50C-50B-50R sobressaíram-se das densidades de 20C-50B-20R e 30C-50B-30R nas quantidades de 6 e 32 t ha⁻¹. Para as quantidades de 19 e 45 t ha⁻¹, a densidade populacional de 40C-50B-40R se destacou das demais (Tabela 6).

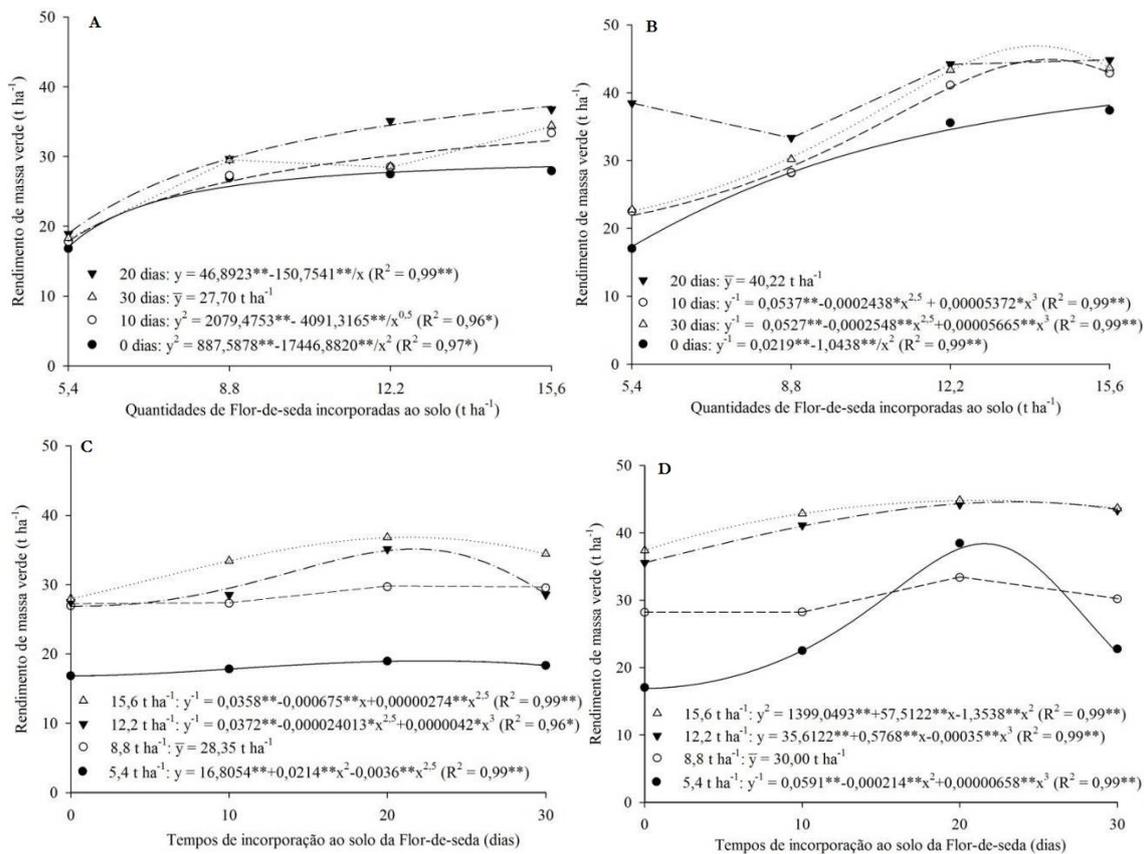


Figura 22. Rendimento de massa verde ($t\ ha^{-1}$) na produção de um hectare de rúcula em função dos desdobramentos da interação das quantidades de biomassa de Flor-de-seda dentro dos tempos de incorporação ao solo do adubo verde (A. primavera-verão; B. outono) e do inverso (C. primavera-verão; D. outono) dentro de cada época de cultivo. Fonte: Souza et al. (2015).

Tabela 6. Médias de rendimento de massa verde (RMV) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula em função de diferentes quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo e combinações de densidades populacionais das culturas componentes. Fonte: Andrade Filho (2012).

Densidades populacionais das culturas componentes (%)	Quantidades de flor-de-seda ($t\ ha^{-1}$)			
	6	19	32	45
RMV ($t\ ha^{-1}$)				
20 _C -50 _B -20 _R	1,68 c	2,64 d	1,87 c	2,71 c
30 _C -50 _B -30 _R	2,80 b	3,21 c	2,29 b	3,23 b
40 _C -50 _B -40 _R	6,23 a	6,23 a	4,71 a	4,37 a
50 _C -50 _B -50 _R	4,39 a	5,21 b	4,59 a	2,61 c
MSPA ($t\ ha^{-1}$)				
20 _C -50 _B -20 _R	0,37 b	0,54 b	0,44 b	0,44 b
30 _C -50 _B -30 _R	0,59 b	0,55 b	0,48 b	0,58 b
40 _C -50 _B -40 _R	0,93 a	0,90 a	1,05 a	0,58 b
50 _C -50 _B -50 _R	1,10 a	0,99 a	1,03 a	1,18 a

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes com as mesmas densidades populacionais foram observados por Oliveira (2012), quando consorciou coentro e rúcula em bicultivo com cenoura, em experimento conduzido no mesmo local e no mesmo ano desta pesquisa. Densidades combinadas contribuem para o efeito benéfico da complementaridade entre as culturas, geralmente, observadas entre plantas companheiras.

Solino et al. (2010) cultivando rúcula em espaçamento de 0,3 x 0,1 em plantio direto sob diferentes doses de composto e tipos de cobertura, encontraram produtividade de 8424 kg ha⁻¹, sob vegetação espontânea associada à dose de 20,9t ha⁻¹ de composto, valor este superior à esta pesquisa. Essa superioridade em relação ao presente estudo deve-se possivelmente ao fato de Solino et al. (2010) estão cultivando a rúcula em primeiro cultivo, com adição de composto associado as espécies espontâneas.

Linhares (2009a) avaliando a vegetação espontânea como adubo verde no desempenho agroeconômico de hortaliças, encontrou altura de planta, rendimento de massa verde e massa seca de rúcula de 29,83 cm planta⁻¹; 25,09 t ha⁻¹ e 1,60 t ha⁻¹, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7. Altura de planta, rendimento e massa seca de rúcula nos diferentes tipos e quantidades de adubos verdes incorporados ao solo. Mossoró, RN Fonte: Linhares, 2009a.

Características avaliadas	Tipos de adubos verdes	Quantidades de adubos verdes incorporados (t ha ⁻¹)			
		5,4	8,8	12,2	15,6
Altura (cm planta ⁻¹)	Jitirana	18,80 a	21,78 a	22,15 a	18,44 b
	Flor-de-seda	15,83 ab	21,16 a	23,04 a	29,83 a
	Mata-pasto	12,69 b	15,37 b	16,64 b	16,47 b
Rendimento de rúcula (t ha ⁻¹)	Jitirana	10,76 a	14,47 a	16,75 a	11,26 b
	Flor-de-seda	8,24ab	12,63a	16,80a	25,09a
	Mata-pasto	5,57 b	7,35 b	9,68 b	9,59 b
Massa seca de rúcula (t ha ⁻¹)	Jitirana	1,36 a	1,72 a	2,05 ab	1,70 b
	Flor-de-seda	1,60 a	1,70 a	2,43 a	3,35 a
	Mata-pasto	0,98a	1,03a	1,65b	1,66b

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Linhares et al. (2009b) estudando a velocidade de decomposição da flor-de-seda nbo desempenho agrônômico da rúcula cv. Cultivada encontraram massa verde de 19,33 g parcela⁻¹, quando a flor-de-seda foi incorporado aos 15 antes da semeadura (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios da altura de planta, expressa em cm planta⁻¹ (AP), número de folhas, expressa em média (NF), massa verde, expressa em gramas parcela⁻¹ (MV) e massa seca (MS) de rúcula 'Cultivada' com incorporação de flor-de-seda. Fonte: Linhares et al. (2009b).

Tratamentos	AP	NF	MV	MS
T1- flor-de-seda incorporado aos 45 dias.	12,43c	14,00c	13,23bc	0,54c
T2- flor-de-seda incorporado aos 30 dias.	15,38ab	18,75ab	16,10ab	1,64ab
T3- flor-de-seda incorporado aos 15 dias.	17,30a	19,50a	19,33a	1,78a
T4 - flor-de-seda incorporado aos 0 dias.	17,68a	18,00bc	18,97a	1,86a
T5 – 336g/vaso de esterco bovino.	14,63bc	19,50a	12,67bc	1,43ab
T6 – solo nu.	12,55c	15,50c	11,50c	1,23b
CV (%) .	7,54	9,48	12,13	15,99

*Médias seguidas de mesma letra dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Linhares (2009a) avaliando a vegetação espontânea como adubo verde no desempenho agroeconômico de hortaliças, encontrou altura de planta, rendimento de massa verde e massa seca de

rúcula de 29,83 cm planta⁻¹; 25,09 t ha⁻¹ e 3,35 t ha⁻¹, respectivamente (Tabela 9). Pelá et al. (2017) estudando a produção e teor de nitrato de cama de frango e esterco bovino, encontraram produtividade de 2364,8 g m⁻² na dose de 26,2 t ha⁻¹ de esterco bovino, valor esse inferior a referida pesquisa.

Tabela 9. Altura de planta, rendimento e massa seca de rúcula nos diferentes tipos e quantidades de adubos verdes incorporados ao solo. Mossoró, RN. Fonte: Linhares (2009a).

Características avaliadas	Tipos de adubos verdes	Quantidades de adubos verdes incorporados (t ha ⁻¹)			
		5,4	8,8	12,2	15,6
Altura (cm planta ⁻¹)	Jitirana	18,80 a	21,78 a	22,15 a	18,44 b
	Flor-de-seda	15,83 ab	21,16 a	23,04 a	29,83 a
	Mata-pasto	12,69 b	15,37 b	16,64 b	16,47 b
Rendimento de rúcula (t ha ⁻¹)	Jitirana	10,76 a	14,47 a	16,75 a	11,26 b
	Flor-de-seda	8,24ab	12,63a	16,80a	25,09a
	Mata-pasto	5,57 b	7,35 b	9,68 b	9,59 b
Massa seca de rúcula (t ha ⁻¹)	Jitirana	1,36 a	1,72 a	2,05 ab	1,70 b
	Flor-de-seda	1,60 a	1,70 a	2,43 a	3,35 a
	Mata-pasto	0,98a	1,03a	1,65b	1,66b

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Linhares et al. (2012f) avaliando espécies espontâneas da caatinga como adubo verde no cultivo da rúcula em sucessão a beterraba, observaram que a flor-de-seda obteve valores para altura de planta, número de folhas, rendimento e massa seca de rúcula, com valores de 16,7 cm planta⁻¹; 10,8 unidades; 6325 kg ha⁻¹ e 524 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 10).

Solino et al. (2010) avaliando o cultivo orgânico de rúcula em plantio direto sob diferentes tipos de cobertura e doses de composto, encontraram produtividade de 9521,2 kg ha⁻¹ com amendoim forrageiro e vegetação espontânea na dose de 20,5 t ha⁻¹ de composto, sendo inferior a presente pesquisa. De acordo com Aquino et al. (2006), o nitrogênio contribui para o aumento da produtividade das culturas por promover a expansão foliar e o acúmulo de massa, confirmando o resultado observado.

Tabela 10. Altura (AT), expresso em cm planta⁻¹; número de folhas (NF), expresso em unidades por planta; rendimento (RR), expresso em kg ha⁻¹ e massa da matéria seca (MMS) de rúcula, expresso em kg ha⁻¹ em função do efeito residual de diferentes quantidades e tipos de adubos verdes. Fonte: Linhares et al. (2012f).

Adubos verdes	AT	NF	RR	MMS
Jitirana (<i>Merremia aegyptia</i> L.)	16,8a*	11,0a	7058a	615a
Flor-de-seda (<i>Calotropis procera</i>)	16,7a	10,8a	6325b	524b
Mata-pasto (<i>Senna uniflora</i>)	15,9a	10,4a	6235b	512b
CV (%)	13,9	12,7	10,2	10,0

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Linhares et al. (2012g) estudando a palhada de flor-de-seda como efeito residual no rendimento de rúcula consorciada com coentro, encontraram valor máximo de 12224 e 1089 kg/ha de rendimento e massa da matéria seca de rúcula no efeito residual de 45,0 t/ha (Figuras 23 e 24).

É de suma importância a avaliação dessa espécie no que tange a capacidade de promover efeito residual em cultivos subsequente, já que, a disponibilidade no bioma caatinga é bastante restrito em função do uso na alimentação animal e pelo fato de ser uma espécie indesejável em área de cultivo agrícola, o que culmina com a eliminação da mesma. Outro fator de tamanha importância é o fato de que essa espécie tem uma baixa produção de fitomassa verde e seca (Emparn, 2004), comparado com as leguminosas, mesmo levando em consideração a capacidade de rebrota da espécie. Assim, a utilização de quantidades expressivas e que promova uma eficiência agrônômica nas culturas, no caso, hortaliças, objeto de estudo em nossas pesquisas, torna-se indispensável tal avaliação.

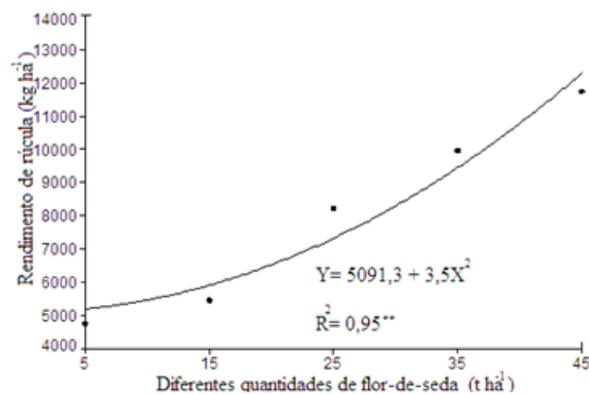


Figura 23. Rendimento de rúcula sob o efeito residual de diferentes quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Linhares et al. (2012g).

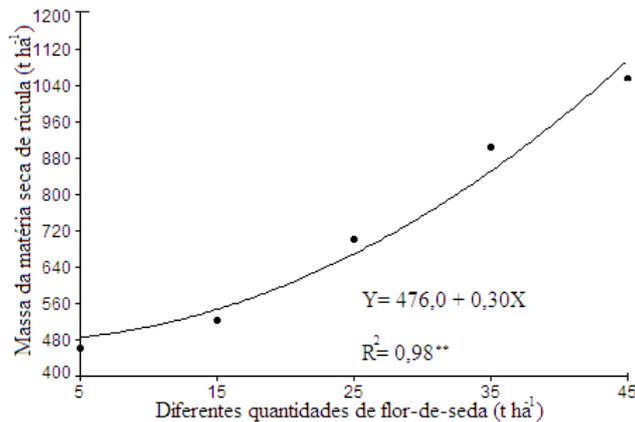


Figura 24. Massa da matéria seca de rúcula sob o efeito residual de diferentes quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Linhares et al. (2012g).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abcsem - Associação brasileira do comércio de sementes e mudas. 2017. Dados do setor. Available at: <http://www.abcsem.com.br/dados-do-setor> [Links]

Almeida AES, Bezerra Neto F, Costa LR, Silva ML, Lima JSS, Barros Júnior AP (2015a). Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. Revista Caatinga, 28(3): 79-85.

- Almeida AMB, Linhares PCF, Liberalino Filho J, Neves APM, Morais SLS (2015b). Efeito residual da jitarana, flor-de-seda e mata-pasto no cultivo da rúcula em sucessão a beterraba. *Revista verde*, 10(2): 42-48.
- Andrade Filho FC de (2012). Bicultivo de folhosas consorciadas com beterraba em função de adubação com flor-de-seda e densidades populacionais. 94f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN.
- Andreola F, Costa LM, Olszewski N, Jucksch IA (2000). Cobertura do vegetal de inverno e a adubação orgânica e ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, 24(2): 867-874.
- Aquino LA, Puiatti M, Pereira PRG, Pereira FHF, Ladeira IR, Castro MRS (2006). Produtividade, qualidade e estado nutricional de beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, 24(2):199-203.
- Batista MAV, Bezerra Neto F, Ambrósio MMQ, Guimarães LMS, Saraiva JPB, Silva ML (2013). Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. *Horticultura Brasileira*, 31(4):587-594.
- Bezerra AKH, Bezerra Neto F, Linhares PCF, Pereira MFS, Sousa KN, Almeida AMB (2012). *Coriandrum sativum* consorciado com *Daucus carota* fertilizado com hortência. *Horticultura Brasileira* 30: S5170-S5177.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. Programa brasileiro de modernização do mercado hortigranjeiro.
- Echer MM, Zoz T, Rossol CD, Steiner F, Castagnara DD, Lana MC (2012). Plant density and nitrogen fertilization in Swiss chard. *Horticultura Brasileira* 30: 703-707.
- Graham MH, Haines RJ (2006). Organic matter status and the size, activity and metabolic diversity of the soil microbial community in the row and inter-row of sugar cane under burning a trash retention. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 21-31.
- Espindola JAA, Almeida DL, Guerra JGM (2004). Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica, Embrapa Agrobiologia, *Seropédica*, 24 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 174).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.
- Favero C, Jucksch I, Alvarenga RC, Costa LM (2001). Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(1): 1355- 1362.
- Favero C, Jucksch I, Costa LM, Alvarenga RC, Neves JCL (2000). Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24(1): 171-177.

- Filgueira FAR (2013). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 421 p.
- Linhares PCF, Maracajá PB, Pereira MFS, Assis JP, Sousa RP (2014). Roostertree (*Calotropis procera*) under different amounts and periods of incorporation on yield of coriander. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(3): 08-13.
- Linhares PCF, Sousa AJP, Pereira MFS, Alves RF, Maracajá PB (2012a). Proporções de jitirana (*Merremia aegyptia* L.) com flor-de-seda (*Calotropis procera*) no rendimento de coentro. *Agropecuária Científica no Semi-Arido*, 8(4):44-48.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Bezerra Neto F, Silva ML, Moreira JC, Sousa AJP (2012b). Cultivares de coentro fertilizado com palhada de espécies espontâneas da caatinga (jitirana com flor-de-seda). *Horticultura Brasileira* 30: S5147-S5154.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Bezerra AKH, Sousa AJP, Rocha ICA, Moreira JC (2012c). Utilização de espécies espontâneas da caatinga como fonte de adubo orgânico no cultivo de coentro em sucessão a beterraba. *Horticultura Brasileira* 30: S4950-S4957.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Bezerra AKH, Sousa AJP, Moreira JC, Alves RF, Almeida AES (2012d). Viabilidade agrônômica do coentro consorciado com rúcula sob o efeito residual da palhada de flor-de-seda. *Horticultura Brasileira* 30: S5195.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Paiva ACC, Moreira JC, Bezerra AKH, Almeida DHNJ (2012e). Misturas de espécies espontâneas da caatinga (jitirana com flor-de-seda) no desempenho agrônômico da alface. *Horticultura Brasileira* 30: S5210-S5217.
- Linhares PCF; Pereira MFS; Moreira JC; Almeida AES; Bezerra AKH; Paz AES (2012c). Palhada de flor-de-seda como efeito residual no rendimento de rúcula consorciada com coentro. *Horticultura Brasileira* 30: S5056-S5064.
- Linhares PCF (2013a) Adubação verde como condicionadora do solo. *Revista Campo e negócios*, 11(127): 22-23.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Maracajá PB, Sousa JS, Sousa LCFS (2011). Cultivo do coentro em sucessão a cultura da alface. *Revista Verde*, 6(2): 201-207.
- Linhares PCF, Maracajá PB, Bezerra AKH, Pereira MFS, Paz AES (2011). Rendimento de cultivares de rúcula adubado com diferentes doses de *Merremia aegyptia* L. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 6:7-12.
- Linhares PCF, Fernandes ITD, Silva ML, Pereira MFS, Santos AP (2010). Decomposição do mata-pasto em cobertura no desempenho agrônômico do coentro. *Revista Verde*, 5(1): 168-171.

- Linhares PCF (2009a). Vegetação espontânea com adubo verde no desempenho agroeconômico de hortaliças folhosas. Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Tese), Mossoró, RN. 109p.
- Linhares PCF, Silva ML, Borgonha W, Maracajá PB, Madalena JAS (2009b). Velocidade de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico da rúcula cv. Cultivada. *Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 4(2): 46-50.
- Linhares PCF, Silva ML, Borgonha W, Maracajá PB, Madalena JAS (2009c). Velocidade de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico da rúcula cv. Cultivada. *Revista Verde*, 4(2): 46-50.
- Msaada K, Hosni K, Taarit MB, Chahed T, Kchouk ME, Marzouk B (2007). Changes on essential oil composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits during three stages of maturity. *Food Chemistry*, 102: p1131–1134.
- Martins BNM, Santana FMS, Leal YH, Santos MG, Silva EF, Barros Júnior AP, Silveira LM (2012). Adubação verde com Flor-de-seda (*Calotropis procera*) na produção de coentro no Sertão do Pajeú. *Horticultura Brasileira* 30: S2669-S2676.
- Móror AF, Câmara FLA (2007). Produção de alface no sistema orgânico em sucessão a aveia preta, sobre a palha, e diferentes coberturas do solo. *Scientia Agraria* 8:239-245.
- Nascimento WM, Silva PP, Villela RP, Wanderley-Junior LJG (2014). Produção de sementes de coentro. In: Nascimento WM (ed). *Produção de sementes de hortaliças* 1ª ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 47-167.
- Nunes CJS, Souza ML, Ferreira RLF (2013). Qualidade e pós-colheita da rúcula orgânica armazenada sob refrigeração. *Enciclopédia Biosfera* 9(1): 2231-2240.
- Nunes MUC, Cunha AO, Carvalho LM (2007). Efeitos de fontes alternativas de adubos orgânicos na produtividade de repolho x coentro em sistema ecológico de produção. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Porto Alegre, 2(1): 1234-1237.
- Oliveira EQ, Souza RJ, Cruz MCM, Marques VB, França AC (2010). Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, 28(2): 36-40.
- Oliveira KJB, Lima JSS, Soares APS, Bezerra Neto F, Linhares PCA (2015). Produção agroeconômica da rúcula fertilizada com diferentes quantidades de *Calotropis procera*. Terceiro incluído ISSN 2237-079X Nupeat-Iesa-UFG, 5(2): 373-384.
- Oliveira LAA, Bezerra Neto F, Silva ML, Oliveira OFN, Lima JSS, Barros Junior AP (2015). Viabilidade agrônômica de policultivos de rúcula / cenoura / alface sob quantidades de flor-de-seda e densidades populacionais. *Revista Caatinga* 28 (2): 116-126.
- Oliveira LJ (2012). Viabilidade agroeconômica do bicultivo de rúcula e coentro consorciado com cenoura em função de quantidades de jirirana e densidades populacionais. 2012. 102f. Tese (Doutorado em

Fitotecnia: Área de Concentração em Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

- Oliveira AP, Silva VRF, Santos CS, Araújo JS, Nascimento JT (2002). Produção de coentro cultivado com esterco bovino e adubação mineral. *Horticultura Brasileira*, 20(3): 477-479.
- Paula VFS, Lima JSS, Bezerra Neto F, Fernandes YTDF, Chaves AP, Silva JN, Linhares PCA (2017). Production of fertilized lettuce with roostertree in different amounts and incorporation times, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(5): 799-805.
- Silgram M, Shepherd MA (1999). The effects of cultivation on soil nitrogen mineralization. *Advances in Agronomy*, Madison, 65(1): 267-311.
- Silva IN, Bezerra Neto F, Barros Júnior AP, Lima JSS, Chaves AP, Albuquerque JRT, Lins HA, Santos MG, Soares EB (2018a). Agronomic performance and economic profitability of lettuce with *Calotropis procera* as a green manure in a single crop. *Australian Journal of Crop Science*, 12(10): 1573-1577.
- Silva RCP, Bezerra Neto F, Silva ML, Barros Júnior AP, Almeida AES, Vieira FA (2018b). Effect of rooster tree green manure on carrot and lettuce intercropping system, *Revista Caatinga*, 31(3): 551 – 559.
- Souza EGF, Lima EF, Barros Júnior AE, Silveira LM, Bezerra Neto F, Cruz EA (2017). Production of lettuce under green manuring with *Calotropis procera* in two cultivation seasons, *Revista Caatinga*, 30(2): 391-400.
- Souza EGF, Santana FMS, Martins BNM, Santos MG, Cerqueira Júnior EP, Barros Júnior AP, Silveira LM, Bezerra Neto F, Lins HA, Albuquerque JRT (2016). Agronomic response of arugula to green fertilization with rooster tree during two culture times, *African Journal of Agricultural Research*, 11(48): 4931-4938.
- Silva ML, Santos AP, Linhares PCF, Bezerra Neto F, Bezerra AKH, Fernandes PLO (2011). Quantidades e tempos de incorporação de flor-de-seda incorporada ao solo na produtividade do coentro. *Cadernos de Agroecologia*, 6(2): 1-5.
- Silva FN, Maia SSS, Oliveira M (2000). Doses de matéria orgânica na produtividade da cultura da alface em solo eutrófico na região de Mossoró, RN. *Horticultura Brasileira*, 18: 723-724 (Suplemento).
- Solino AJS, Galvão RO, Ferreira RLF, Araújo Neto SE, Negreiro JRS (2010). Cultivo orgânico de rúcula em plantio direto sob diferentes tipos de coberturas e doses de composto. *Revista Caatinga*, 23(2): 18-24.
- Souza EGF, Souza ARE, Soares EB, Barros Júnior AP, Silveira LM, Bezerra Neto B (2017). Green manuring with *Calotropis procera* for the production of coriander in two growing seasons. *Ciências e Agrotecnologia*, 41(5): 533-542.

- Tavella LB, Galvão RO, Ferreira RLF, Araújo Neto SE, Negreiros JRS (2010). Cultivo orgânico de coentro em plantio direto utilizando cobertura viva e morta adubado com composto. *Revista Ciência Agronômica*, 41(4): 614-618.
- Tivelli SW, Purqueiro LFV, Kano C (2010). Adubação verde e plantio direto em hortaliças. *Revista eletrônica Pesquisa e Tecnologia* 7: 1-7.
- Wutke EB, Ambrosano EJ, Razera LF, Medina PF, Carvalho LH, Kikuti H (2007). Bancos comunitários de sementes de adubos verdes: informações técnicas. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 52p.

Utilização de Flor-de-seda (*Calotropis procera*) como adubo verde em hortaliças de raízes (beterraba, rabanete e cenoura) e feijão verde

 10.46420/9786581460389cap3

Paulo César Ferreira Linhares^{1*} 

Patricio Borges Maracajá² 

Roberto Pequeno de Sousa¹ 

Janilson Pinheiro de Assis¹ 

Maria Eduarda Pereira dos Santos¹ 

Thiffany Louhane Alves Dantas¹ 

Uilma Laurentino da Silva¹ 

Aline Carla de Medeiros³ 

INTRODUÇÃO

A adubação verde é uma prática aliada dos produtores de hortifrúti, pois aumenta a produtividade com menos impactos ambientais e redução de custos. Isso porque os adubos verdes produzem grande quantidade de biomassa e fornecem nutrientes que melhoram a qualidade nutricional do solo, além do mais, a utilização de plantas com essa finalidade promove também a melhoria da estrutura do solo contribuindo sobremaneira para as culturas que serão implantadas.

A adubação verde constitui em uma prática agrícola que vem se desenvolvendo há mais de 2.000 anos pelos chineses, gregos e romanos (Tivelli; Purqueiro e Kano, 2010). Dentre as vantagens do uso da adubação verde, podemos destacar que essa prática auxilia na ciclagem de nutrientes, trazendo para a superfície do solo nutrientes que estão em maior profundidade (Tivelli; Purqueiro e Kano, 2010). As leguminosas são as espécies mais utilizadas para esta finalidade, em função da sua produção de fitomassa e concentração de nitrogênio (Linhares, 2013).

Segundo Wutkle et al. (2007) as leguminosas são consideradas plantas mais “tenras” porque a relação carbono/nitrogênio (C/N) em sua massa vegetal está ao redor de 20/1, em pleno florescimento e início de formação de vagens, que é o estágio apropriado para o corte. Essa relação carbono nitrogênio

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Grupo de Pesquisa Jitirana, Mossoró, RN, Brasil.

² Diretor da Editora Universitária da UFCG-PB, Brasil, atuando como professor e pesquisador na área de Agroecologia.

³ Professora colaboradora do Mestrado em Sistemas Agroindustriais da UFCG, campus Pombal-PB e desenvolve pesquisas nas áreas de Agroecologia e Apicultura.

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

é de suma importância para que no processo de degradação, a mineralização predomine em relação à imobilização do nitrogênio, que é o principal elemento a ser adicionado ao solo (Linhares, 2013).

Uma maior eficiência dos adubos verdes é potencializada através da escolha de espécies vegetais adequadas para as condições edafoclimáticas da região, associada ao planejamento de seu uso (Espindola et al., 2004).

A utilização de plantas não leguminosas visando adubação verde com relação carbono nitrogênio estreita (20 a 30/1) é importante pelo fato de amenizar perdas de N pela imobilização temporária deste nutriente na biomassa microbiana (Andreola et al., 2000).

As espécies vegetais espontâneas, nas áreas de produção agrícola, têm sido denominadas como plantas invasoras que contribuem na diminuição da produtividade das lavouras, tendo em vista que essas competem por nutrientes, água e luz. No entanto, as espécies espontâneas podem promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies introduzidas ou cultivadas para adubação verde (Favero et al., 2000). Nesse contexto, a flor-de-seda (*Calotropis procera*) espécie adaptada ao semiárido com capacidade de oferta de fitomassa durante todo ano. É um arbusto sempre verde e abundante na região de Mossoró, RN, durante todo ano.

CORTE DO MATERIAL VEGETAL, FRAGMENTAÇÃO, SECAGEM E INCORPORAÇÃO AO SOLO

A flor-de-seda foi colhida de áreas com predominância da espécie, dentro do extrato herbáceo da caatinga, na região de Mossoró, RN, onde a espécie surge de forma espontânea, permanecendo com folhas verdes durante todo ano.

No corte da flor-de-seda tem que levar em consideração a parte vegetativa que vai ser utilizada como adubo verde, tendo o cuidado para se fazer o corte do ápice até a inserção verde da planta, o que corresponde a uma relação folha/caule de 50%. É de suma importância esse procedimento para que o material vegetal que vai ser utilizado como adubo verde, atenda às necessidades dos microrganismos decompositores sem precisar recorrer ao N do solo, o resíduo deve ter pelo menos 15 a 17 g kg⁻¹ de nitrogênio, o que corresponde a uma relação carbono nitrogênio (C/N) de 20 a 30/1 (Silgram e Shepherd 1999). A condição de equilíbrio, na qual a mineralização é aproximadamente igual à imobilização, ocorre quando a relação C/N do substrato está na faixa de 20 a 30.

A colheita foi realizada de forma manual (utilizando facão e roçadeira). As plantas colhidas manualmente foram trituradas em máquina forrageira convencional, sendo fragmentadas, obtendo-se segmentos entre 2,0 e 3,0 cm.

Após a colheita e fragmentação, o material foi levado para área de secagem ao sol por um período de quatro dias (96 horas), em piso de cimento apropriado para a secagem de material verde. A altura do material verde por ocasião da secagem foi de 5,0 cm de altura, contribuindo para perda de água e

Adubação verde com flor-de-seda {*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton} em culturas olerícolas na região semiárida

facilitando o processo de secagem. A incorporação foi feita na camada de 0 a 20 cm do solo para as hortaliças.

Logo após a secagem o material foi acondicionado em sacos de rafia permanecendo com umidade média entre 10 a 15%, armazenada nas instalações da UFERSA, em ambiente seco e adequado para a conservação do material. Em seguida, o material foi seco em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C, sendo moído em moinho do tipo Wiley e acondicionadas em recipientes com 100 g, posteriormente foram enviadas ao laboratório de fertilidade do solo e nutrição de plantas do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), para as análises de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺) e relação carbono/nitrogênio. Em termos médios, a concentração de macronutrientes da jitrana é de: 600 g kg⁻¹ C; 20 g kg⁻¹ N; 10,6 g kg⁻¹ P; 17,5 g kg⁻¹ K; 8,9 g kg⁻¹ Ca; 11,5 g kg⁻¹ Mg e relação/carbono nitrogênio (30/1).

ADUBAÇÃO VERDE COM FLOR-DE-SEDA (*CALOTROPIS PROCERA*)

Cultura do rabanete

Dentre as culturas usualmente consumidas pela população podemos destacar o rabanete (*Raphanus sativus* L.) que é uma cultura de ciclo curto (30 a 35 dias) utilizado como condimento em pratos tradicionais ou como componente nas saladas (Silva et al., 2012). Para a produção satisfatória de hortaliças no Semiárido, são necessários estudos sobre viabilidade econômica, fontes alternativas de adubações e avaliação de cultivares com potenciais de adaptação, pois tais estudos podem reduzir os riscos para o pequeno produtor (Silva et al., 2019). Essa cultura é bastante produzida por agricultores familiares na região de Mossoró, RN (Figura 1).



Figura 1. Área com plantio de rabanete adubado com flor-de-seda (*Calotropis procera*) na fazenda experimental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA. Foto: Me. Lauvia Moesia Morais Cunha.

Silva et al. (2017) estudando o desempenho agrônômico do rabanete com *Calotropis procera* em duas épocas de cultivo encontraram interação das épocas de plantio para massa fresca da raiz tuberosa e da

raiz comercial de rabanete com valores de 50,03 g planta⁻¹ de massa fresca da raiz tuberosa e 42,06 g planta⁻¹ de massa fresca da raiz comercial (Figura 2A e 2B). Essa espécie se destaca por já serem adaptadas às condições edafoclimáticas desse ecossistema, possuindo alta produção de biomassa seca e relação C/N inferior a 30/1, o que favorece o processo de mineralização em detrimento à imobilização (Linhares et al., 2012).

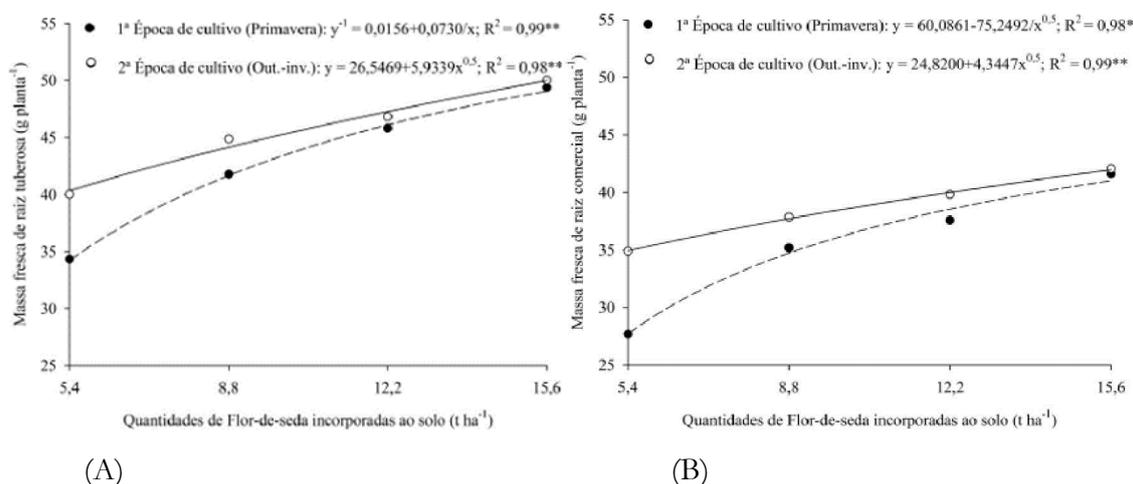


Figura 2. Massa fresca de raiz tuberosa (A) e comercial (B) de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de biomassa de *C. procera* (Flor-de-seda) em função das épocas de cultivo. Fonte: Silva et al. (2017).

As hortaliças de modo geral reagem bem à adubação orgânica, tanto em produtividade quanto em qualidade dos produtos obtidos. Nesse sentido, uma alternativa viável para os agricultores que trabalham em regime familiar e que busca aproveitar os recursos da propriedade seria a utilização da adubação verde. No entanto, os mesmos devem estar atentos ao tempo de incorporação dos resíduos em relação ao ciclo da cultura, tendo em vista que, se não houver uma sincronia entre a disponibilidade de nutrientes e o momento de maior exigência da cultura, a prática torna-se inviável (Linhares, 2013).

Ramalho et al. (2016) avaliando a adubação verde com espécies espontâneas da caatinga no cultivo do rabanete em sucessão a rúcula obtiveram produtividade comercial de 1,1 t ha⁻¹ de rabanete (Tabela 1). Esses resultados foram superiores ao encontrado por Linhares et al. (2010) avaliando o efeito residual da jirirana na produtividade comercial do rabanete, obtiveram produtividade média de 9529 kg ha⁻¹, equivalente a 0,959 kg m⁻² de canteiro. Já, Batista (2011), estudando a adubação verde na produtividade, qualidade e rentabilidade de rabanete, encontrou produtividade média de 12,1 t ha⁻¹, equivalente a 1,210 kg m⁻² de canteiro com a adição de 21,0 t ha⁻¹ de jirirana incorporada ao solo, sendo superior ao referido estudo.

Tabela 1. Altura de planta, expresso em cm (AP), Diâmetro de rabanete, expresso em cm (DIÂ), Número de folhas, expresso em termos de média (NF), Produtividade comercial, expresso em kg m⁻² (PC) e raiz mais parte aérea, expresso em kg m⁻² (RPA) de rabanete sob diferentes espécies do bioma caatinga incorporado ao solo. Fonte: Ramalho et al. (2016).

Espécies espontâneas	AP	DIA	NF	PC	RPA
Jitirana (<i>Merremia aegyptia</i> L.)	11,0 a	4,6 a	7,0 a	1,5 a	2,3 a
Flor-de-seda (<i>Calotropis procera</i>)	10,0 b	4,4 a	7,0 a	1,1 b	1,8 b
Mata-pasto (<i>Senna uniflora</i>)	9,2 c	3,3 b	6,4 a	1,0 b	1,6 b
Média	10,0	4,1	4,1	1,2	1,2

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si ao nível de 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Azevedo et al. (2011) estudando o efeito residual da flor-de-seda (*Calotropis procera*) no desempenho agrônômico do rabanete encontraram interação entre os fatores-tratamentos com produtividade média de 13191 kg ha⁻¹, correspondendo ao tempo de 10 dias de incorporação na dose de 13,94 t ha⁻¹. Em relação aos demais tempos foram obtidas produtividades inferiores, com valores médios de 11874,3; 8798 e 11674,8 kg ha⁻¹ nos tempos de 0; 20 e 30 dias, nas doses de 15,6; 11,91 e 13,0 t ha⁻¹ respectivamente (Figura 3A).

Desdobrando-se as doses dentro dos tempos de incorporação da flor-de-seda para a massa da matéria seca de raízes de rabanete, observou-se que o maior valor médio foi de 1104,8 kg ha⁻¹, equivalente a 2,2 g planta⁻¹, no tempo de 10 dias de incorporação e na dose de 9,56 t ha⁻¹, correspondendo a um acréscimo de 161% em relação à menor dose (5,4 t ha⁻¹), na qual obteve uma produtividade média de 422,7 kg ha⁻¹ (Figura 3B).

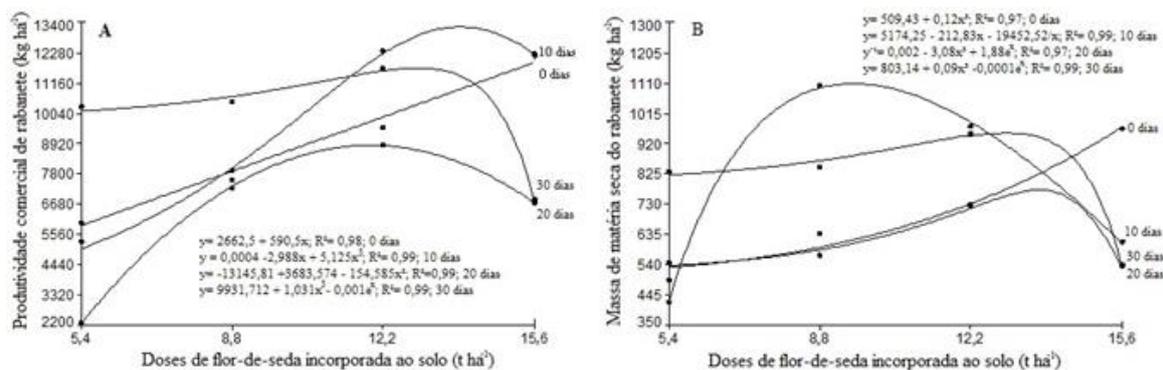


Figura 3. Efeito residual da interação das doses em função dos tempos de incorporação da flor-de-seda na produtividade comercial (A) e na massa da matéria seca do rabanete (B). Fonte: Azevedo et al. (2011).

Linhares et al. (2011a) estudando quantidades e tempos de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico da flor-de-seda no desempenho agrônômico do rabanete, observaram desdobramento das doses de flor-de-seda dentro dos fatores estudados no rendimento total de rabanete, mostrando que na medida em que se aumentavam as doses de flor-de-seda, houve aumento no rendimento de rabanete até atingir o valor máximo de 3530 g m⁻², equivalente a 35,3 t ha⁻¹ na quantidade de 12,0 t ha⁻¹ no tempo de quinze dias antes o plantio (Figura 4). Resultados inferiores foram encontrados por Linhares et al. (2010) utilizando o espaçamento de 0,2 x 0,10 na produção orgânica do rabanete,

avaliando o efeito residual de diferentes quantidades e tempos de incorporação da jirirana com produtividade comercial de 9389 kg ha⁻¹, equivalente a 9,4 t ha⁻¹. Assim como, Oliveira et al. (2005) com produtividade total de 30 t ha⁻¹ de rabanete em monocultivo, com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico.

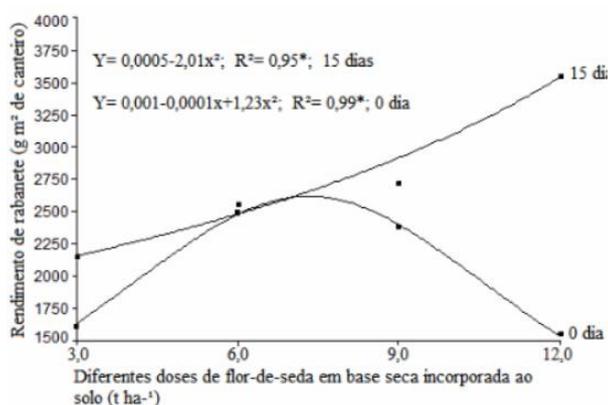


Figura 4. Rendimento de rabanete sob diferentes doses de flor-de-seda em base seca incorporada ao solo. Fonte: Linhares et al. (2011).

Em relação a massa seca, houve comportamento semelhante ao rendimento havendo desdobrando as doses de flor-de-seda dentro dos seus tempos de decomposição na massa seca das raízes, observando-se comportamento linear ascendente para o tempo de 15 dias de decomposição, em que a maior quantidade de massa seca das raízes de rabanete foi de 328 g m⁻², equivalente a 3,28 t ha⁻¹ na dose de 12,0 t ha⁻¹, correspondendo a um incremento de 30,4% em relação à menor dose (3,0 t ha⁻¹) de flor-de-seda em base seca incorporada ao solo (Figura 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2002), com doses crescentes de composto de lixo no desenvolvimento do rabanete, com melhor resultado na dose de 120 t ha⁻¹ na produção de massa seca de raízes.

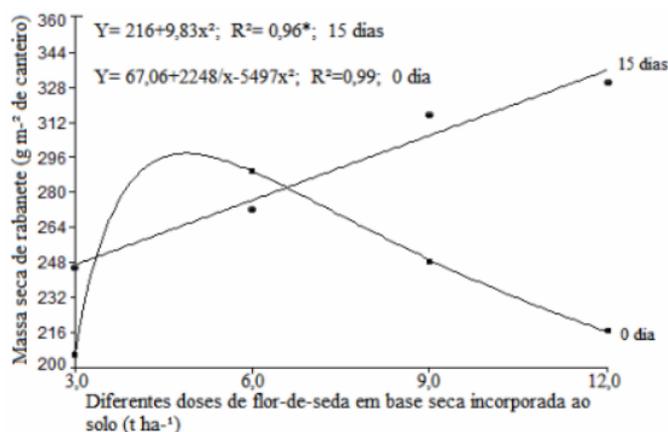


Figura 5. Massa seca de rabanete sob diferentes doses de flor-de-seda em base seca incorporada ao solo. Fonte: Linhares et al. (2011).

Silva et al. (2015) avaliando a rentabilidade do rabanete adubado com flor-de-seda em duas épocas de cultivo no semiárido de Pernambuco observaram que a produtividade comercial de raízes de rabanete obteve comportamento crescente com os tempos de incorporação ao solo da flor-de-seda, até 27,58 t ha⁻¹ no tempo de 22 dias, diminuindo posteriormente até o último tempo avaliado (Figura 6A e 6B). O estudo do tempo de incorporação ao solo do adubo verde permite identificar o momento de sincronia entre a mineralização do resíduo vegetal e o período de máxima exigência nutricional da cultura (Myers et al., 1994).

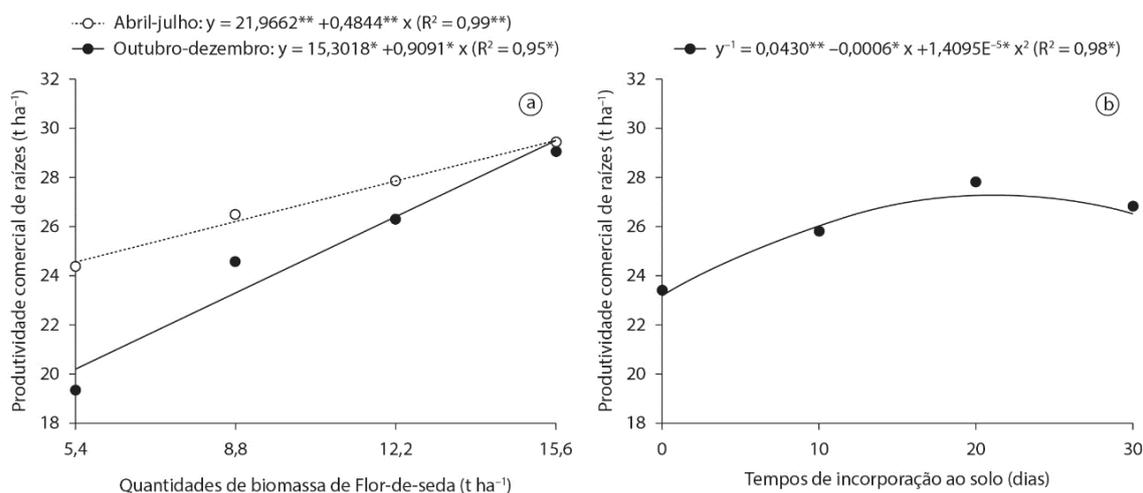


Figura 6. Produtividade comercial de raízes (t ha⁻¹) na produção de um hectare de rabanete da interação das quantidades de flor-de-seda em função das épocas de cultivo (A) e em relação aos tempos de incorporação ao solo (B). Fonte: Silva et al. (2015).

Pereira (2014) avaliando a otimização do consórcio rabanete e caupi-hortaliça adubado com espécie espontânea encontrou produtividade total e comercial de raízes de 11,64 e 10,01 t ha⁻¹ nas quantidades de 47,97 e 49,86 t ha⁻¹ de flor-de-seda, respectivamente (Figura 7). A sincronia entre a decomposição e a mineralização dos resíduos vegetais e a época de maior exigência da cultura, foi provavelmente influenciada pela relação C:N, que no caso desta pesquisa foi de 20:1, onde os nutrientes foram rapidamente mineralizados e absorvidos pela planta, satisfazendo em totalidade a exigência da cultura (Linhares et al., 2011).

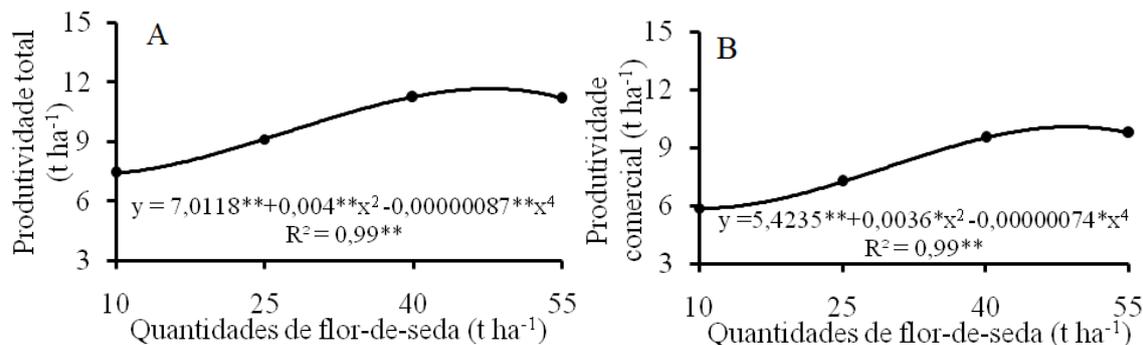


Figura 7. Produtividade total (A) e comercial (B) de raízes de rabanete em função de quantidades de biomassa de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Pereira (2014).

Nunes et al. (2018) estudando a responsividade agroeconômica de associações de rabanete com caupi na presença de diferentes quantidades de *Calotropis procera*, arranjos espaciais e safras de cultivo observaram respostas ascendentes da produtividade total e comercial de raízes como uma função das quantidades de *C. procera*, com valores máximos de 5,70 e 5,08 t ha⁻¹, respectivamente, seguindo o aplicado quantidades de 62,70 e 65,00 t ha⁻¹, respectivamente, no primeiro estação de crescimento, e com valores máximos de 8,56 e 7,60 t ha⁻¹, respectivamente, seguindo as quantidades aplicadas de 49,56 e 46,69 t ha⁻¹, respectivamente, na segunda safra, em seguida, diminuindo até a última quantidade adicionada (Figura 8A).

Desdobrando-se as quantidades de *C. procera* aplicadas dentro a cada arranjo espacial de plantio, também foi observado um aumento da massa seca das raízes em função das quantidades de *C. procera* incorporada ao solo, com valores máximos de 0,37, 0,41 e 0,46 t ha⁻¹ seguindo as quantidades aplicadas de 48,20, 50,76 e 60,42 t ha⁻¹ para 2: 2, 3: 3 e 4: 4 arranjos, respectivamente, diminuindo para o último valor adicionado (Figura 8B).

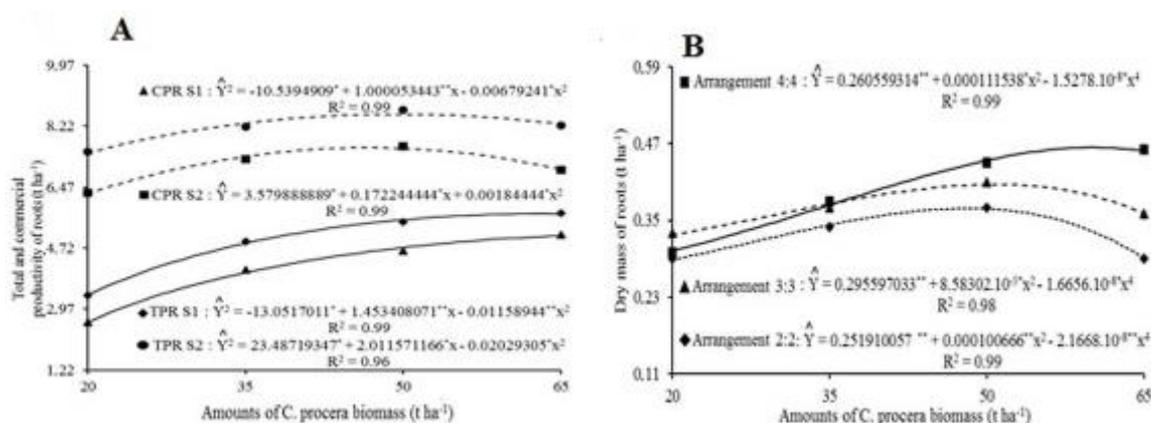


Figura 8. Produtividade total e comercial de raízes (A) e massa seca de raízes (B) de rabanete consorciado com feijão-caupi em dois cultivos diferentes estações do ano e com diferentes quantidades de *C. procera* incorporadas ao solo. Fonte: Nunes et al. (2019).

Cultura da beterraba

A beterraba (*Beta vulgaris*) pertence à família Quenopodiáceae, sendo originária das regiões de clima temperado da Europa e do Norte da África. Apresenta raiz tuberosa de formato globular que se desenvolve quase à superfície do solo, com sabor acentuadamente doce e coloração púrpura utilizada para cultivo em olericultura (Shrestha et al., 2010).

No Brasil, a estimativa de área plantada com beterraba está em torno de 10.000 hectares, com produtividade média oscilando entre 20 e 35 t ha⁻¹, o cultivo é exclusivamente de beterraba para mesa, sendo a cultivar Early Wonder a mais cultivada no país e a cultivar Itapuã 202 a única de origem nacional (Filgueira, 2013). Na região de Mossoró, RN, a cultivar Early Wonder é mais cultivada na região devido a sua adaptação ao clima e solo (Figura 9A e 9B).



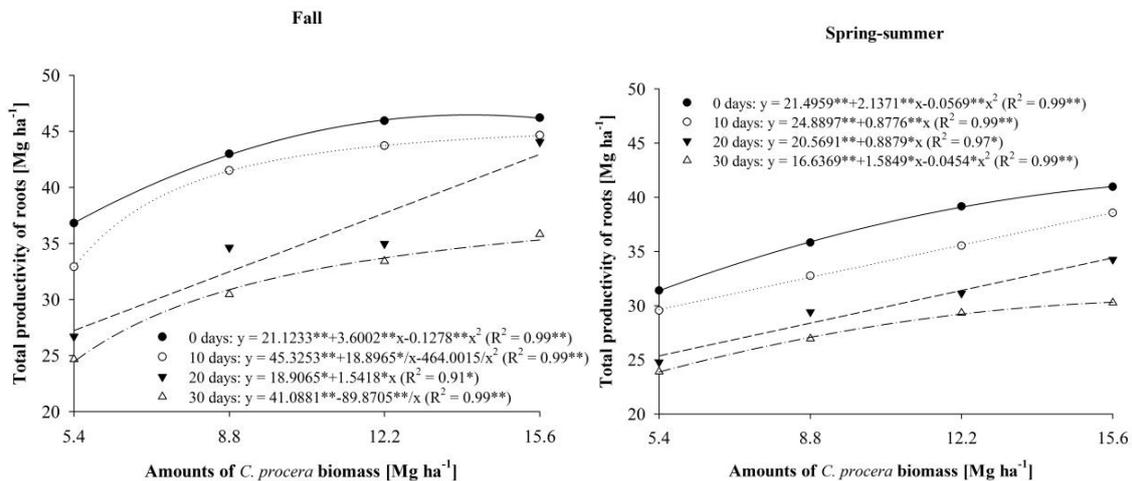
(A)

(B)

Figura 9. Área com plantio de beterraba adubado com flor-de-seda (*Calotropis procera*) na fazenda experimental (A) e avaliação pós-colheita no laboratório do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA.

Foto: Me. Lauvia Moesia Morais Cunha.

Santos et al. (2017) estudando a beetroot production using *Calotropis procera* as green manure in the Brazilian Northeast semiarid encontraram produtividade comercial da beterraba em 35,53 Mg ha⁻¹ utilizando 14,23 Mg ha⁻¹ de *C. procera* adicionado ao solo 10 dias antes do plantio da cultura (Figura 10). No segundo período, a quantidade de 15,6 Mg ha⁻¹ de adubo verde a 0 DBS resultou em produtividade comercial de 33,78 Mg ha⁻¹, seguida dos tratamentos a 10 (29,52 Mg ha⁻¹), 20 (28,54 Mg ha⁻¹) e 30 (26,96 Mg ha⁻¹) DBS (Figura 10).



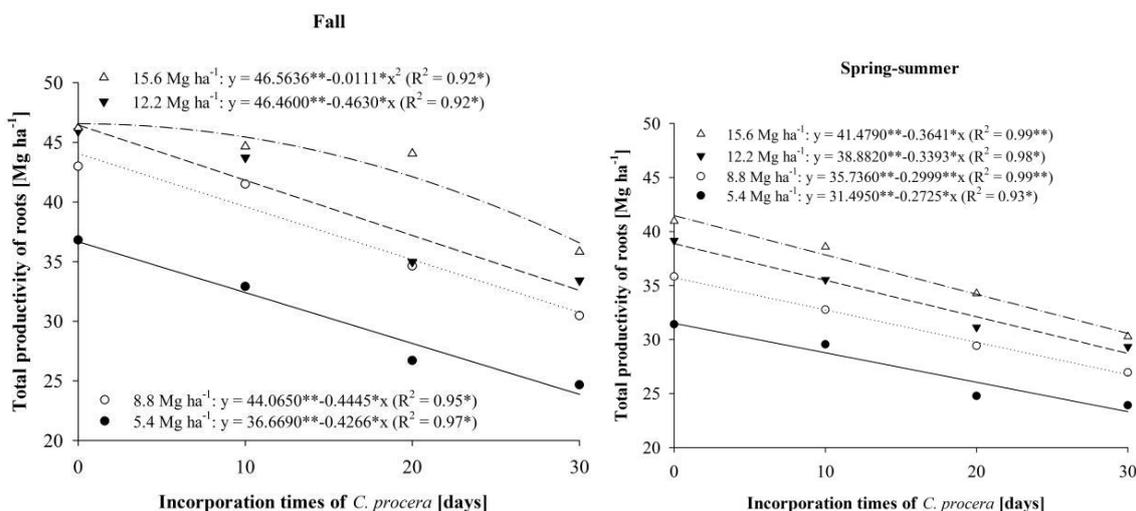


Figura 10. Produtividade total da beterraba em diferentes quantidades de biomassa de *Calotropis procera* e épocas de incorporação ao solo do adubo verde (A. outono; B. primavera-verão) e do inverso (C. outono; D. primavera-verão) dentro de cada estação de cultivo. Fonte: Santos et al. (2017).

Em relação ao desdobramento da interação dos tempos de incorporação ao solo nas quantidades de *C. procera*, não houve ajustes das equações de regressão para a primeira safra (outono) nas quantidades de 5,4 Mg ha⁻¹, 12,2 Mg ha⁻¹ e 15,6 Mg ha⁻¹, mas a produtividade média dessas quantidades foi de 25,86 Mg ha⁻¹, 32,23 Mg ha⁻¹ e 34,22 Mg ha⁻¹, respectivamente (Figura 10). Para a primavera-verão, o tempo estimado de incorporação de 1,26 dias associado a 15,6 Mg ha⁻¹ de *C. procera* resultou no valor máximo de 33,64 Mg ha⁻¹ de produtividade comercial de beterraba (Figura 10).

Um estudo no semiárido Potiguar (Mossoró-RN) demonstrou que o melhor desempenho produtivo da beterraba foi obtido quando fertilizada com *C. procera* na quantidade de 21,0 Mg ha⁻¹, alcançando produtividade total e comercializável de raízes de 18,74 Mg ha⁻¹ e 16,33 Mg ha⁻¹, respectivamente (Batista et al., 2016).

Medeiros et al. (2019) estudando a consorciação de caupi-hortaliça e beterraba sob diferentes quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo encontraram produtividade comercial e total de raízes, observou-se nessa pesquisa, uma resposta crescente em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, com produtividade comercial e total de 18,59 t ha⁻¹ e 22,23 t ha⁻¹ na quantidade de 55 t ha⁻¹ (Figuras 11A e 11B).

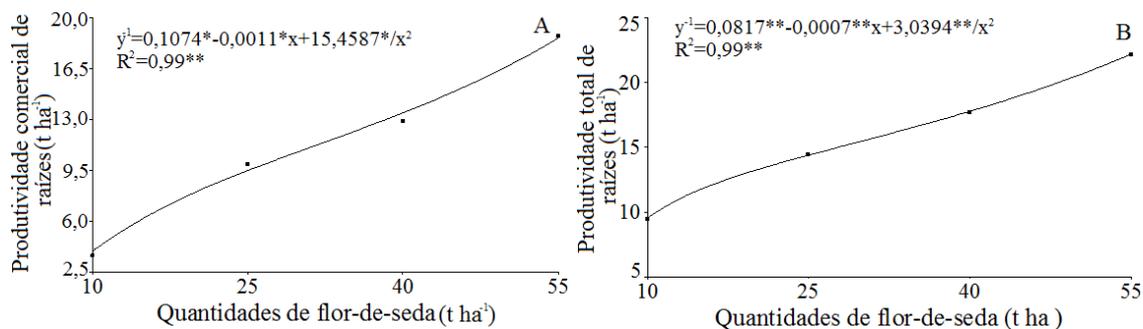


Figura 11. Produtividade comercial (A) e total de raízes de beterraba (B) consorciada com caupi-hortaliça em função das quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Medeiros et al. (2019).

Os valores baixos encontrados para essas características, podem estar associados a uma competição interespecífica causada pelas culturas no período de maior exigência nutricional, em especial pelo potássio que é o nutriente extraído e exportado com maior quantidade para beterraba e segundo elemento mais exigente para o caupi (Grangeiro et al., 2007b; Sampaio; Brasil, 2009), resultando assim, numa redução para essa característica.

Arnaud (2014) estudando a viabilidade agroeconômica da aplicação da flor-de-seda (*Calotropis procera*) em diferentes quantidades e períodos de incorporação na cultura da beterraba encontrou produtividade comercial de raízes, observou-se um comportamento cúbico, com produtividade máxima de 2,44 kg m⁻² de canteiro na quantidade de 2,3 kg m⁻² de canteiro de flor-de-seda incorporada ao solo, havendo decréscimo nas quantidades seguintes (Figura 12A).

Ajustamento de curva linear decrescente foi observado para os períodos de incorporação, com produtividade média de 2,2 kg m⁻² de canteiro de beterraba referente ao período de 0 dia de incorporação da flor-de-seda ao solo (Figura 12B). Houve um decréscimo de 1,35 kg m⁻² de canteiro em relação ao maior período de incorporação (42 dias). A concentração de nitrogênio na flor-de-seda foi 20,0g kg⁻¹ na massa seca aliada a incorporação ao solo na quantidade máxima de 2,3 kg m⁻² de canteiro, provavelmente contribuiu para o maior incremento na característica avaliada.

Outro fator de importância no processo de otimização da quantidade aplicada ao solo, diz respeito à sincronia entre a liberação de nutrientes pelo adubo e o momento de maior exigência da cultura, já que esse processo contribui de sobremaneira para a nutrição da planta no momento de maior exigência (Linhares et al., 2011).

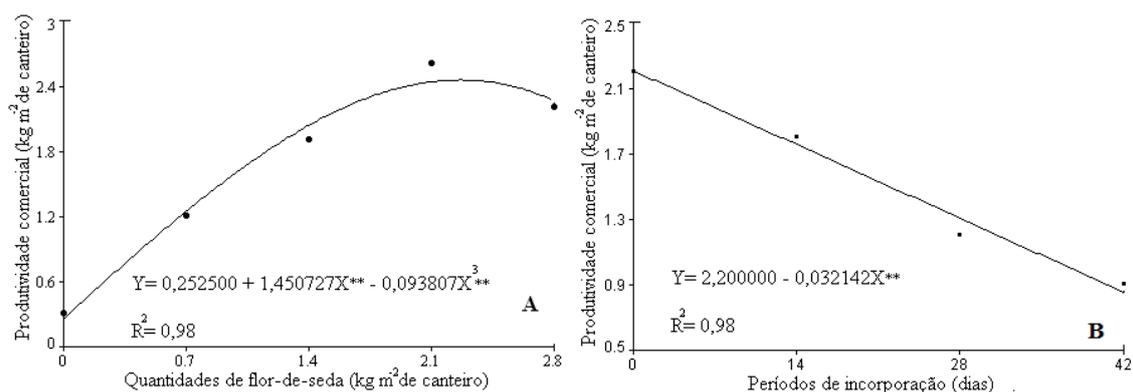


Figura 12. Produtividade comercial de raízes de beterraba sob diferentes quantidades (A) e períodos de incorporação (B) da flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Arnaud (2014).

Moraes et al. (2019) avaliando a effects of diferente roostertree (*Calotropis procera*) amounts and spatial arrangements on the performance of the beet-cowpea intercropping system observaram que o total e o comercial de raízes de beterraba aumentaram com o aumento da quantidade de biomassa de galo com os maiores valores de 19,93 e 16,18 t ha⁻¹, respectivamente, com 65 t ha⁻¹ de biomassa de galo (Figura 13A e 13B). O total e comercial da beterraba aumentaram parcialmente devido ao aumento da disponibilidade de nutrientes, principalmente N, P e K, liberados pelo adubo verde e também devido à melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (Batista et al., 2016).

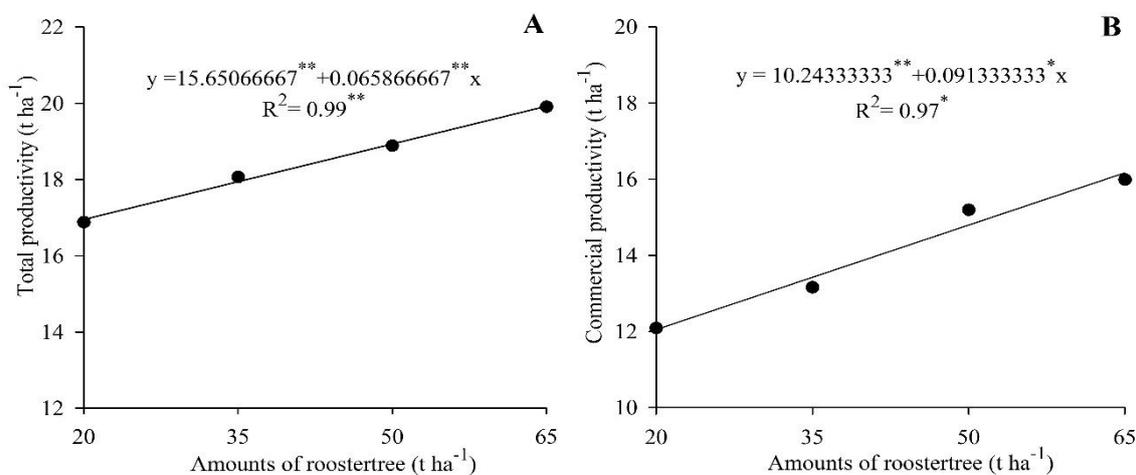


Figura 13. Total (A) and commercial (B) productivity of beet roots intercropped with cowpea-vegetable as a function of amounts of roostertree biomass incorporated into the soil. Fonte: Moraes et al. (2019).

Morais et al. (2018) estudando a habilidade competitiva e biológica do consórcio beterraba com caupi-hortaliça proveniente de adubação verde e de arranjos espaciais encontraram comportamento crescente dos índices de perda ou de ganho real de rendimento do sistema, em função do aumento das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, obtendo-se valor máximo de 0,27 na quantidade de flor-de-seda de 46,88 t ha⁻¹, decrescendo a partir desta dose (Figura 14A). Comportamento crescente, em função das quantidades de flor-de-seda incorporada, foi relatado para o índice de perda ou ganho real de

rendimento da beterraba, constatando-se que, na medida em que se elevam as quantidades de flor-de-seda, aumenta-se esse ganho, obtendo-se valor máximo de 0,26 na quantidade de 65 t ha⁻¹ (Figura 14B).

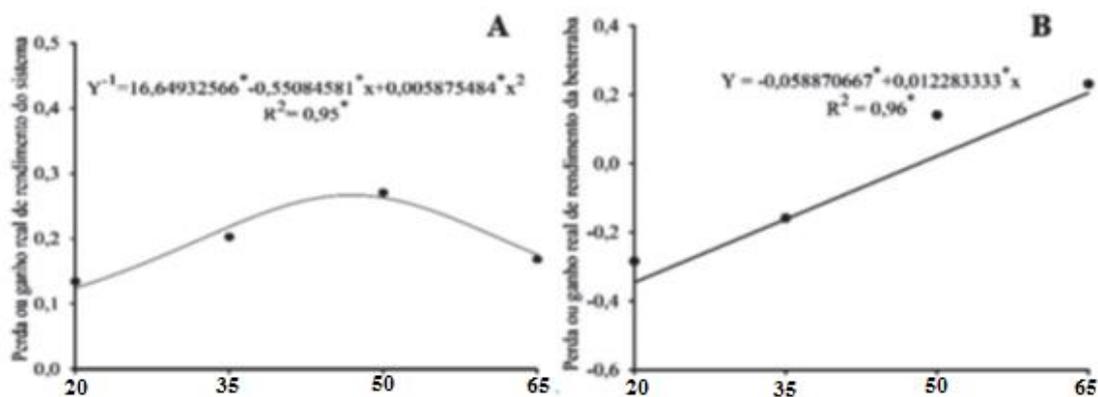


Figura 14. Índices de perda ou de ganho real de rendimento do sistema (A), da beterraba (B) do cultivo consorciado de beterraba com caupi-hortaliça em função de quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Morais et al. (2018).

Guerra et al. (2021) estudando os benefícios produtivos e agroeconômicos no consórcio de beterraba-alface sob adubação orgânica e densidades populacionais observaram superfície de resposta ajustada para esta interação, onde os valores máximos das variáveis agrônômicas acima do solo foram 47,45 e 43,83 cm e 3,43 e 2,94 t ha⁻¹, nas combinações de quantidades eqüitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de 65 e 300 e 65 t ha⁻¹ e 253 mil plantas por hectare na altura da planta e 65 t ha⁻¹ e 150 mil plantas por hectare na massa seca dos brotos da beterraba, respectivamente, nas safras de 2018 e 2019 (Figuras 15A, 15B, 15C, 15D e 15E).

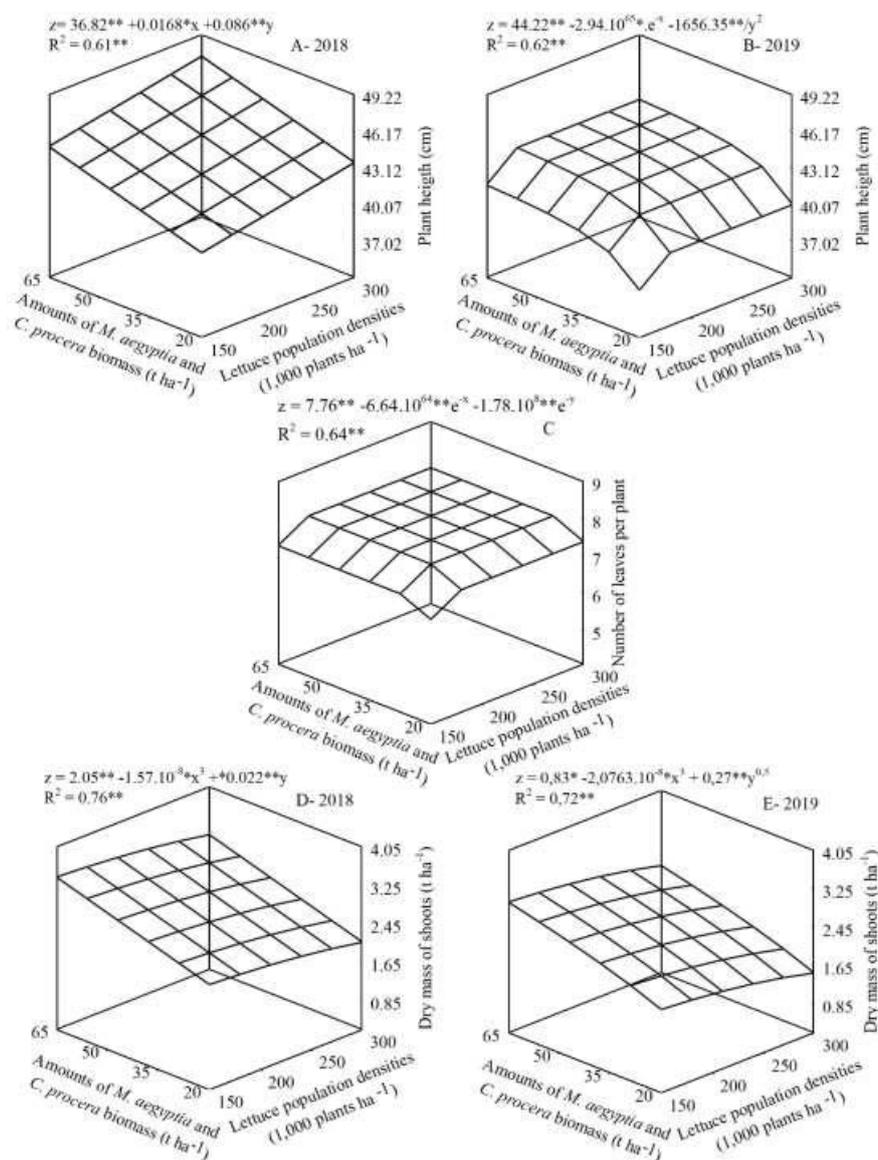


Figura 15. Altura da planta (A e B), número de folhas por planta (C) e massa seca da parte aérea (D e E) da beterraba consorciada com alface em bicultivo em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface nos anos agrícolas de 2018 e 2019. Fonte: Guerra et al. (2021).

Cultura da cenoura

A cenoura (*Daucus carota* subsp. *Sativus*) está entre as cinco hortaliças mais cultivadas no Brasil, sendo Minas Gerais o maior produtor, com 7,1 mil hectares de área plantada e produtividade média de $39,7 t \cdot ha^{-1}$, o que corresponde a 40% da produção nacional; cerca de 80% está localizado nas regiões do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro (Beling, 2017). A melhor época para a colheita da cenoura depende da cultivar, época de semeadura e manejo. Normalmente a colheita é realizada entre 80 a 120 dias após a semeadura (DAS) (Vieira et al., 2008), sendo esse fator de suma importância por ocasião da colheita podendo interferir na produtividade e qualidade das raízes da cenoura.

Na região de Mossoró, RN, agricultores familiares cultivam a cenoura, cultivar Brasília, dada a sua adaptação as condições de solo e clima (Figura 16).



Figura 16. Área com plantio de hortaliça (A e B) em sistema orgânico na fazenda experimental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA. Foto: Me. Lauvia Moesia Morais Cunha.

Silva et al. (2021) avaliando agro-economic indicators for carrot under green manure in a semi-arid environment encontraram Produtividades máximas de raiz total e comercial foram 38,56 e 35,90 t ha⁻¹ quando 47,32 e 47,60 t ha⁻¹ de biomassa de *C. procera* foram incorporados no solo. Máximo longo, médio, curto e as produtividades da raiz da sucata foram 21,06, 12,46, 1,53 e 2,30 t ha⁻¹ quando a biomassa de *C. procera* foi adicionada ao solo em 53,15, 48,06, 40,95 e 45,92 t ha⁻¹, respectivamente (Figura 17A, 17B, 17C e 17D).

Favacho et al. (2017) estudando a eficiência produtiva da cenoura no consórcio de feijão-caupi a partir de adubo verde e espacial arranjos, encontraram resultados semelhantes em relação ao produtividade total e comercial da cenoura e raízes longas e médias, quando maiores quantidades de adubos verdes de *C. procera* foram incorporados.

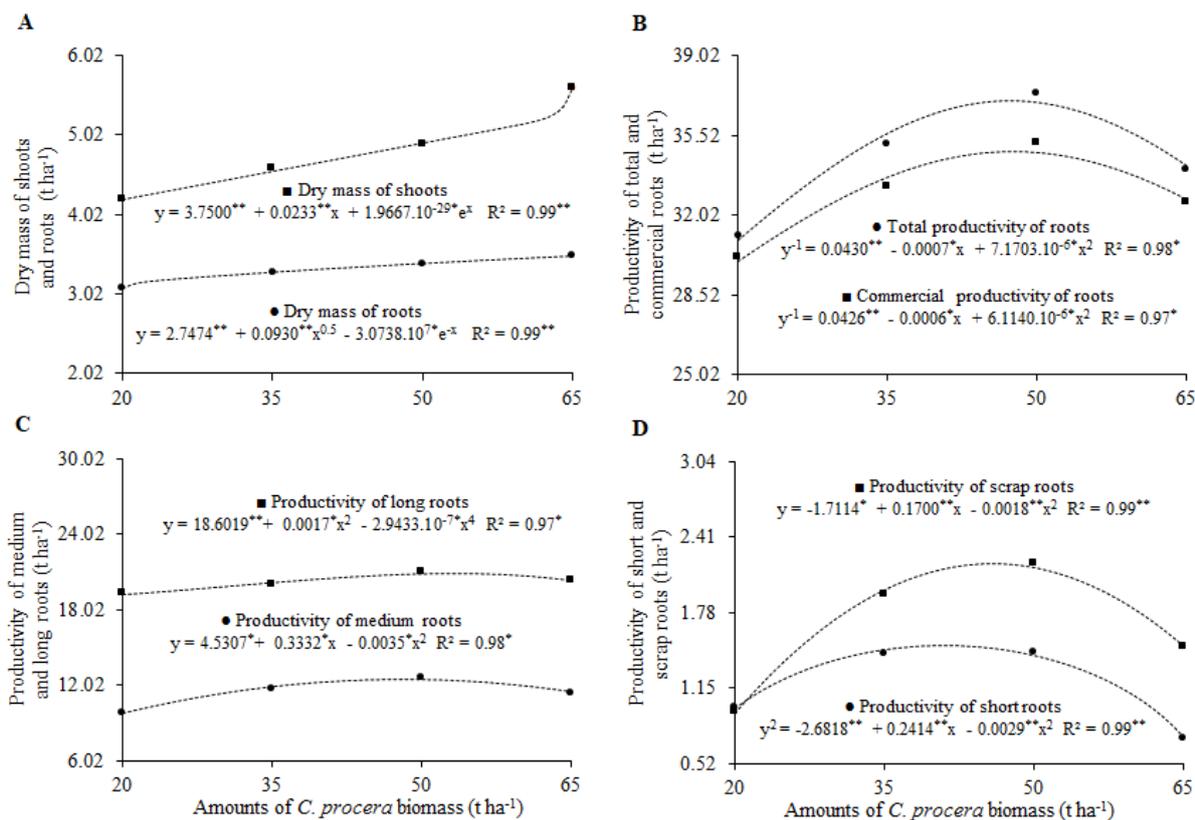


Figura 17. Mean dry mass of shoots and roots (A), total and commercial productivity of roots (B), productivity of medium and long roots (C), and productivity of short and scrap roots (D) of carrot as a function of the amounts of *C. procera* biomass incorporated into the soil. Fonte: Silva et al. (2021).

Souza et al. (2017) estudando agronomic performance of carrot fertilized with roostertree [*Calotropis procera* (AIT). R. BR] in two growing seasons observaram que houve aumento nas características avaliadas com o aumento das doses de flor-de-seda incorporada ao solo, atingindo valores máximos na ordem de 15,6 t ha⁻¹ adubo verde, representando um aumento de 6,21 cm na altura da planta (Figura 18A); 0,51 t ha⁻¹ de raiz massa seca (Figura 18B); 6,56 t ha⁻¹ na raiz total produtividade (Figura 18C) e 4,09 t ha⁻¹ em produtividade comercial de cenouras (Figura 18D) em comparação com a menor quantidade de flor-de-seda utilizada (5,4 t ha⁻¹). A explicação para o desempenho alcançado é plausível na disponibilidade de nutrientes, principalmente N na forma assimilável e no momento de maior demanda da planta, otimizando crescimento e safra produtividade (Batista, 2011).

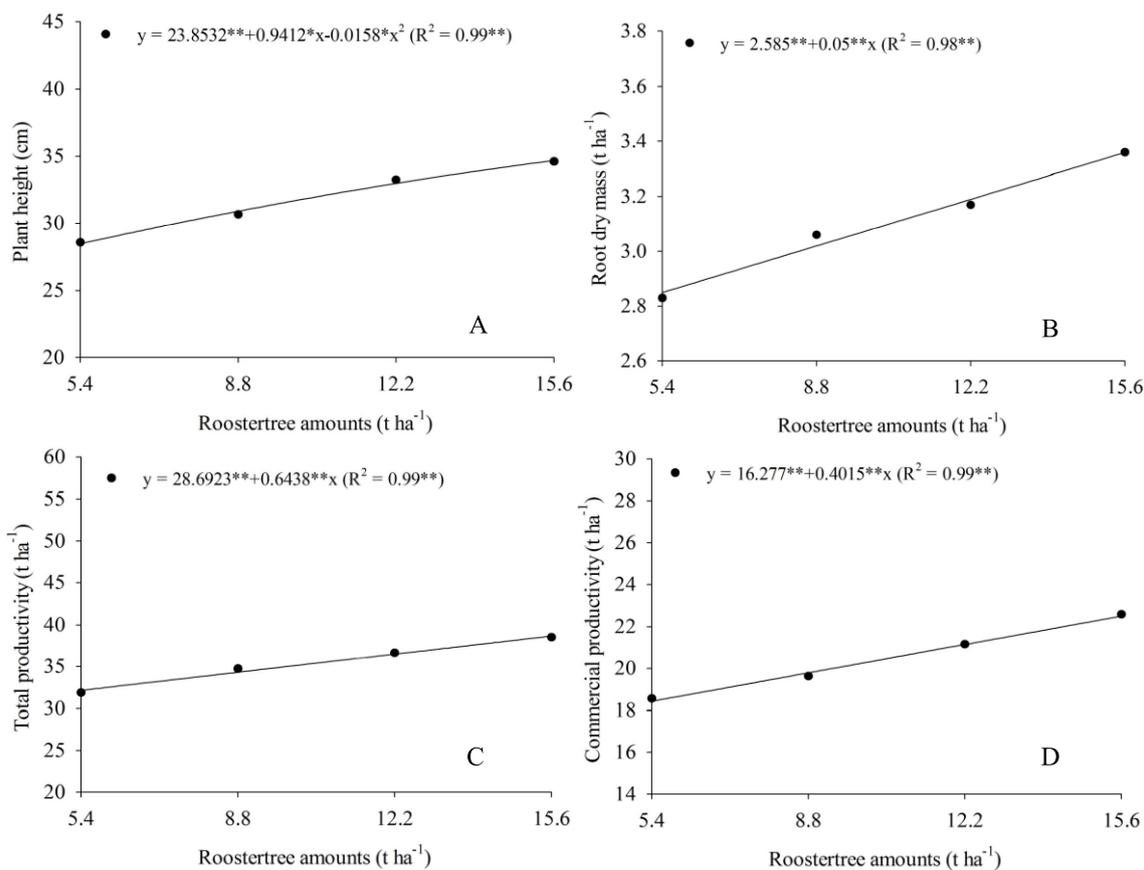


Figura 18. Plant height (A), root dry mass (B), total (C) and commercial (D) productivity of carrot roots in the amounts of roostertree biomass. Fonte: Souza et al. (2017).

Costa et al. (2017) intercropping of carrot x cwpea-vegetables: Evaluation of cultivar combinations fertilized with roostertree observaram que não houve diferenças significativas entre cultivares de feijão-caupi nas produtividades de cenoura de raízes longas, médias e refugo e entre cultivares de cenoura consorciadas nas produtividades de raízes médias e refugo e entre cultivares de cenoura em monocultura nas produtividades de raízes curtas e médias (Tabela 2).

Diferenças estatísticas foram encontradas entre cultivares de feijão-caupi consorciada com cenoura na produtividade de raízes curtas em BRS Itaim, BRS Guariba e Cauamé, excedendo a produtividade de BRS Tumucumaque, e entre cultivares de cenoura consorciada e monocultura em produtividade de raízes longas, com a cultivar Brasília alcançando valores superiores à Alvorada, entre cultivares consorciadas de cenoura na produtividade de raízes curtas, com a cultivar Alvorada obtendo valores superiores à cultivar Brasília, e entre cultivares monocultivos de cenoura na produtividade de raízes longas e sucata, com a cultivar Brasília apresentando valores superiores à cultivar Alvorada (Tabela 2).

Tabela 2. Productivities of long roots (PLR), medium roots (PMR), short roots (PSR), and scrap (PScR) of carrots as a function of cultivars of cowpea-vegetable and carrot in intercropped and monocropped carrot cultivars. Fonte: Costa et al. (2017).

Cowpea-vegetable cultivars	PLR	PMR	PSR	PScR
intercropped with carrot	(t ha ⁻¹)			
BRS Itaim	4.56 a	11.44 a	2.34 a	1.31 a
BRS Tumucumaque	6.76 a	12.57 a	1.73 b	1.22 a
BRS Guariba	6.60 a	13.60 a	2.80 a	1.01 a
BRS Cauamé	5.02 a	13.24 a	2.79 a	0.86 a
Carrot cultivars intercropped with cowpea-vegetable				
Brasília	7.74 a *	12.23 a	1.84 b	1.09 a
Alvorada	3.74 b	13.19 a	2.99 a	1.12 a
Carrot cultivars monocropped				
Brasília	12.74 a	19.11 a	1.17 a	2.07 a
Alvorada	5.57 b	19.83 a	1.94 a	0.71 b
CV (%)	38.13	24.80	38.80	63.46

*Means followed by different lowercase letters in the column differ statistically by Tukey's test at 5% probability.

Silva et al. (2018) avaliando o effect of rooster tree green manure on carrot and lettuce intercropping system encontraram As produtividades de longo, médio e raízes de nível comercial tiveram um ascendente relação com a biomassa da flor-de-seda. Em outras palavras, o rendimento das raízes aumentou com quantidades crescentes da biomassa da flor-de-seda incorporada ao solo. Os valores máximos para essas produtividades foram 5,79 (longo); 12,99 (médio) e 23,08 (comercial) t ha⁻¹, respectivamente, obtido com adição de 55 t ha⁻¹ do estrume verde. Por outro lado, as produtividades de curto, as raízes de sucata e total aumentaram até os valores máximos de 4,34 (curto); 0,92 (refugo) e 23,18 (raízes totais) t ha⁻¹, com as seguintes quantidades da adição de biomassa da árvore de galo, 22,06, 38,97 e 47,05 t ha⁻¹, respectivamente, e então diminuindo até a dose final de adição de biomassa ao solo.

Este aumento na produtividade média da raiz é devido em parte ao aumento da quantidade de árvore de galo biomassa e benefícios da adubação, dias antes de plantio, fornecendo assim nutrientes que podem ser facilmente absorvido e acumulado pelas plantas (Silva et al., 2015).

Silva et al. (2013) estudando a produção de cenoura fertilizada com flor-de-seda [*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.] Observaram-se aumento na produtividade comercial e total de raízes de cenoura com o aumento das quantidades de flor-de-seda aplicadas ao solo da ordem de 12,41 t ha⁻¹ e 12,00 t ha⁻¹, respectivamente, entre a menor e a maior quantidade de flor-de-seda (Figuras 19C e 19D). O aumento na produtividade pode estar relacionado possivelmente à concentração de nitrogênio da flor-de-seda, tendo em vista, que a altura corte da espécie condiciona a mesma a uma relação de carbono/nitrogênio inferior a 30/1, contribuindo para a predominância da mineralização (Linhares, 2009).

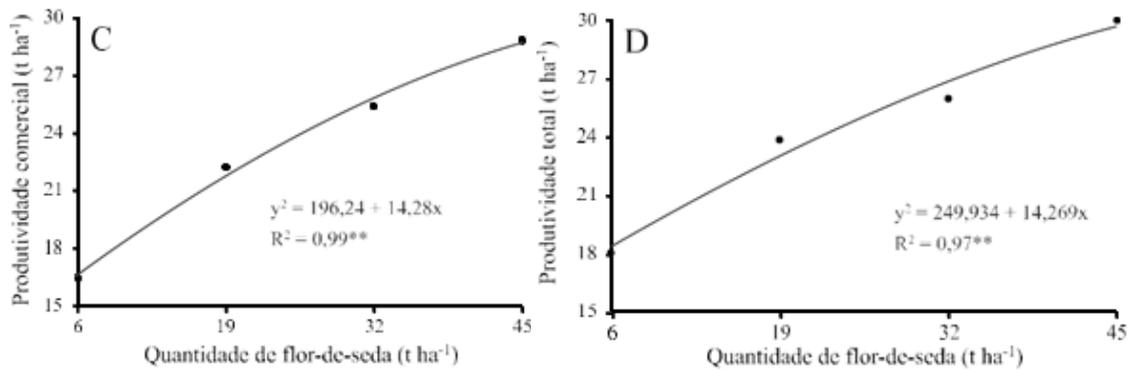


Figura 19. Produtividade comercial (C) e produtividade total (D) de raízes de cenoura em função de quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Silva et al. (2013).

Favacho et al. (2017) estudando a productive and economic efficiency of carrot intercropped with cowpea-vegetable resulting from green manure and diferente spatial arrangements encontraram para produtividades total e comercial, comportamento crescente observado em função do aumento nas quantidades de biomassa flor-de-seda até o máximo valores de 35,77 e 33,06 t ha⁻¹, nos montantes de 27,60 e 26,31 t ha⁻¹, respectivamente, diminuindo então, até o última quantidade adicionada ao solo (Figuras 20A e 20B). O aumento na produtividade da cenoura se deva possivelmente a maior disponibilidade de nutrientes por ocasião do momento de maior exigência da cultura (Linhares, 2013).

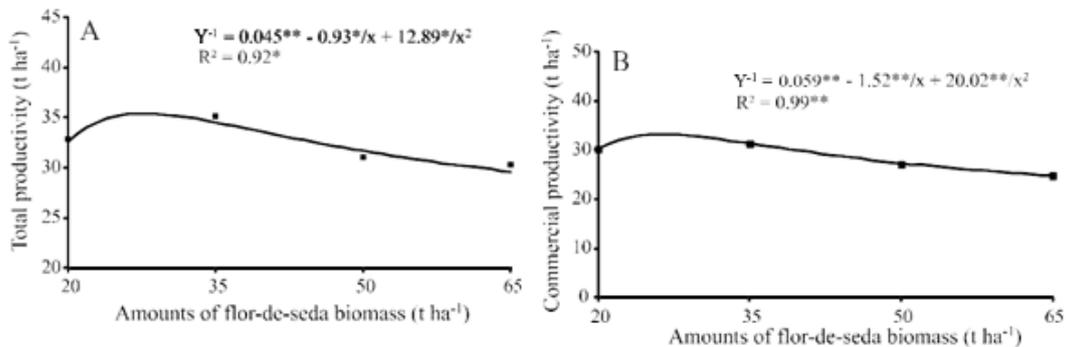


Figura 20. Produtividade total (A) e produtividade comercial (B) de raízes de cenoura em função de quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Favacho et al. (2017).

Bezerra Neto et al. (2019) avaliando a productive viability and profitability of carrot-cowpea intercropping using diferente amounts of *Calotropis procera* observaram que a produtividade comercial de raízes de cenoura aumentou com o aumento da quantidade de *C. procera* incorporado ao solo, até o valor de 17,31 t ha⁻¹ usando a quantidade de *C. procera* de 48,05 t ha⁻¹, diminuindo então, até a última quantidade adicionada (Figura 21). Esta diminuição pode ser atribuída à lei do máximo, onde o excesso de um nutriente no solo pode causar um efeito tóxico e/ou diminuir a eficácia de outros, levando a uma redução geral na produção das culturas (Almeida et al., 2015).

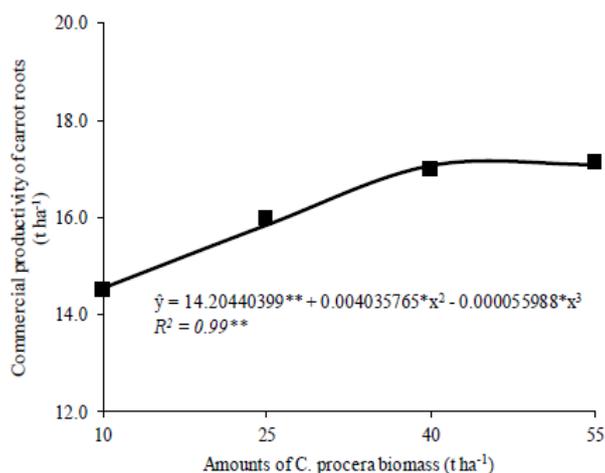


Figura 21. Produtividade comercial de cenoura em sistema de consórcio com feijão sob diferentes quantidades de *Calotropis procera* incorporado ao solo. Fonte: Bezerra Neto et al. (2019).

Martins et al. (2018) estudando a productivity and economic viability of carrot fertilized with *Calotropis procera* in diferente growing seasons observaram que a produtividade comercial de raízes de cenoura aumentou com doses crescentes de galos incorporados no solo, atingindo um valor máximo (22,54 Mg ha⁻¹) na quantidade de 15,6 Mg ha⁻¹, correspondendo a um aumento de 4,09 Mg ha⁻¹ em relação à menor quantidade de galos usados (Figura 22). O aumento na produtividade pode estar relacionado possivelmente à concentração de nitrogênio da flor-de-seda, tendo em vista, que a altura corte da espécie condiciona a mesma a uma relação de carbono/nitrogênio inferior a 30/1, contribuindo para a predominância da mineralização (Linhares, 2009).

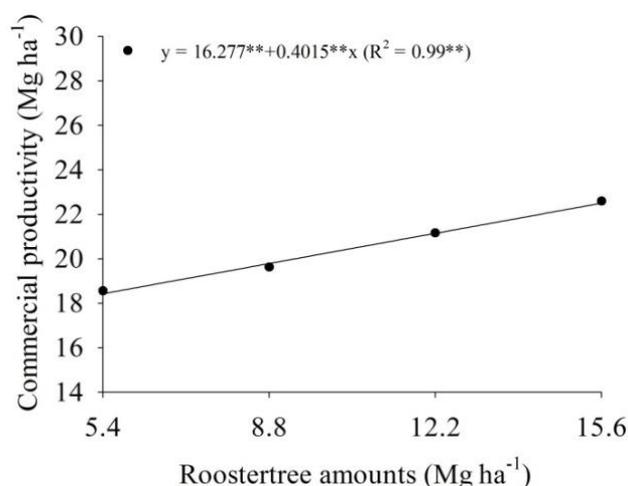


Figura 22. Produtividade comercial de cenoura em função de diferentes quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Martins et al. (2018).

Silva et al. (2021) estudando agro-economic indicators for carrot under green manure in a semi-arid environment observaram que a massa seca da parte aérea e raízes assumiu uma forma ascendente em função da biomassa de *C. procera* adicionado ao solo. Máximo de rebento de cenoura e raiz seca massa

(5,69 e 3,50 t ha⁻¹, respectivamente) foram observadas no tratamento com maior (65,00 t ha⁻¹) biomassa de *C. procera* incorporada em o solo (Figura 23A). Produtividades máximas de raiz totais e comerciais foram 38,56 e 35,90 t ha⁻¹ quando 47,32 e 47,60 t ha⁻¹ de biomassa de *C. procera* foram incorporados no solo. Máximo longo, médio, curto e as produtividades da raiz da sucata foram 21,06, 12,46, 1,53 e 2,30 t ha⁻¹ quando a biomassa de *C. procera* foi adicionada a o solo em 53,15, 48,06, 40,95 e 45,92 t ha⁻¹, respectivamente (Figura 23B, 23C e 23D).

O aumento na produtividade pode estar relacionado possivelmente à concentração de nitrogênio da flor-de-seda, tendo em vista, que a altura corte da espécie condiciona a mesma a uma relação de carbono/nitrogênio inferior a 30/1, contribuindo para a predominância da mineralização (Linhares, 2009).

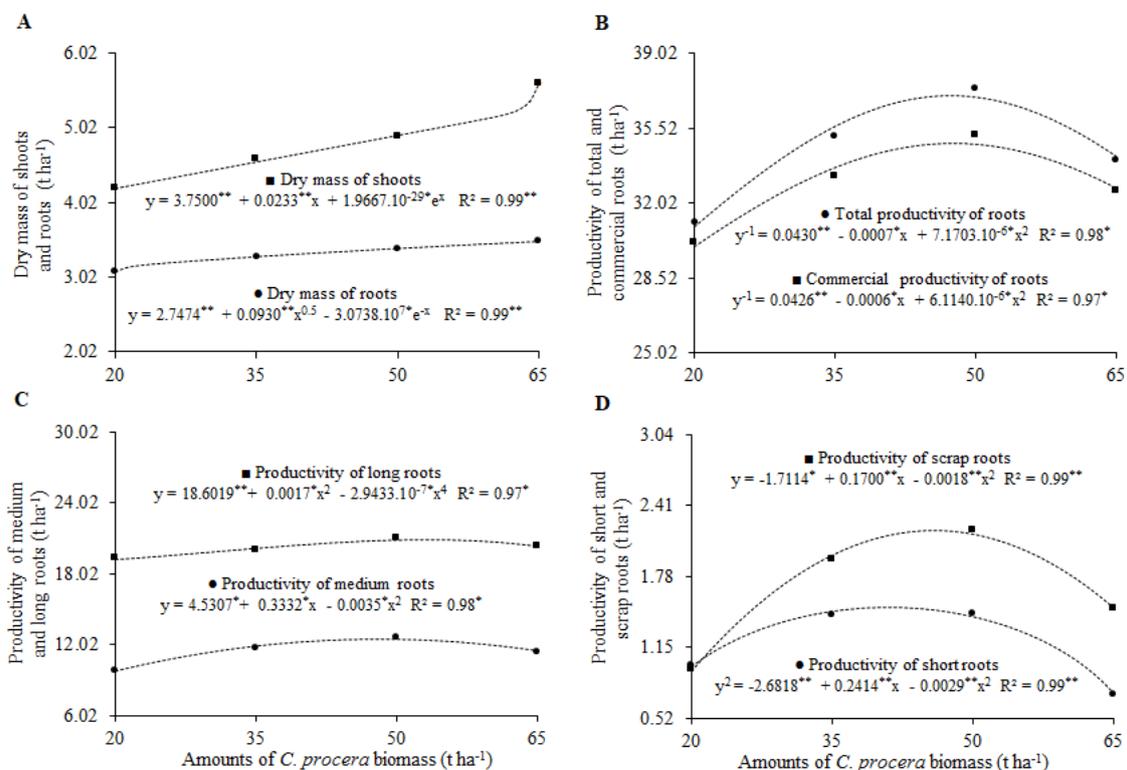


Figura 23. Massa seca média da parte aérea e raízes (A), produtividade total e comercial das raízes (B), produtividade do meio e raízes longas (C), e produtividade de raízes curtas e sucatas (D) de cenoura em função das quantidades de *C. procera* incorporada ao solo. Fonte: Silva et al. (2021).

Linhares et al. (2014) estudando o cultivo orgânico da cenoura adubado com flor-de-seda (*Calotropis procera*) sob quantidades e formas de aplicação encontraram para a produtividade total houve incremento com a aplicação de flor-de-seda, com valores médios de 34,6 t ha⁻¹ e 3,8 kg m⁻² de canteiro (Figura 24A e 24B). Ajustando-se uma equação de raiz quadrática em função das diferentes quantidades de flor-de-seda, com valor médio de 20,3 t ha⁻¹ e 2,7 kg m⁻² de canteiro na produtividade comercial da cenoura. Para a produtividade comercial de cenoura, houve aumento com adição de flor-de-seda ao solo, com valores de 20 t ha⁻¹ e 2,7 kg m⁻² na quantidade de 20 t ha⁻¹ de flor-de-seda incorporada ao solo (Figura 25A e 25B).

Em relação às formas de aplicação, a disposição do material em cobertura, contribuiu para um maior ganho em produtividade, quando comparado aos tratamentos incorporado e 50% cobertura com 50% incorporado, com valores médios de 2,8; 2,4 e 2,1 kg m⁻² de canteiro respectivamente, correspondendo a um aumento de 16 e 33% (Tabela 3).

Esses valores médios de produtividade total e comercial estão na faixa da produtividade média dos agricultores que trabalham em sistema orgânico de produção na região de Mossoró, evidenciando a espécie flor-de-seda, como alternativa de adubo verde na produção orgânica de hortaliças.

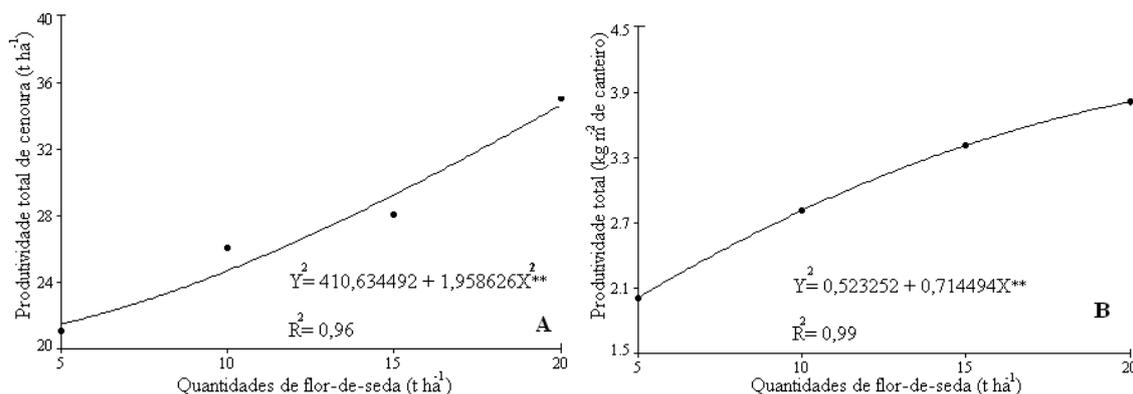


Figura 24. Produtividade total em t ha⁻¹ (A) e produtividade total em kg m⁻² de canteiro (B) de cenoura adubada com diferentes quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Linhares et al. (2014).

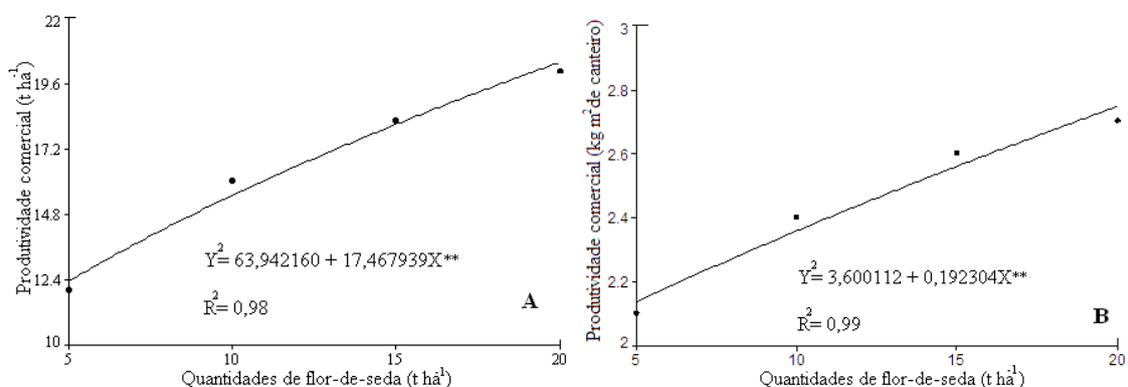


Figura 25. Produtividade comercial em t ha⁻¹ (A) e produtividade comercial em kg m⁻² de canteiro (B) de cenoura adubada com diferentes quantidades de flor-de-seda. Fonte: Linhares et al. (2014).

Tabela 3. Altura (cm planta⁻¹), número de hastes por planta (NH), comprimento (cm planta⁻¹), diâmetro (cm planta⁻¹) e produtividade comercial da cenoura (kg m⁻²). Fonte: Linhares et al. (2014).

Formas de aplicação da flor-de-seda	AT	NH	CP	DIÂM	PD
Cobertura	35,0a	10,1a	18,7a	3,8a	2,8a
50% cobertura com 50% incorporado	31,4b	9,8a	16,8b	3,2b	2,4b
Incorporado	30,2c	9,8a	16,4b	3,2b	2,1c
CV (%)	15,8	19,7	10,6	14,0	10,7

† Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Bezerra et al. (2012) estudando a performance agrônômica da cenoura em cultivo consorciado com coentro sob diferentes quantidades de flor-de-seda (*Calotropis procera*) encontraram produtividade total e comercial de 32,3 e 31,1 t ha⁻¹ na quantidade de 45,0 t ha⁻¹ de flor-de-seda incorporada ao solo (Figura

26A e 26B). A percentagem média de raízes médias e longas de cenoura foi de 73,6% e 23,4% nas quantidades de 25 e 45 t ha⁻¹ de flor-de-seda incorporada ao solo. Esses valores foram superiores aos obtidos por Oliveira et al. (2011), com percentagem média de 49,3 e 17,22%, na quantidade de 15,6 t ha⁻¹ de jitrana incorporada ao solo.

Santos et al. (2011) avaliando o efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico, encontraram produtividade comercial de 36 t ha⁻¹ de cenoura (Cultivar Brasília) com a aplicação de 25 t ha⁻¹ de guandu associado a 8,0 t ha⁻¹ de esterco bovino. Assim como Oliveira et al. (2011), trabalhando com cenoura fertilizada com jitrana, obtiveram produtividade comercial de 14,94 t ha⁻¹ na quantidade de 15,6 t ha⁻¹, inferiores ao referido trabalho. Em relação à massa da matéria seca de cenoura, houve comportamento crescente em relação às quantidades de flor-de-seda, com valor médio de 8,0 t ha⁻¹. Porém, Linhares et al. (2014), em pesquisa com cenoura adubada com palha de carnaúba e Jitrana obtiveram produtividade total de 40 t ha⁻¹, valor superior aos observados neste trabalho.

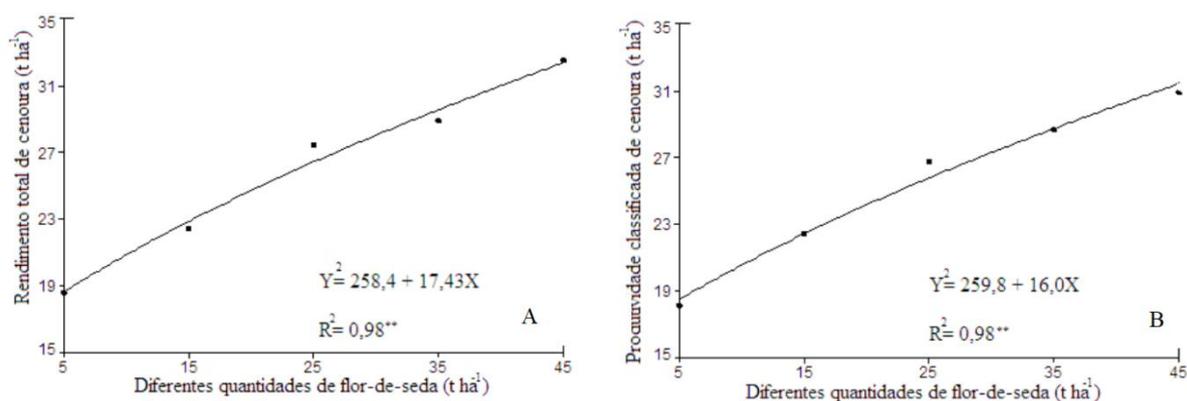


Figura 26. Rendimento total (A) e comercial (B) da cenoura sobre diferentes quantidades da flor-de-seda incorporadas. Fonte: Bezerra et al. (2012).

Feijão verde

O feijão-caupi é uma das principais leguminosas de valor econômico cultivado no semiárido nordestino que pode complementar a cultura da cenoura, também de alto valor econômico e nutricional em sistema consorciado, por possuir arquitetura e sistema radicular diferentes da cenoura. Essa leguminosa é consumida em forma de vagem verde, onde seus grãos verdes, chamados de feijão verde, são matéria-prima para diversos pratos regionais, além de serem utilizados como adubo verde (Santos et al., 2009). Quando cultivado para consumo na forma de grãos frescos é tratado como vegetal, por isso é denominado feijão-caupi (Costa et al., 2017).

Bezerra Neto et al. (2019) avaliando a productive viability and profitability of carrot-cowpea intercropping using diferente amounts of *Calotropis procera* observaram aumento no rendimento de grãos verdes de feijão-caupi foi observada com o quantidades de *C. procera* até o rendimento de 1293,99 kg

ha⁻¹ no valor de 45,51 t ha⁻¹ de adubo verde, diminuindo então até a última quantidade adicionado (Figura 27).

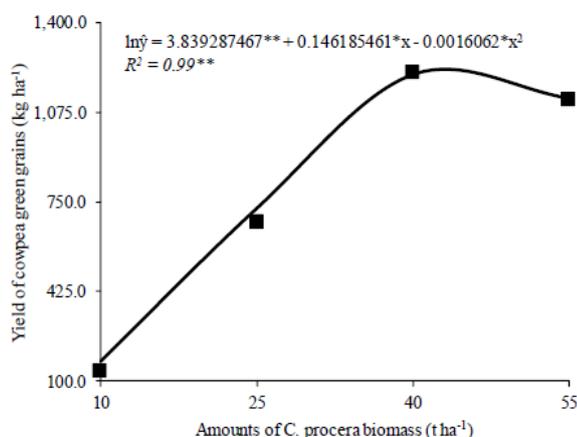


Figura 27. Rendimento de grãos verdes de feijão-caupi em sistema de consórcio sob diferentes quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Bezerra Neto et al. (2019).

Vieira et al. (2018) estudando a technical-economic efficiency of the yield of green graiens of cowpea fertilized with roostertree observaram para o número de grãos verdes por vagem, um função quadrática foi observada, e para o rendimento de grãos verdes e massa seca de grãos verdes, um cúbico função foi obtida, contra quantidades crescentes de biomassa da flor-de-seda adicionada ao solo; eles registraram um aumento em seus valores até 6,96, 3,05 e 1,24 t ha⁻¹ nas quantidades de biomassa da flor-de-seda de 58,9, 61,0 e 57,3 t ha⁻¹, respectivamente (Figuras 28A, 28B, 28C e 28D). Para o peso de 100 grãos verdes, um comportamento linear crescente foi observado com o quantidades de galos adicionadas ao solo. Para cada tonelada de aumento na quantidade de flor-de-seda, um aumento de 0,07 g no peso de 100 grãos verdes foi gravado. Um valor de 39,12 t ha⁻¹ foi obtido no dose máxima de 65 t ha⁻¹ de adubo verde (Figura 28B).

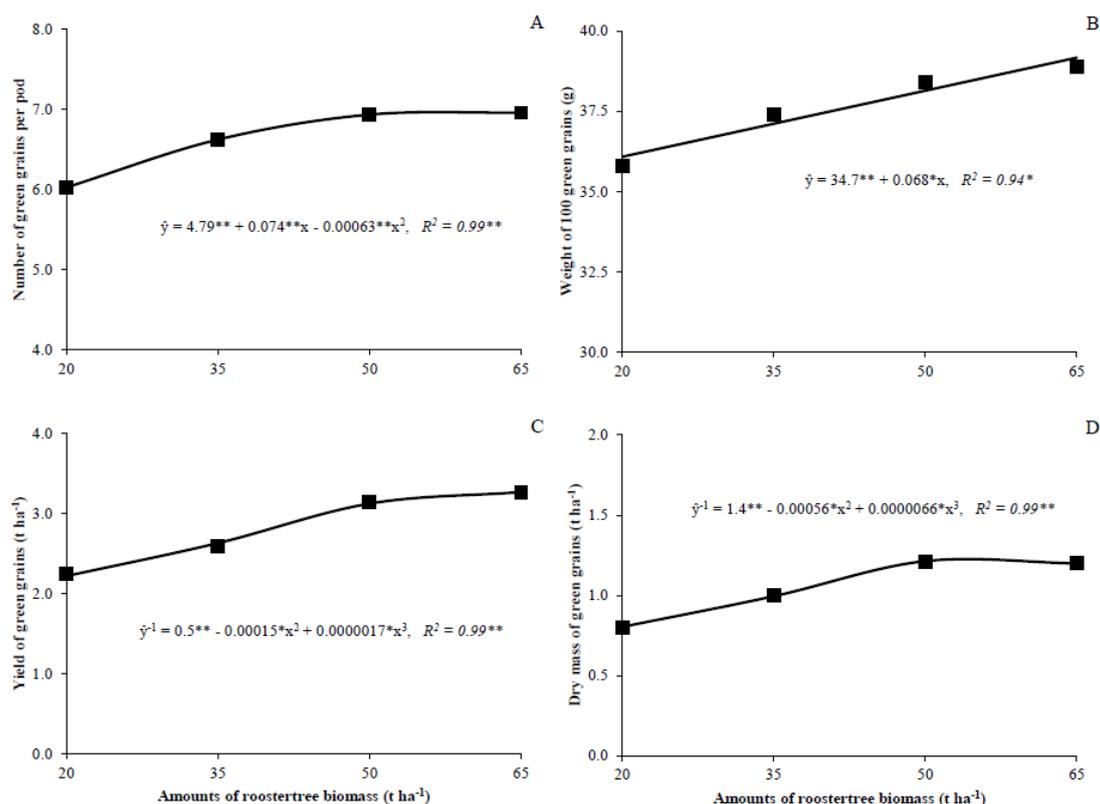


Figura 28. Número de grãos verdes por vagem (A), rendimento de grãos verdes (B), peso de 100 grãos verdes (C) e peso seco de grãos verdes (D) de feijão-caupi em função da quantidade de flor-de-seda adicionada ao solo. Fonte: Vieira et al. (2018).

Medeiros et al. (2019) estudando a consorciação de caupi-hortaliça e beterraba sob diferentes quantidades de flor-de-seda Para o peso de 100 grãos e número de grãos por vagem de caupi-hortaliça, observou-se aumento com as quantidades crescentes de flor-de-seda incorporadas ao solo, até 32,1 g e 7 grãos nas quantidades de 47,53 e 46,49 t ha⁻¹ de flor-de-seda, respectivamente, decrescendo em seguida, até a última quantidade adicionada no solo (Figuras 29A e 29B). Observou-se também aumento no peso de grãos frescos e no peso de vagens frescas de caupi-hortaliça até os pesos de 801,86 e 1519,59 kg ha⁻¹, nas quantidades de 46,89 e 46,98 t ha⁻¹, respectivamente, diminuindo em seguida, até a última quantidade adicionada (Figuras 30A e 30B).

A resposta otimizada dessas variáveis em função do aumento nas quantidades de adubação de flor-de-seda, pode ser justificada pelo maior fornecimento de nutrientes às plantas de caupi-hortaliça, obtido a partir da coexistência entre a decomposição e mineralização e da época de maior demanda nutricional das culturas (Fontanétti et al., 2006).

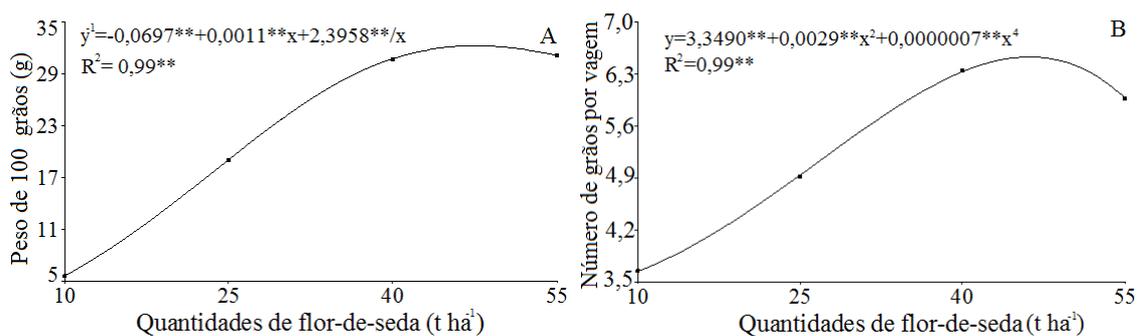


Figura 29. Peso de 100 grãos (A) e número de grãos por vagem (B) de caupi-hortaliça consorciada com beterraba em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Fonte: Medeiros et al. (2019).

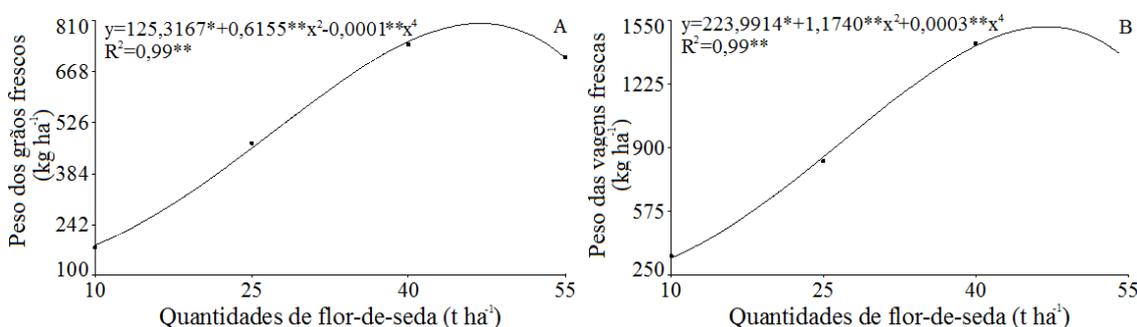


Figura 30. Peso dos grãos frescos (A) e peso das vagens frescas (B) de caupi-hortaliça consorciada com beterraba em função das quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo. Fonte: Medeiros et al. (2019).

Favacho et al. (2017) estudando a productive and economic efficiency of carrot intercropped with cowpea-vegetable resulting from green manure and diferente spatial arrangements observaram efeito isolado de cada fator em o número de frutos verdes por metro quadrado, produtividade e peso seco de vagens verdes, foi registrada uma crescente resposta com aumento nas quantidades de biomassa flor-de-seda incorporada ao solo, atingindo os valores máximos de 83 frutos por metro quadrado, e de 2,30 e 0,28 t ha⁻¹, respectivamente, na quantidade de 65 t ha⁻¹ de flor-de-seda biomassa adicionada ao solo (Figuras 31A, 31B e 31C).

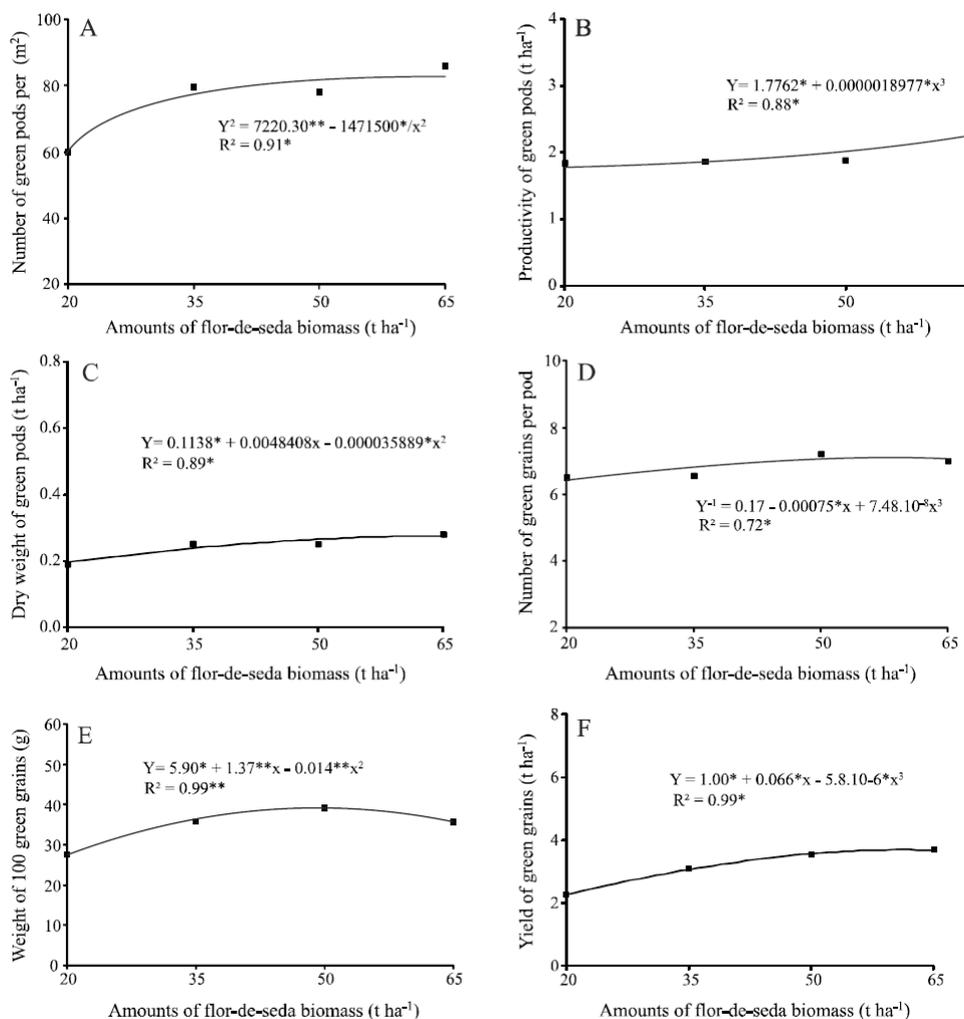


Figura 31. Número de vagens verdes por metro quadrado (A), produtividade de vagens verdes t ha⁻¹ (B), peso seco de vagens verdes t ha⁻¹ (C), número de grãos verdes por vagem (D), peso de 100 verdes grãos em g (E) e rendimento de grãos verdes t ha⁻¹ (F) de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) consorciado com cenoura (*Daucus carota* L.) em função das quantidades de biomassa de flor-de-seda incorporadas no solo. Fonte: Favacho et al. (2017).

Esta mesma resposta crescente também foi observada como em função das quantidades de adubo verde incorporadas ao solo para o número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes e rendimento de grãos verdes até o máximo valores de 7 grãos, 39,31 g e 3,69 t ha⁻¹, respectivamente, nas quantidades de 58, 48,84 e 61 t ha⁻¹ de flor-de-seda adicionado ao solo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida AES, Bezerra Neto F, Costa LR, Silva M, Lima JSS, Barros Júnior APB (2015). Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. *Revista Caatinga*, 28(3): 79 – 85.
- Andreola F, Costa LM, Olszewski N, Jucksch IA (2000). Cobertura do vegetal de inverno e a adubação orgânica e ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, 24(2): 867-874.

- Arnaud, Edinaldo Rocha (2017). Viabilidade agroeconômica da aplicação da flor-de-Seda (*Calotropis procera*) em diferentes quantidades e períodos de incorporação na cultura da beterraba. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustrial), Universidade Federal de Campina Grande-UFG, 46f.
- Batista MAV, Bezerra Neto F, Silva ML, Ambrósio MMQ, Cunha JLXL (2016). Soilplant attributes and beet production influenced by fertilization with species of Brazilian Caatinga. *Horticultura Brasileira*, 34(1): 31-38.
- Batista MAV, Vicéria LA, Sousa JP, Freitas JDB, Bezerra Neto F (2012). Efeito de diferentes fontes de adubação sobre a produção de alface no município de Iguatu-CE. *Revista Caatinga*, 25(3): 8-11.
- Batista MAV (2011). Adubação verde na produtividade, qualidade e rentabilidade de beterraba e rabanete. Mossoró; Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido-UFERSA, 123p.
- Bezerra AKH, Bezerra Neto F, Linhares PCF, Pereira MFS, Silva ML, Sousa KN (2012). Performance agrônômica da cenoura em cultivo consorciado com coentro sob diferentes quantidades de flor-de-seda. *Horticultura Brasileira* 30: S5178-S5185.
- Costa AP, Bezerra Neto F, Silva ML, Lima JSS, Barros Júnior AP, Porto VCN (2017). Intercropping of carrot x cowpea-vegetables: evaluation of cultivar combinations fertilized with roostertree. *Revista Caatinga* 30(2): 633-641.
- Espindola JAA, Almeida DL, Guerra JGM (2004). Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica, Embrapa Agrobiologia, *Seropédica*, 24 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 174).
- Favero C, Jucksch I, Costa LM, Alvarenga RC, Neves JCL (2000). Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24(1): 171-177.
- Filgueira FAR (2013). Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. *Viçosa*: UFV. 402 p.
- Favacho FS, Lima JSS, Bezerra Neto F, Silva JN, Barros Júnior AP (2017). Eficiência produtiva e econômica do consórcio de cenoura x caupi proveniente de adubação verde e arranjos espaciais. *Revista Ciência Agronômica*, 48(1):337-346.
- Fontanetti A, Carvalhalho GJ, Gomes LAA, Almeida K, Moraes SRG, Teixeira CM (2006). Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*. 24(2): 146-150.
- Grangeiro LC, Negreiros MZ, Souza BS, Azevêdo PE, Oliveira SL, Medeiros MA (2007). Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. *Ciências e Agrotecnologia*, 31(2): 267-273.
- Graham MH, Haynes RJ (2006). Organic matter status and the size, activity and metabolic diversity of the soil microbial community in the row and inter-row of sugar cane under burning a trash retention. *Soil Biology & Biochemistry*, 38(1): 21- 31.

- Henriques Azevedo GPS, Linhares PCF, Solano BO, Paulino RC, Pereira MFS (2011). Efeito residual de flor-de-seda [*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton] no desempenho agrônômico do rabanete. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia- Fortaleza/CE- 12 a 16/12/2011.
- Linhares PCF, Maracaja PB, Duarte J, Ianaskára R (2014). Períodos de incorporação da jitrana mais palha de carnaúba na produtividade de cenoura. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 10(3): 100-104.
- Linhares PCF (2013) Adubação verde como condicionadora do solo. *Revista Campo e negócios*, 11(127): 22-23.
- Linhares PCF, Sousa AJP, Pereira MFS, Alves RF, Maracajá PB (2012). Proporções de jitrana (*Merremia aegyptia* L.) com flor-de-seda (*Calotropis procera*) no rendimento de coentro. *Agropecuária científica no Semi-árido*, 8(4): 44-48.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Maracajá PB, Sousa JS, Sousa LCFS (2011a). Cultivo do coentro em sucessão a cultura da alface. *Revista Verde*, 6(2): 201-207.
- Linhares PCF, Silva ML, Pereira MFS, Bezerra AKH, Paiva ACC (2011b). Quantidades e tempos de decomposição da flor-de-seda no desempenho do rabanete. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(1): 168-173.
- Linhares PCF, Pereira MFS, Oliveira BS, Henriques GPSA, Maracajá PB (2010). Produtividade de rabanete em sistema orgânico de produção. *Revista verde*, 5(5): 94-101.
- Linhares PCF (2009a). Vegetação espontânea com adubo verde no desempenho agroeconômico de hortaliças folhosas. Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Tese), Mossoró, RN. 109p.
- Linhares PCF, Silva ML, Borgonha W, Maracajá PB, Madalena JAS (2009b). Velocidade de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico da rúcula cv. Cultivada. *Revista verde*, 4(2): 46-50.
- Medeiros MLS, Demartelaere ACF, Lima JSS, Silva ML, Pádua GVG (2019). Consorciação de caupi-hortaliça e beterraba sob diferentes quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(1): 12-20.
- Moraes EC, Lima JSS, Bezerra Neto F, Linhares PCA, Costa AP, Crispim JF, Andrade LIF, Rodrigues GSO (2019). Effects of different roostertree (*Calotropis procera*) amounts and spatial arrangements on the performance of the beet-cowpea intercropping system. *Australian Journal of Crop Science*, 13 (4): 486-493.
- Myers RJK, Palm CA, Cuevas E, Gunatilleke IUN, Brossard M (1994). The synchronization of nutrient mineralization and plant nutrient demand. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J. (Eds.). *The biological management of tropical soil fertility*. New York: John Wiley and Sons, p. 81-116.
- Nunes RLC, Bezerra Neto F, Lima JSS, Barros Júnior A, Chaves AP, Silva JN (2018). Responsividade agroeconômica de associações de rabanete com caupi na presença de diferentes quantidades de *Calotropis procera*, arranjos espaciais e safras de cultivo, 42(4): 350-363.

- Oliveira EQ, Souza RJ, Cruz MCM, Marques VB, França AC (2010). Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, 28(2): 36-40.
- Oliveira KJB, Lima JSS, Soares APS, Bezerra Neto F, Linhares PCA (2015). Produção agroeconômica da rúcula fertilizada com diferentes quantidades de *Calotropis procera*. Terceiro incluído ISSN 2237-079X Nupeat-Iesa-UFG, 5(2): 373-384.
- Oliveira MKT, Bezerra Neto F, Barros Júnior AP, Lima JSSL, Moreira JN (2011). Desempenho agronômico da cenoura adubada com jitrana antes da sua semeadura. *Revista Ciência Agronômica* 42:364-372.
- Pereira MFS (2014). Otimização do consórcio rabanete e caupi-hortaliça adubado com espécie espontânea. Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Tese), Mossoró, RN. 85p.
- Ramalho WB, Linhares PCF, Assis JP de, Almeida AMB de, Cunha LMM (2016). Adubação verde com espécies espontâneas da caatinga no cultivo do rabanete em sucessão a rúcula. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 11(2): 66-70.
- Sampaio LS, Brasil EC (2009). Exigência nutricional do feijão-caupi. *Anais... II Congresso Nacional do Feijão-Caupi*. 573-587.
- Santos MG dos, Souza EGF, Silva AFA da, Barboza M, Soares EB, Lins HA, Barros Júnior AP, Silveira LM da, Bezerra Neto F (2017). Beetroot production using *Calotropis procera* as green manure in the Brazilian Northeast semiarid. *Aust J Crop Sci*. 11(1): 1268-1276.
- Santos CAB, Zandoná SR, Espindola JAA, Guerra JGM, Ribeiro RLD (2011). Efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico. *Horticultura Brasileira* 29: 103-107.
- Santos JF, Grangeiro JIT, Brito CH, Santos MCCA (2009). Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microrregião cariri paraibano. *Engenharia Ambiental*, 6(1): 214-222.
- Silva VB, Rabelo JS, Costa RNT, Silva AO, Almeida AVR (2019). Response of the cherry tomato to watering and ground cover under organic cultivation. *Australian Journal of Crop Science*, 13(2): 214-220.
- Silva IN, Bezerra Neto F, Barros Júnior AP, Lima JSS, Chaves AP, Albuquerque JRT, Lins HA, Santos MG, Soares EB (2018). Agronomic performance and economic profitability of lettuce with *Calotropis procera* as a green manure in a single crop. *Australian Journal of crop Science*, 12(10): 1573-1577.
- Silva AFA, Souza EGF, Júnior APB, Bezerra Neto F, Silveira LM (2017). Desempenho agronômico do rabanete adubado com *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. em duas épocas de cultivo. *Revista Ciências Agronômica*, 48(2): 328-336.

- Silva AFA, Souza EGF, Santos MG, Barros Júnior AP, Bezerra Neto F, Silveira LM (2015). Rentabilidade do rabanete adubado com flor-de-seda em duas épocas de cultivo no semiárido de Pernambuco. *Revista de Ciências Agrárias*, 58(2):198-207.
- Silva ML, Bezerra Neto F, Linhares PCF, Bezerra AKH (2013). Produção de cenoura fertilizada com Flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R. Br.). *Ciência Agronômica*, 44(94):732-740.
- Silva LFO, Campos KA, Morais AR, Cogo FD, Zambon CR (2012). Tamanho ótimo de parcela para experimentos com rabanetes. *Revista Ceres*, 59(5): 624-629.
- Silva ML, Santos AP, Linhares PCF, Bezerra Neto F, Bezerra AKH, Fernandes PLO (2011). Quantidades e tempos de incorporação de flor-de-seda incorporada ao solo na produtividade do coentro. *Cadernos de Agroecologia*, 6(2): 1-5.
- Silgram M, Shepherd MA (1999). The effects of cultivation on soil nitrogen mineralization. *Advance Agronomy*, 65(1): 267- 311.
- Souza EGF, Souza ARE, Soares EB, Barros Júnior AP, Silveira LM, Bezerra Neto B (2017). Green manuring with *Calotropis procera* for the production of coriander in two growing seasons. *Ciências e Agrotecnologia*, 41(5): 533-542.
- Shresthan N, Geerts S, Raes D, Horemans S, Soentjens S, Maupas F, Clouet P (2010). Yield response of sugar beets to water stress under Western European conditions. *Agricultural Water Management* 97(1): 346-350.
- Tavella LB, Galvão RO, Ferreira RLF, Araújo Neto SE, Negreiros JRS (2010). Cultivo orgânico de coentro em plantio direto utilizando cobertura viva e morta adubado com composto. *Revista Ciência Agronômica*, 41(4): 614-618.
- Tivelli SW, Purqueiro LFV, Kano C (2010). Adubação verde e plantio direto em hortaliças. *Pesquisa e Tecnologia*, 7 (1).
- Wutke EB, Ambrosano EJ, Razera LF, Medina PF, Carvalho LH, Kikuti H (2007). Bancos comunitários de sementes de adubos verdes: informações técnicas. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 52p.
- Vieira FA, Bezerra Neto F, Silva ML, Lima JSS, Barros Júnior AP, Silva IN (2018). Technical-economic efficiency of the yield of green grains of cowpea fertilized with roostertree. *Revista Caatinga*, 31(2): 504–510.

Índice remissivo

A

Abertura dos frutos, 12
adubo verde, 4, 6, 7, 23, 24, 26, 27, 30, 34, 37, 38, 40, 44, 47, 48, 49, 53, 56, 57, 62, 64, 65, 67, 70, 71, 77, 79, 81, 84, 90
adubos verdes, 26, 33, 35, 36, 42, 43, 48, 49, 50, 52, 55, 56, 57, 70, 86
alface, 23, 24, 26, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 51, 53, 54, 55, 68, 69, 82, 83, 84, 85
área foliar, 18

B

banco de sementes, 15
beterraba, 23, 31, 35, 47, 49, 51, 52, 56, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 80, 81, 82, 83, 84

C

Caatinga, 7, 25, 51, 54, 55, 82, 83, 86
Calotropis procera, 6, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 82, 84, 85, 86
cenoura, 24, 47, 54, 56, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 86
coentro, 23, 24, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 47, 50, 52, 53, 54, 55, 78, 83, 84, 86
colheita, 28, 54, 57, 64, 69
cultivo orgânico, 31, 33, 37, 49, 76, 78, 85

D

desempenho agrônômico, 23, 24, 42, 48, 53, 58, 60, 84
Desenvolvimento de frutos, 11
dispersão das sementes, 12

E

espécies espontâneas, 4, 15, 23, 27, 33, 34, 35, 36, 42, 47, 49, 51, 52, 53, 57, 59, 85, 90

F

feijão-caupi, 63, 70, 72, 79, 80, 82, 85

fisiologia vegetal, 15

flor, 10

flor de seda, 7, 18, 20, 25

flor-de-seda, 4, 6, 7, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 90

florescimento, 9, 10, 11, 26, 56

folha, 9

folhas, 6, 8, 9, 10, 15, 19, 20, 29, 41, 42, 44, 45, 49, 50, 57, 60, 69

fotossíntese, 9

frutos da flor-de-seda, 10

I

incorporação, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 37, 38, 39, 43, 44, 46, 47, 49, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 82, 84, 86

inflorescência, 9, 10

inflorescência da jitirana, 10, 11, 12

J

jitirana, 6, 9

M

massa verde, 29, 30, 37, 38, 43, 44, 46, 47, 48, 49

massa verde de rúcula, 44

matéria seca, 6

N

Número de grãos, 80

P

Planta arbustiva, 8

Planta invasora, 7

planta ornamental, 7

Porcentagem de germinação, 17

porcentagens de germinação, 15, 16

Produtividade, 24, 36, 39, 40, 51, 54, 60, 62, 63, 65, 66, 67, 74, 75, 77, 84, 85

R

rabanete, 24, 51, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 83,
84, 85, 86
região semiárida brasileira, 6
Rendimento, 23, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 42, 46,
47, 48, 49, 50, 53, 61, 78, 79
rendimento de grãos verdes, 79, 80, 81, 82

rendimento de massa verde, 32, 37, 42, 43, 44,
45, 46, 47, 48, 49
rúcula, 23, 24, 26, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46,
47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 82, 84,
85

V

vigor, 17, 18

Sobre os autores



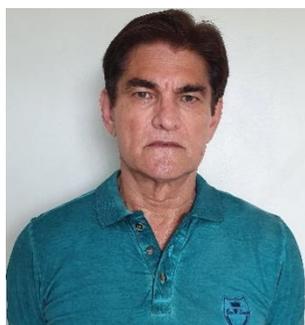
  **Paulo César Ferreira Linhares**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Engenharia Agrônômica (2002) na Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM). Mestre em Fitotecnia (2007) e Doutorado em Fitotecnia (2009) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Atualmente é Pesquisador na área de Produção Orgânica de Hortaliças da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), possui três livros publicados, 110 artigos publicados em revistas nacionais e internacionais. 100 resumos simples/expandido. 32 orientações de trabalho de conclusão do curso de Agronomia. 22 orientações de Dissertação de Mestrado. 01 coorientação de Doutorado. 07 participações em bancas de dissertação de mestrado. 03 participações em tese de Doutorado. 24 participações em trabalhos de conclusão do curso de Agronomia. Pioneiro na região semiárida na utilização da jitrana como adubo na produção de hortaliças. Líder do grupo de pesquisa Jitirana Contato: paulolinhares@ufersa.edu.br



  **Patricio Borges Maracajá**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba concluído em (1981) e Graduado em Teologia pelo Cenpacre - Mossoró - RN em (2007), efetuou o doutorado (1991 - 1995) recebendo o título de Doutor Engenheiro Agrônomo pela Universidad de Córdoba - España em (1995) que foi Convalidado pela USP ESALQ - Piracicaba - SP em 1996 como o título de D. Sc.: Entomologia. Atualmente é Diretor da Editora Universitária da UFCG, atuando como professor e pesquisador na área de Agroecologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Adubação orgânica, Apicultura e Abelhas Nativas. Possuem 12 livros publicados, 29 capítulos de livro, 392 artigos publicados em revistas nacionais e internacionais. Tendo as seguintes orientações de trabalho de conclusão do curso de Agronomia, 22. Orientações de Dissertação de Mestrado, 138. Tese de Doutorado, 06. E 02 supervisões de estágio Pós Doutorado.



  **Roberto Pequeno de Sousa**

Engenheiro Agrícola, graduado em Engenharia Agrícola (1981) na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre (1985) em Engenharia Civil (Recursos Hídricos - Irrigação) na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutor (2013) em Agronomia - Fitotecnia na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Atualmente, é Professor Associado IV da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), leciona a disciplina de Estatística Experimental, possui seis livros publicados, 60 artigos completos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 45 resumos simples/expandido. É revisor de cinco revistas nacionais e internacionais. Contato: (84)99411-5032.



  **Janilson Pinheiro de Assis**

Engenheiro Agrônomo graduado em Engenharia Agrônômica (1987) na Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM). Mestre (1990) em Engenharia Agrônômica (Fitotecnia) na Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutor (2004) em Produção Vegetal - Fitotecnia na Universidade de São Paulo (USP). Atualmente, é Professor Titular da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), leciona a disciplina de Estatística, possui seis livros publicados, 25 artigos completos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 20 resumos simples/expandido. É revisor de dez revistas nacionais e internacionais. Contato: (85)99826636.

A utilização de espécies espontâneas no semiárido é de grande relevância para região de ocorrência, tendo em vista a importância que tais plantas apresentam dentro das unidades de produção, aonde agricultores que produzem no sistema familiar de produção tem a disponibilidade desses recursos e a utilizam de forma racional.

A aplicação da flor-de-seda como adubo verde na produção de hortaliças foi de grande valia para o desenvolvimento das pesquisas desenvolvidas por discentes, na elaboração de monografias, dissertações e teses, fato esse que enaltece a importância da espécie na adubação.



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