

# Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban):

Potencialidade de uso como espécie espontânea do semiárido na adubação verde de hortaliças



Paulo César Ferreira Linhares  
Patricio Borges Maracajá  
João Liberalino Filho  
Janilson Pinheiro de Assis  
Roberto Pequeno de Sousa  
Aline Carla de Medeiros



Pantanal Editora

2021

**Paulo César Ferreira Linhares  
Patricio Borges Maracajá  
João Liberalino Filho  
Janilson Pinheiro de Assis  
Roberto Pequeno de Sousa  
Aline Carla de Medeiros**

**Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban):  
Potencialidade de uso como espécie  
espontânea do semiárido na adubação verde  
de hortaliças**



Pantanal Editora

2021

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	Instituição
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos	OAB/PB
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu	Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois	UO (Cuba)
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior	IF SUDESTE MG
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña	Facultad de Medicina (Cuba)
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia	ISCM (Cuba)
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva	UFESSPA
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo	UEA
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu	UNEMAT
Prof. Dr. Carlos Nick	UFV
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia	AJES
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos	UFGD
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva	UEMS
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos	IFPA
Prof. Msc. David Chacon Alvarez	UNICENTRO
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira	IFMT
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira	UFMG
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão	URCA
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves	ISEPAM-FAETEC
Prof. Me. Ernane Rosa Martins	IFG
Prof. Dr. Fábio Steiner	UEMS
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza	UFF
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez	(Colômbia)
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles	UNAM (Peru)
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira	IFRR
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto	UCG (México)
Prof. Msc. João Camilo Sevilla	Mun. Rio de Janeiro
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales	UNMSM (Peru)
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski	UFMT
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira	Mun. de Chap. do Sul
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela	IFPR
Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez	Tec-NM (México)
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan	Consultório em Santa Maria
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann	UFJF
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior	UEG
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos	FAQ
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla	UNAM (Peru)
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira	SEDUC/PA
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes	IFB
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patrícia Maurer	UNIPAMPA
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva	IFB
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty	UO (Cuba)
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke	UFMS
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva	UFPI
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo	UEMA
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos	IFB
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca	UFPI
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira	FURG
Profa. Dra. Yilan Fung Boix	UO (Cuba)
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme	UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

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

J61 Linhares, Paulo César Ferreira... [et al.]  
Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban) [livro eletrônico] : Potencialidade de uso  
como espécie espontânea do semiárido na adubação verde de hortaliças. –  
Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2021. 96p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88319-90-1

DOI <https://doi.org/10.46420/9786588319901>

1. Adubos e fertilizantes. 2. Adubação verde. 3. Rotação de cultivos  
agrícolas. I. Linhares, Paulo César Ferreira. II. Maracajá, Patricio Borges. III.  
Liberalino Filho, João. IV. Assis, Janilson Pinheiro de. V. Sousa, Roberto  
Pequeno de. VI. Medeiros, Aline Carla de.

CDD 631.8

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



**Pantanal Editora**

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.

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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## PREFÁCIO

É uma satisfação honrosa de minha parte escrever o prefácio deste livro, do autor Dr. Paulo César Ferreira Linhares, Dr. Patricio Borges Maracajá, Me. João Liberalino Filho, Dr. Janilson Pinheiro de Assis, Dr. Roberto Pequeno de Sousa e a Dra. Aline Carla de Medeiros à comunidade acadêmica, por muitas razões. A primeira delas é por conhecer o Dr. Paulo Linhares e os demais por suas contribuições de relevância ímpar para comunidade científica como um todo.

O Dr. Paulo Linhares e os demais autores pelo que conheço são pesquisadores natos, que vem desenvolvendo pesquisas científicas de forma meticulosa, há bom tempo. Ambos têm um olhar diferenciado e cirúrgico para com seu objeto de pesquisa.

Esta obra reveste-se de uma relevância singular, pelo pioneirismo na utilização da jitrana como adubo verde em hortaliças no semiárido, além de apresentar evidencias patentes de aplicabilidades dentro da realidade da nossa região semiárida de forma extraordinária.

Os autores destacam e nos convida a observarmos a importância da Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban): Potencialidade de uso como espécie espontânea do semiárido na adubação verde de hortaliças.

Observa-se, que as aplicabilidades da Jitirana para nosso contexto semiárido estão extremamente alinhadas a questão da sustentabilidade ambiental e social, isso aponta nos seus experimentos de campo.

A obra divide-se em quatro capítulos: No primeiro capítulo descreve a Biogeografia e descrição da jitrana (*Merremia aegyptia* L. Urban.). Segundo capítulo evidencia a produção de fitomassa verde e seca, teores e acúmulo de macronutrientes da jitrana (*Merremia aegyptia* L. Urban) em diferentes estádios fenológicos. No terceiro capítulo procurou estudar a utilização da jitrana (*Merremia aegyptia* L. Urban) como adubo verde na produção de hortaliças folhosas, medicinal e feijão verde, sendo que, no último e quarto capítulo os autores descreve adubação verde com jitrana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em hortaliças de raízes e jerimum.

Enfim, um trabalho extraordinário do Dr. Paulo Linhares e demais doutores, pesquisadores deste projeto de grande importância para os dias atuais.

Não tenho nenhuma dúvida, é um trabalho de grande envergadura que servirá de referência para pesquisadores do gênero e refletirmos sobre os benefícios da sustentabilidade para gerações atuais e futuras sobre o objeto de pesquisa destacado.

Prof. Me. Antônio Soares de Oliveira Filho


Mossoró, RN, Brasil, Setembro de 2021


## SUMÁRIO

<b>Prefácio .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 1.....</b>	<b>7</b>
Biogeografia e descrição da jতিরানা ( <i>Merremia aegyptia</i> L. Urban.).	7
Introdução	7
Biogeografia	8
Descrição	9
Jitirana ( <i>Merremia aegyptia</i> L. Urban.)	9
Folha	9
Inflorescência	10
Floração	10
Fruto	11
Sementes de jতিরানা ( <i>Merremia aegyptia</i> L. Urban.)	12
Dormência em sementes de jতিরানা ( <i>Merremia aegyptia</i> L. Urban.)	13
Embebição de água em sementes de jতিরানা	15
Caracterização da germinação e de plântula	15
Produção de polifenóis	16
Área foliar da jতিরানা ( <i>Merremia aegyptia</i> L. Urban.).	17
Referências bibliográficas	19
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>24</b>
<b>Fitomassa verde e seca, teores e acúmulo de macronutrientes da jতিরানা (<i>Merremia aegyptia</i> L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos.</b>	<b>24</b>
Teor de umidade e de matéria seca da jতিরানা	24
Produção de fitomassa verde e seca da jতিরানা ( <i>Merremia aegyptia</i> L. Urban.)	25
Teores e acúmulo de macronutrientes da jতিরানা ( <i>Merremia aegyptia</i> L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos	28
Nitrogênio	28
Carbono orgânico e relação C/N	30
Fósforo	32
Potássio	34
Cálcio	37
Magnésio	39
Referências bibliográficas	41
<b>Capítulo 3.....</b>	<b>46</b>
Utilização da jতিরানা ( <i>Merremia aegyptia</i> L. Urban) como adubo verde na produção de hortaliças folhosas, medicinal e caupi-hortaliça.	46
Introdução	46


Corte do material vegetal, fragmentação, secagem e incorporação ao solo.	47
Adubação orgânica com jirirana	49
Cultura da alface	49
Cultura do coentro	53
Cultura da rúcula	62
Cultura da hortelã	69
Feijão verde	72
Referências bibliográficas	73
<b>Capítulo 4.....</b>	<b>78</b>
<b>Adubação verde com jirirana (<i>Merremia aegyptia</i> L. Urban.) em hortaliças de raízes e jerimum.</b>	<b>78</b>
Introdução	78
Cultura do rabanete	79
Cultura da beterraba	82
Cultura da cenoura	85
Cultura do jerimum	88
Referências bibliográficas	90
<b>Índice remissivo .....</b>	<b>93</b>
<b>Sobre os autores.....</b>	<b>95</b>


# Fitomassa verde e seca, teores e acúmulo de macronutrientes da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos.


 10.46420/9786588319901cap2

Paulo César Ferreira Linhares<sup>1\*</sup> 


Lauvia Moesia Morais Cunha<sup>2</sup> 

Maria Francisca Soares Pereira<sup>3</sup> 

Neurivan Vicente da Silva<sup>2</sup> 

Ariana Morais Neves<sup>3</sup> 

Bárbara Bruna Maniçoba Pereira Medeiros<sup>4</sup> 

Anna Catarina Costa Paiva<sup>4</sup> 

## TEOR DE UMIDADE E DE MATÉRIA SECA DA JITIRANA

A jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) é uma espécie bastante suculenta, com alto teor de umidade, variando de 91,8% (Aos 21 dias após a emergência) a 86,3% (Aos 126 dias após a emergência) (Figura 1.3A), o que condiciona a planta a um baixo teor de matéria seca, com valores médios de 8,2% (aos 21 dias após a emergência) a 13,7% (aos 126 dias após a emergência) (Figura 1.3B). O baixo teor de matéria seca provavelmente está relacionado a uma característica intrínseca da espécie, tendo em vista que durante todo o período de avaliação, a variação foi de apenas 5,3 unidades percentuais. Moreira et al. (2006) avaliando a caracterização da vegetação da caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco, observaram teor de matéria seca das espécies herbáceas malva branca (*Waltheria communis*) e malva rasteira de 52,81 e 54,17%, sendo superiores a jitirana.

Assim como Leal et al. (2012), estudando o desempenho de crotalária cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte, encontraram teor de matéria seca de 34,5% no final da primavera.

<sup>1</sup> Pesquisador Doutor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Grupo de Pesquisa Jitirana, Mossoró, RN, Brasil.

<sup>2</sup> Mestre em Sistemas Agroindustrial, membro do grupo de pesquisa Jitirana, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.

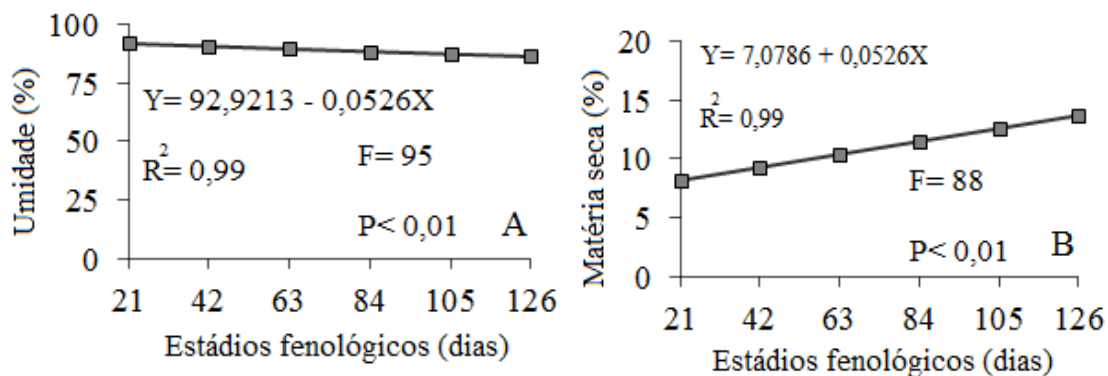
<sup>3</sup> Doutora em Fitotecnia, membro do grupo de pesquisa Jitirana, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.

<sup>4</sup> Doutora em Engenharia de Processos e membro do grupo de pesquisa Jitirana, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN, Brasil.

<sup>5</sup> Doutoranda em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, PB, Brasil. Membro do grupo de pesquisa Jitirana, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN, Brasil.

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





**Figura 1.** Teor de umidade (A) e matéria seca (B) da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Mossoró, RN. 2014.

### PRODUÇÃO DE FITOMASSA VERDE E SECA DA JITIRANA (*Merremia aegyptia* L. Urban.)

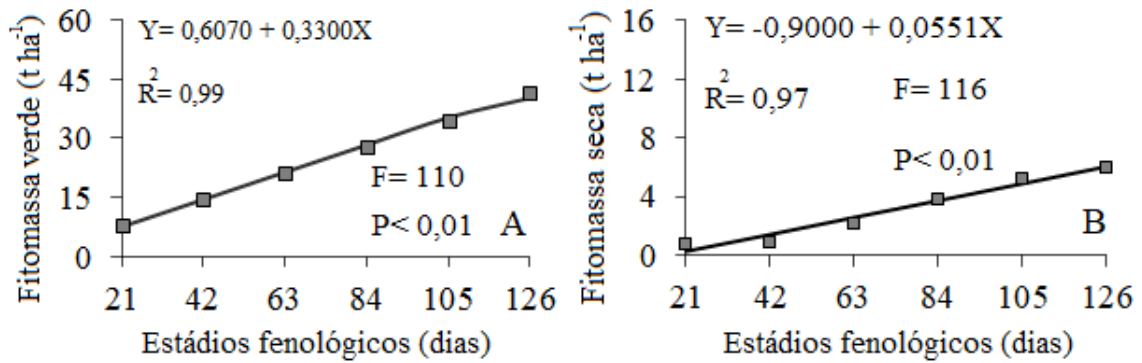
A produção de fitomassa é uma característica importante quando se pretende utilizar uma espécie como adubo verde, sendo esse um dos critérios que destaca as leguminosas como as mais utilizadas para essa finalidade, com produção de fitomassa verde de 20 a 40 t ha<sup>-1</sup> e fitomassa seca de 4,0 a 6,0 t ha<sup>-1</sup> (Espindola et al., 2006).

Com base em observações experimentais verificou que a jitirana tem a capacidade de produzir fitomassa verde e seca compatível com as espécies introduzidas para a adubação verde (Figura 2), registrando valores médios de 42,0 t ha<sup>-1</sup> de massa verde (Figura 3A) e 6,04 t ha<sup>-1</sup> de massa seca (Figura 3B). De acordo com Alvarenga et al. (2001), o acúmulo de 6 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, proporciona boa taxa de cobertura do solo, o que torna a jitirana, convolvulácea promissora para adubação verde na região, pela capacidade de acumular matéria seca.

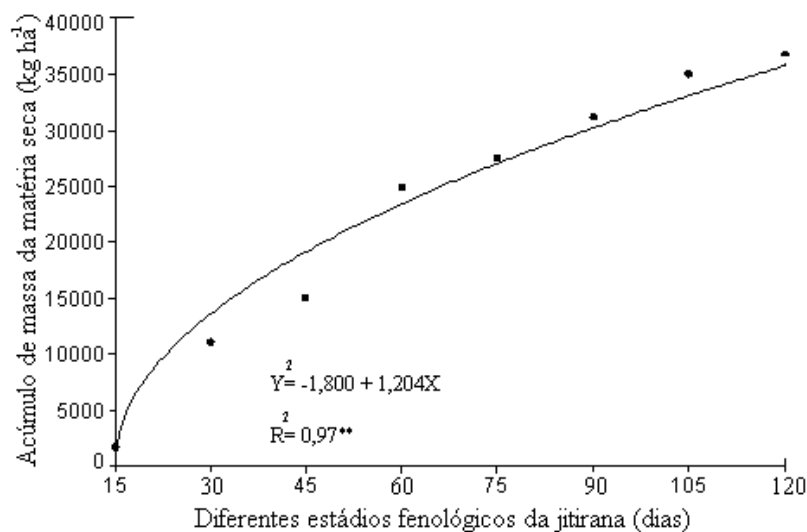
Linhares et al. (2008) estudando a produção de fitomassa verde e seca e os teores de macronutrientes em diferentes estádios fenológicos, encontraram massa verde e seca de 40,7 e 3,6 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, aos 120 dias após a emergência, valores próximos ao presente estudo. Linhares et al. (2012) avaliando a produção de fitomassa seca e acúmulos de N, P, K e Ca da jitirana em diferentes estádios fenológicos, encontraram acúmulo de massa seca de 3600 kg ha<sup>-1</sup> aos 120 dias após a emergência (Figura 4).



**Figura 2.** Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em pleno desenvolvimento vegetativo no ano de 2001 (A) e no ano de 2020 (B). Mossoró, RN. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.



**Figura 3.** Produtividade de massa verde (A) e seca (B) da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Mossoró, RN. 2014.



**Figura 4.** Acúmulo de massa seca da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Fonte: Linhares et al. (2012).

A contribuição dos resíduos vegetais para a dinâmica do solo é amplamente relacionados ao papel essencial do substrato responsável por manter a diversidade e incremento da atividade biológica do solo (Araújo Neto et al., 2014; Andreola et al., 2000; Amabile et al., 1999).

Cavalcante et al. (2012) avaliando a biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura, encontraram massa fresca e seca de vegetação espontânea de 35,5 e 6,2 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, o que se assemelha ao presente estudo. Já, Jandrey (2019) estudando a produção de biomassa vegetal com húmus líquido em sistemas de produção de base ecológica, encontrou produção de massa seca em mucuna e vegetação espontânea de 3,33 e 3,11 t ha<sup>-1</sup>, sendo inferior aos encontrados com a jitirana.

A maior produção de biomassa promove aumento na cobertura do solo e, em contrapartida, aumenta o teor de matéria orgânica, proporcionando benefícios como maior infiltração e armazenamento de água no solo, drenagem, aeração e interferência direta na resistência mecânica do solo (Suzuki; Alves, 2008).

Araújo et al. (2019) estudando os atributos químicos e atividade microbiana do solo cultivado com mandioca sob diferentes coberturas vegetais, encontraram produção de fitomassa seca de crotalária ensiforme de 8,5 t ha<sup>-1</sup>, superior ao encontrado com a jitirana. Salmi et al. (2006) notaram variação de 4,67 a 5,95 t ha<sup>-1</sup> para produção de matéria seca para seis espécies de guandu, resultado este inferior ao encontrado neste trabalho.

Miranda et al. (2010) avaliando o sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró, RN, encontraram produção de massa seca da ordem de 3,53; 3,80 e 1,50 t ha<sup>-1</sup> para crotalária juncea, feijão de porco e vegetação espontânea, respectivamente, sendo os valores das duas primeiras espécies semelhantes ao encontrado com a jitirana. Nas condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro devem ser utilizadas espécies de adubos verdes adaptadas para sobreviver nos períodos críticos e com maior potencial para proteger e regenerar as características físicas, químicas e biológicas do solo (Nascimento et al., 2005).

Fernandes et al. (2007) ressalta a importância das condições locais para o favorecimento de uma espécie em comparação com as outras, mas também entre as plantas de uma mesma espécie. Carneiro et al. (2008) verificaram que a maior produção de fitomassa de uma planta pode ser influenciada pelas condições do ambiente. Segundo Cesar et al. (2011) a produção de massa seca da parte aérea (MSPA) é uma das principais características morfoagronômicas utilizadas para avaliar adubos verdes, sendo eficaz para quantificar a capacidade de transformação da energia luminosa em química e ciclagem de nutrientes.

Valores inferiores foram encontrados por Cesar et al. (2011) estudando a performance de adubos verdes cultivados em duas épocas do ano no cerrado do Mato Grosso do Sul, com produção de fitomassa seca de 4,59; 3,76; 3,77 e 4,24 t ha<sup>-1</sup> para *Crotalária juncea*; *Crotalária ochroleuca*; *Crotalária breviflora*; mucuna cinza e mucuna preta, respectivamente. Santos et al. (2020) estudando a produção de fitomassa por

plantas de cobertura no agreste meridional de pernambuco, encontraram produção de fitomassa verde e seca de 17,05 e 3,70 t ha<sup>-1</sup> para crotalária, respectivamente e 8,68 e 2,95 t ha<sup>-1</sup> de fitomassa verde e seca para guandu respectivamente, valores aquém dos encontrados na jitirana.

Entretanto, Prellwitz e Coelho (2011) avaliaram o consórcio entre a cana-soca e *Crotalaria juncea* e obtiveram massa de matéria seca mais expressiva dessa leguminosa do que a obtida no presente trabalho, com acúmulo que variou, conforme a densidade e época de plantio da leguminosa, de 2,2 a 9,0 Mg ha<sup>-1</sup>.

Ferreira et al. (2018) avaliando a supressão de invasoras e produtividade de matéria seca por plantas de cobertura, encontraram produção de 9,167 t ha<sup>-1</sup> de *U. ruzizienses* consorciada com *Crotalaria spectabiles*, assim como Hirata et al. (2014) avaliando o plantio direto de alface americana sobre plantas de cobertura dessecadas ou roçadas, com produção de 12,4; 6,9 e 9,0 t ha<sup>-1</sup> para *Cajanus cajan*, plantas daninhas e *Mucuna pruriens*, respectivamente, superior ao presente estudo.

## TEORES E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES DA JITIRANA (*Merremia aegyptia* L. Urban.) EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

### *Nitrogênio*

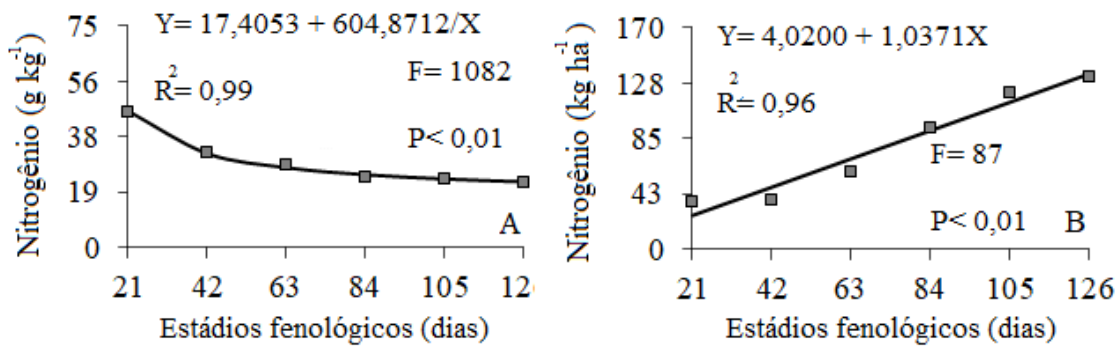
O nitrogênio (N) é constituinte de vários compostos em plantas, destacando-se os aminoácidos, ácidos nucléicos e clorofila. Assim, as principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos envolvem a presença do N, o que o torna um dos elementos absorvidos em maiores quantidades por plantas cultivadas (Cantarella, 2007). O estágio fenológico da planta é de suma importância na concentração de nitrogênio, sendo que, por ocasião do florescimento ocorre o maior teor de nitrogênio na parte área do vegetal (Figura 5).

Em trabalho realizado pelos autores desse livro, foram observado teor de nitrogênio na biomassa seca da jitirana da ordem de 46,20 g kg<sup>-1</sup> aos 21 dias (Figura 6A) e acúmulo de 130 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio aos 126 dias após a emergência (Figura 6B).

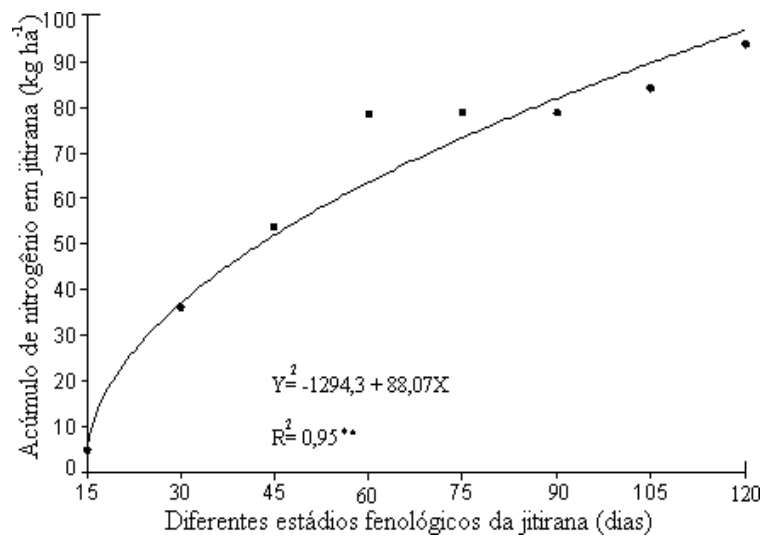
Linhares et al. (2008) estudando a produção de fitomassa verde e seca e os teores de macronutrientes em diferentes estádios fenológicos da jitirana, encontraram teores médios de nitrogênio de 47,6 g kg<sup>-1</sup> aos 15 dias após a emergência, com valor máximo de 24,7 g kg<sup>-1</sup> aos 104 dias após a emergência. Assim como Linhares et al. (2012) avaliando a produção de fitomassa seca e os acúmulos de N, P, K e Ca da jitirana em diferentes estádios fenológicos, encontraram acúmulo de nitrogênio de 94,6 kg ha<sup>-1</sup> aos 120 dias após a emergência (Figura 6). Essa maior concentração ocorre no início do período da floração (Figura 7).



**Figura 5.** Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em plena floração em área do estrato herbáceo da caatinga na região de Mossoró, RN. 2020. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.



**Figura 6.** Teores de macronutrientes (A) e acúmulo (B) de nitrogênio na jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Mossoró, RN. 2014.



**Figura 7.** Acúmulo de nitrogênio da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Fonte: Linhares et al. (2012).



Segundo Favero et al. (2000) afirma que plantas com maior produção de matéria seca apresentavam maior acúmulo de N. Os acúmulos de N observados neste trabalho são inferiores aos encontrados por Rodrigues et al. (2012), que relatam acúmulos de N entre 168 a 473 kg ha<sup>-1</sup> no estado do Mato Grosso do Sul.

Valores inferiores foram encontrados por Cesar et al. (2011) estudando a performance de adubos verdes cultivados em duas épocas do ano no cerrado do Mato Grosso do Sul, encontraram teor de nitrogênio de 2,40; 3,12; 2,50 e 2,42, correspondendo a 24,0; 31,2; 25,0 e 24,2 g kg<sup>-1</sup> para *Crotalária juncea*; *Crotalária ochroleuca*; *Crotalária breviflora*; muncuna cinza e muncuna preta, respectivamente.

Os resultados obtidos são superiores aos observados por Leal et al. (2013), que verificaram teor de nitrogênio de 25,6 g kg<sup>-1</sup> na parte aérea de plantas de crotalária cultivada na entressafra da cultura do milho no estado do Mato Grosso do Sul.

Estes valores estão próximos aos encontrados por Teixeira et al. (2005), que observaram no guandu-anão solteiro e consorciado com milheto valores médios de 2,57% e 2,42%, equivalente a 25,7 e 24,2 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em guandú, para um rendimento médio de matéria seca da parte aérea de 2840 kg ha<sup>-1</sup>, Borkert et al. (2003) relataram acumulações de N de 87 kg ha<sup>-1</sup> na espécie estilosantes, Silveira et al. (2005) encontraram acúmulo de nitrogênio foi de 89 kg ha<sup>-1</sup> entre 117 e 124 DAE. Esses valores foram próximos ao encontrado no presente trabalho.

A concentração de nitrogênio na jitirana encontra-se dentro das exigências de utilização como adubo verde. Segundo Silgram e Shepherd (1999), para que as necessidades dos microrganismos decompositores sejam atendidas sem precisar recorrer ao N do solo, o resíduo deve ter pelo menos 15 a 17 g kg<sup>-1</sup> de N, o que corresponde a uma relação C/N de 25 a 30.

Miranda et al. (2010) avaliando sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró-RN, encontraram acúmulo de nitrogênio da ordem de 33,69; 51,78; 48,14 e 10,65 kg ha<sup>-1</sup> para guandu, crotalária juncea, feijão de porco e vegetação espontânea, respectivamente, sendo inferiores a jitirana.

### ***Carbono orgânico e relação C/N***

A relação C/N consiste na razão entre as quantidades de carbono (C) e nitrogênio (N) presente na biomassa da cultura. A relação C/N está diretamente relacionada com a sua decomposição e mineralização, sendo que culturas com alta relação C/N apresentam menores taxas de decomposição e seus resíduos permanecem por mais tempo no solo, por outro lado, culturas com baixa relação C/N, apresentam uma rápida decomposição o que contribui para uma alta mineralização tornando fonte de nutrientes para o solo, em especial o nitrogênio orgânico (Oliveira et al., 2019).

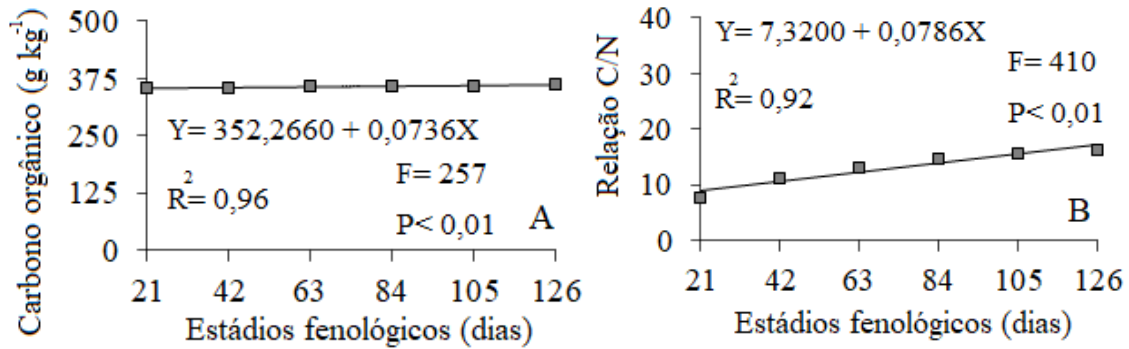
A concentração de carbono na jitirana (Figura 8) foi de  $361,5 \text{ g kg}^{-1}$  (Figura 9A) e relação carbono nitrogênio de 17,23 aos 126 dias após a emergência (Figura 9B). Segundo Oliveira et al. (2016) a relação C/N é a razão entre as quantidade de carbono (C) e nitrogênio (N) presente na biomassa da cultura. A relação C/N é uma aproximação da relação energia (E)/N, que regula a direção das reações. Para atender às necessidades dos microorganismos decompositores sem precisar recorrer ao N do solo, o resíduo deve ter pelo menos  $15 \text{ a } 17 \text{ g kg}^{-1}$  de N, o que corresponde a uma relação C/N de 25 a 30 (Silgram; 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 (Cantarella, 2007). A relação C/N é a principal característica que defini a decomposição da biomassa vegetal e a velocidade de liberação do N contido na biomassa (Parton et al., 2007).

Aragão (2015) avaliando plantas de cobertura e dinâmica do carbono orgânico do solo nas condições edafoclimáticas do recâncavo da Bahia, encontrou relação carbono nitrogênio de 17,6; 18,6 e 13,5 para mucuna preta, lab lab e feijão de porco, respectivamente, semelhante a jitirana. Valores diferentes forma observados por Giacomini et al. (2003).



**Figura 8.** Área com Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em plena floração dentro da horta didática da Universidade Federal Rural do Semiárido na região de Mossoró, RN. 2006. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.



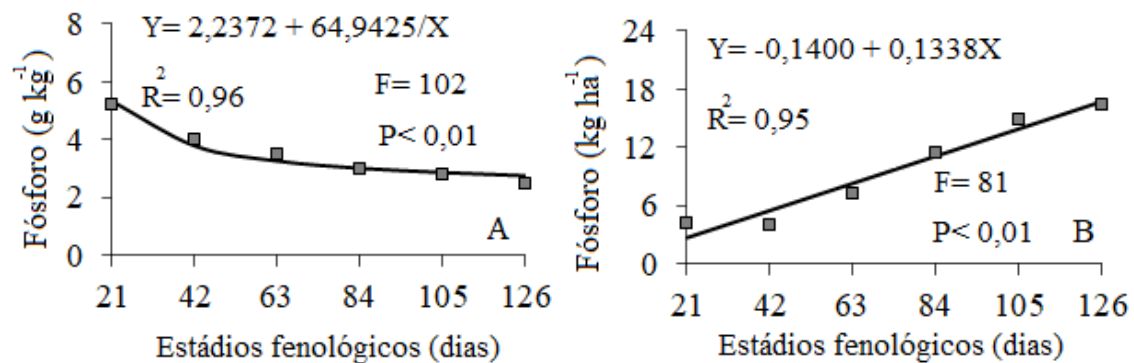
**Figura 9.** Carbono orgânico (A) e relação carbono nitrogênio (B) da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Mossoró, RN. 2014.

### Fósforo

O fósforo desempenha papel importante na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular, dentre outros processos que ocorrem na planta. O P é importante na transferência de energia como parte do trifosfato de adenosina (ATP), como componente de muitas proteínas, coenzimas, ácido nucleico e substratos metabólicos (Dechen; Nachtigall, 2007).

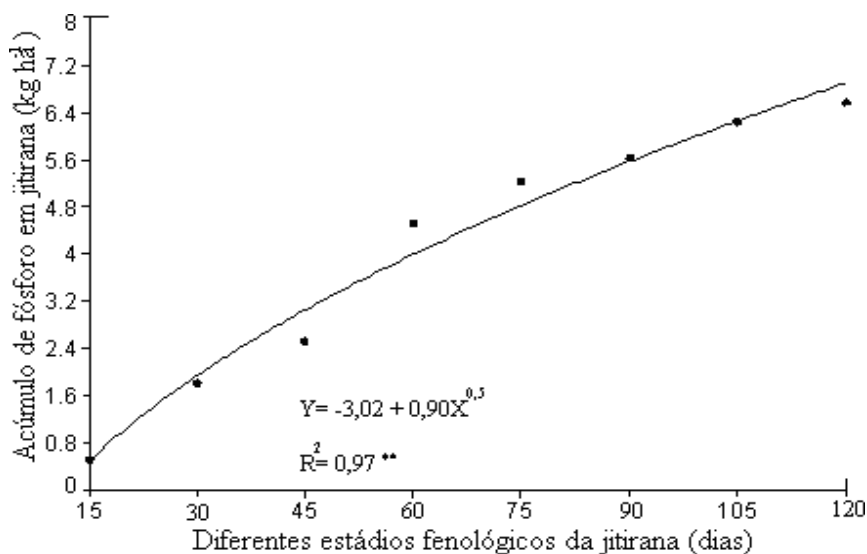
Em trabalho realizado pelos autores desse livro, foram observado teor de fósforo na jitirana da ordem de 5,2 g kg<sup>-1</sup> aos 21 dias (Figura 10A) e acúmulo de 16,5 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo aos 126 dias após a emergência das plantas (Figura 10B). O declínio da concentração do P obtido nas plantas de jitirana é explicado pela concentração de P na solução do solo, que é baixa, sendo influenciada pela reduzida mobilidade no solo por razões de precipitação com o cálcio.

Linhares et al. (2012) avaliando a produção de fitomassa seca e os acúmulos de N, P, K e Ca da jitirana em diferentes estádios fenológicos, encontraram acúmulo de fósforo de 94,6 kg ha<sup>-1</sup> aos 120 dias após a emergência (Figura 11). A profundidade do sistema radicular, assim como o volume de raízes da jitirana, condiciona a espécie na absorção de fósforo (Figura 12A e 12B).



**Figura 10.** Teores de macronutrientes (A) e acúmulo (B) de fósforo na jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Mossoró, RN. 2014.





**Figura 11.** Acúmulo de fósforo da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Fonte: Linhares et al. (2012).



(A)



(B)

**Figura 12.** Jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em pleno extrato herbáceo (A e B) por ocasião do início do período de floração. Mossoró, RN. 2001. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.

Cavalcante et al. (2012) avaliando a biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura, encontraram teor ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e acúmulo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de fósforo, no valor de 4,0 e 24,7, respectivamente, para vegetação espontânea. Para crotalária júncea, foram observados valores de 3,0 e 8,5 para teor ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e acúmulo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), sendo inferior ao encontrado na jitirana. Padovan et al. (2014) verificaram acúmulo máximo de fósforo de  $29,3 \text{ kg ha}^{-1}$ , superior ao obtido no presente estudo ( $16,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Linhares et al. (2008) avaliando a produção de fitomassa e teores de macronutrientes da jitirana, encontraram teor médio de fósforo de  $4,8 \text{ g kg}^{-1}$  aos 15 dias após a emergência com valor médio de  $2,2 \text{ g kg}^{-1}$  aos 92 dias após a emergência. Souza e Guimarães (2013) estudando o rendimento de massa de adubos verdes e o impacto na fertilidade do solo em sucessão de cultivos orgânicos encontraram teor e acúmulo de fósforo de  $0,41 \text{ g kg}^{-1}$  e  $18,6 \text{ kg ha}^{-1}$  na espécie crotalária, sendo inferior aos dados dessa pesquisa.

Esses valores obtidos foram superiores aos encontrados por Teixeira et al. (2005), ao observarem

maior concentração de P em torno de  $0,24 \text{ dag kg}^{-1}$  no milho consorciado com o guandu-anão. Rayol e Rayol (2012) avaliando a produção de biomassa e teor de nutrientes do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.) em reflorestamento no estado do Pará, encontraram teor de fósforo de  $3,01 \text{ g kg}^{-1}$ , sendo inferior a esta pesquisa.

Valores inferiores ao encontrado na jitirana, foram observados por Padovan et al. (2015) avaliando a cultura do milho cultivado em sucessão aos adubos verdes em sistemas sob bases agroecológicas, com acúmulo de fósforo de 28,53; 20,01; 18,20 e  $9,39 \text{ kg ha}^{-1}$  para as culturas de crotalária, feijão-guandu, feijão de porco e plantas espontâneas, respectivamente.

Já a eficiência de Castro et al. (2017) foi menor, pois, no ano de 2012, adquiriu um rendimento de  $8,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de P na parte aérea da *C. spectabilis* na senescência. E Cavalcante et al. (2012) com experimento de maio a setembro de 2009, em uma área experimental na Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, obtiveram um menor rendimento, ou seja,  $8,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de P, sendo que a avaliação de acúmulo foi feita no florescimento, onde há o ápice de acúmulo na planta.

Quando o vegetal cresce, o fósforo que chega até a planta, não é suficiente para suprir a sua demanda por este nutriente, pelo curto intervalo de tempo em que o vegetal apresenta crescimento acelerado. Pelo motivo de que o tecido vegetal é formado durante todo o tempo de crescimento, a planta continua desenvolvendo e absorvendo nutrientes, porém em quantidades menores que a sua necessidade.

Por isso, plantas jovens com mecanismo ativo de absorção podem apresentar maior concentração de nutrientes que plantas mais velha (Costa et al., 2007; Ceretta et al., 2002; Calvo et al., 2010). Conforme Taiz e Zeiger (2017), o P caracteriza-se por ser um nutriente que atua no processo de transferência de energia em reações que envolvem o ATP, entre outros processos metabólicos, por isso é indispensável durante a fotossíntese.

### **Potássio**

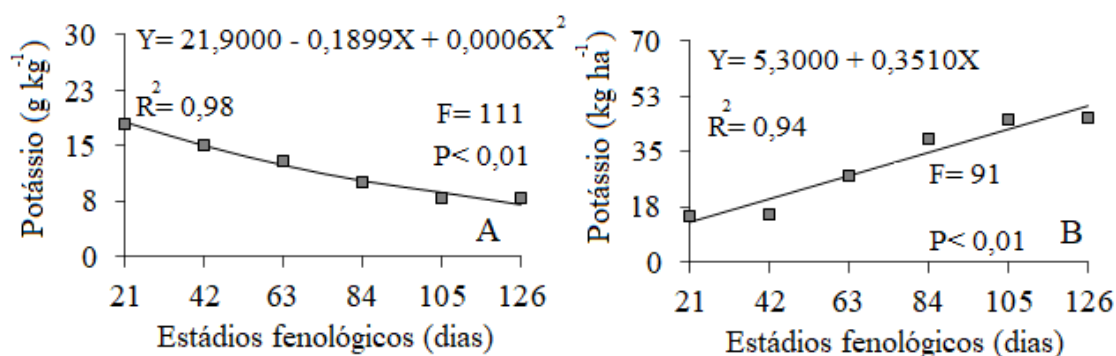
O K é um elemento de suma importância no reino vegetal, atuando na síntese de proteínas, de carboidratos e da adenosina trifosfato (ATP), mas também na regulação osmótica, na manutenção de água da planta e na incidência de pragas e doenças por meio do efeito na resistência e na permeabilidade das membranas plasmáticas (Ernani et al., 2007).

Diferentemente do N, o potássio não faz parte de nenhum composto orgânico na planta, portanto, não tem função estrutural. Entretanto, sua principal função na vida das plantas é de ativador enzimático (em torno de 60 enzimas), além de fechamento dos estômatos, maior eficiência no uso da água, fotossíntese, maior tolerância ao estresse climático (secas e geadas) e transporte de fotossintatos no floema (Prado, 2009).

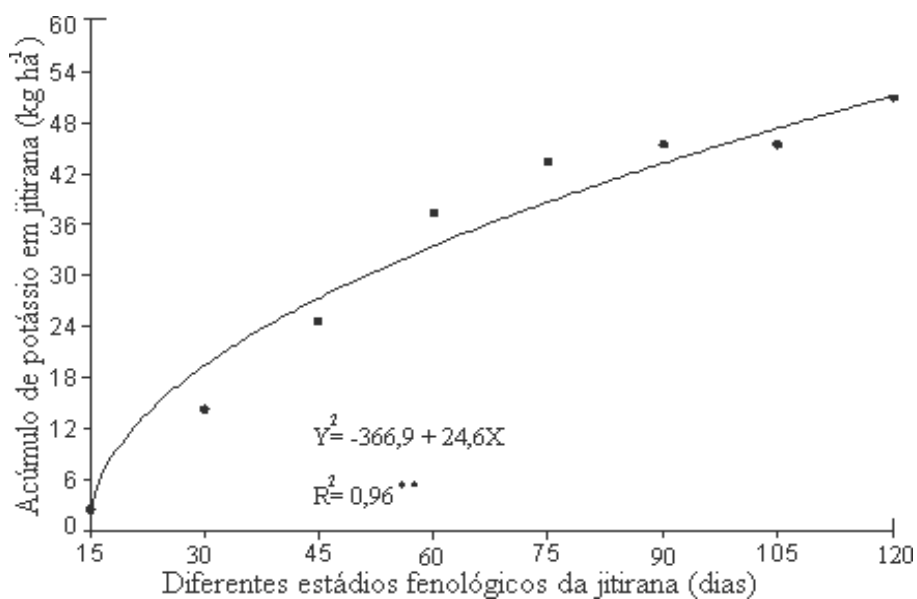
Em trabalho realizado pelos autores desse livro, foram observado teor de potássio na jitirana da ordem de  $18,2 \text{ g kg}^{-1}$  aos 21 dias (Figura 13A) e acúmulo de  $49,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de potássio aos 126 dias após a

emergência das plantas (Figura 13B). Ocorre uma diminuição nos teores de potássio em função dos estádios de desenvolvimento da jitirana, sendo respaldado por Meurrer (2006), em que afirma que nos estádios iniciais de crescimento, os teores de K nas plantas são mais elevados, devido á menor atividade da raiz e a menor quantidade do elemento metabolicamente absorvido.

Linhares et al. (2012) avaliando a produção de fitomassa seca e os acúmulos de N, P, K e Ca da jitirana em diferentes estádios fenológicos, encontraram acúmulo de potássio de 49,0 kg ha<sup>-1</sup> aos 120 dias após a emergência (Figura 14). A absorção de K aumenta com o aumento do sistema radicular. O aumento da área do sistema radicular resulta na exploração de maior volume de solo pelas plantas e, como consequência, maior interceptação de K e diminuição no caminho a ser percorrido pelo nutriente em direção às raízes, tanto por difusão quanto por fluxo de massa (Ernani et al., 2007) (Figura 15).



**Figura 13.** Teores de macronutrientes (A) e acúmulo (B) de potássio na jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Mossoró, RN. 2014.



**Figura 14.** Acúmulo de potássio da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Fonte: Linhares et al. (2012).



**Figura 15.** Sistema radicular da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) no estágio fenológico correspondendo a 90 dias após a emergência, em neossolo quartzarênico, adubado com fósforo Mossoró, RN. 2010. Foto: Pesquisadora Dra. Maria Francisca Soares Pereira.

Silva et al. (2017) estudando o acúmulo de nutrientes e massa seca produzida por *crotalaria juncea*, cultivada no cerrado, encontraram teor de potássio de  $16,89 \text{ g kg}^{-1}$ , valor este inferior ao presente estudo. Assim como, Rayol e Rayol (2012) avaliando a produção de biomassa e teor de nutrientes do feijão-deporco (*Canavalia ensiformes* L.) em reflorestamento no estado do Pará, encontraram teor de potássio de  $16,3 \text{ g kg}^{-1}$ , durante o período de floração, inferior ao presente estudo.

Valores inferiores ao encontrado na jitirana, foram observados por Padovan et al. (2015) avaliando a cultura do milho cultivado em sucessão aos adubos verdes em sistemas sob bases agroecológicas, com acúmulo de potássio de  $31,98$  e  $45,62 \text{ kg ha}^{-1}$  para as culturas de feijão – de - porco e plantas espontâneas, respectivamente.

Cavalcante et al. (2012) avaliando a biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura, encontraram teor ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e acúmulo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de potássio, no valor de  $19,5$  e  $130,0$ , respectivamente, para vegetação espontânea. Para mucuna-preta, foram observados valores de  $13,7 \text{ g kg}^{-1}$  e acúmulo de  $57,7 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo superior ao encontrado na jitirana. Barros et al. (2013) estudando plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão, encontraram acúmulo de potássio de  $66 \text{ kg ha}^{-1}$ , superior ao trabalho desenvolvido com a jitirana.

Linhares et al. (2008) avaliando a produção de fitomassa e teores de macronutrientes na jitirana, encontraram teor médio de potássio de  $4,8 \text{ g kg}^{-1}$  aos 15 dias após a emergência com valor médio de  $2,2 \text{ g kg}^{-1}$  aos 92 dias após a emergência, o que difere da referida pesquisa. Silva et al. (2017) estudando o acúmulo de nutrientes e massa seca produzida por *crotalaria juncea* cultivada no cerrado, encontraram teor de potássio de  $16,9 \text{ g kg}^{-1}$ , valor este inferior ao presente estudo.

Ferrari Neto et al. (2011) estudando plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema de plantio direto encontraram teor de potássio de  $11,0 \text{ g kg}^{-1}$ , inferior ao presente estudo. Pereira et al. (2017) estudando a ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão, encontraram acúmulo de potássio de  $153,67 \text{ kg ha}^{-1}$  para a mucuna preta, superior ao presente estudo. Em relação ao teor de potássio, Sousa (2017) avaliando o desempenho de plantas de cobertura e alterações nos atributos químicos e microbianos do solo no cerrado, com valor de  $11,4 \text{ g kg}^{-1}$  de potássio para mucuna preta, sendo inferior ao presente estudo.

Em estudo avaliando a fitomassa e liberação de nutrientes em sistemas de cultivo de soja sob plantio direto, Miguel et al. (2018) encontraram acúmulo de potássio de  $31,58 \text{ kg ha}^{-1}$  de *Crotalaria spectabiles*, com 33% de cobertura, inferior ao presente estudo.

Quanto ao acúmulo de K, deve-se escolher espécies que são mais eficientes no acúmulo deste nutriente, a fim de disponibiliza-lo para a próxima cultura em sistemas de sucessão (Aker et al., 2017), visto que esse elemento pode ser facilmente extraído dos tecidos das plantas, tanto pela água da chuva quanto pela própria umidade do solo, devido a sua rápida liberação (Boer et al., 2007).

### **Cálcio**

O cálcio é indispensável para a germinação do grão de pólen e para o crescimento do tubo polínico, o que pode ser devido ao seu papel na síntese da parede celular. Normalmente, o teor de cálcio da flor é maior que o da folha, o que sinaliza a sua importância na fase reprodutiva das plantas (Prado, 2009) e (Figura 16).

O teor e o acúmulo de Ca na matéria seca de jitirana foi da ordem de  $18,2 \text{ g kg}^{-1}$  (Figura 17A) e  $46,4 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 17B) aos 21 e 126 DAE, respectivamente.

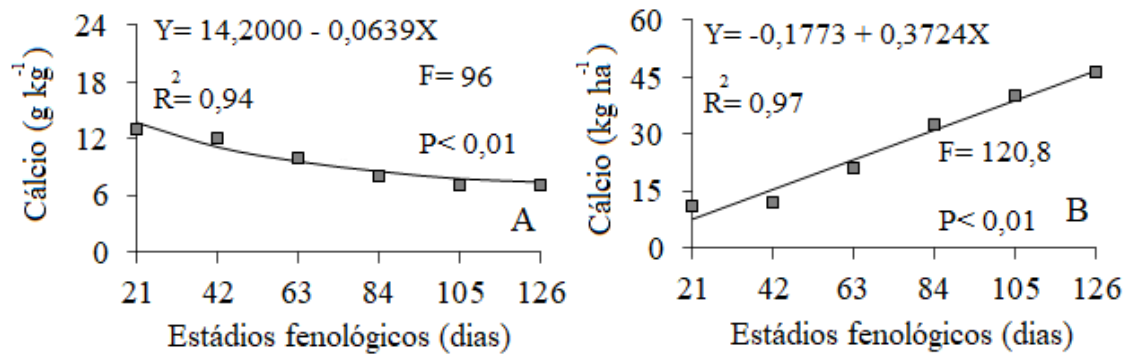
Linhares et al. (2012) avaliando a produção de fitomassa seca e os acúmulos de N, P, K e Ca da jitirana em diferentes estádios fenológicos, encontraram acúmulo de cálcio de  $47,0 \text{ kg ha}^{-1}$  aos 120 dias após a emergência (Figura 18), valor que assemelha ao presente estudo.

Teodoro et al. (2011) estudando os aspectos agrônômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado no alto vale do Jequitinhonha, encontraram acúmulo de cálcio em gandu anão de  $22,54 \text{ kg ha}^{-1}$ , valor este aquém do encontrado na jitirana.

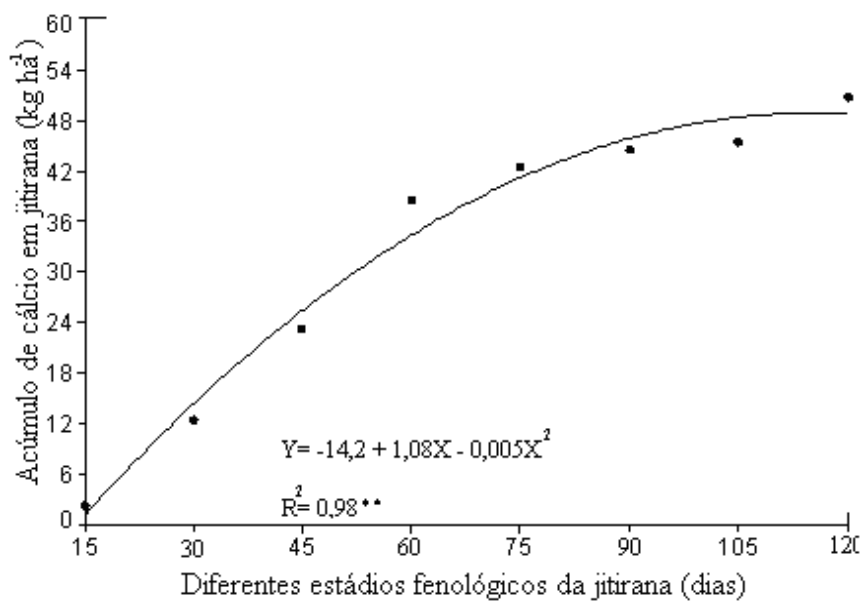
Em gandu, Silveira et al. (2005) encontrou acúmulo de cálcio de  $26 \text{ kg ha}^{-1}$  correspondendo apenas a 50% do encontrado neste trabalho.



**Figura 16.** Flor da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) no início do período reprodutivo, aos 105 dias após a emergência, em neossolo quartzarênico. Mossoró, RN. 2019. Foto: Pesquisador Dr. Paulo César Ferreira Linhares.



**Figura 17.** Teores de macronutrientes (A) e acúmulo (B) de cálcio na jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Mossoró, RN. 2014.



**Figura 18.** Acúmulo de cálcio da jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Fonte: Linhares et al. (2012).



Em estilosantes, os mesmos autores encontraram acúmulo superior, com média de 66 kg ha<sup>-1</sup>. Gouveia et al. (1997), avaliando características agronômicas de adubos verdes, encontraram acúmulo de cálcio em nabo forrageiro e tremoço-branco com 91 dias após o plantio (DAP), com valores médios entre 15,33 e 25,95, respectivamente, inferiores ao do presente trabalho.

Valores inferiores ao encontrado na jitirana, foram observados por Padovan et al. (2015) avaliando a cultura do milho cultivado em sucessão aos adubos verdes em sistemas sob bases agroecológicas, com acúmulo de cálcio de 42,93; 40,32; 42,03 e 20,98 kg ha<sup>-1</sup> para as culturas de crotalária, feijão-guandu, feijão de-porco e plantas espontâneas, respectivamente. Ferrari Neto et al. (2011) estudando plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema de plantio direto encontraram teor de cálcio de 8,3 g kg<sup>-1</sup>, assim como Silva et al. (2017) estudando o acúmulo de nutrientes e massa seca produzida por crotalaria juncea cultivada no cerrado, encontraram teor de cálcio de 6,06 g kg<sup>-1</sup>, valores aquém do referido estudo.

Segundo Dechen e Nachtigall (2007), o cálcio influi, indiretamente, no rendimento das culturas, ao melhorar as condições de crescimento das raízes, bem como por estimular a atividade microbiana, auxiliar na disponibilidade do Mo e na absorção de outros nutrientes, além de ajudar a reduzir o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na planta. É requerido em grandes quantidades pelas bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>.

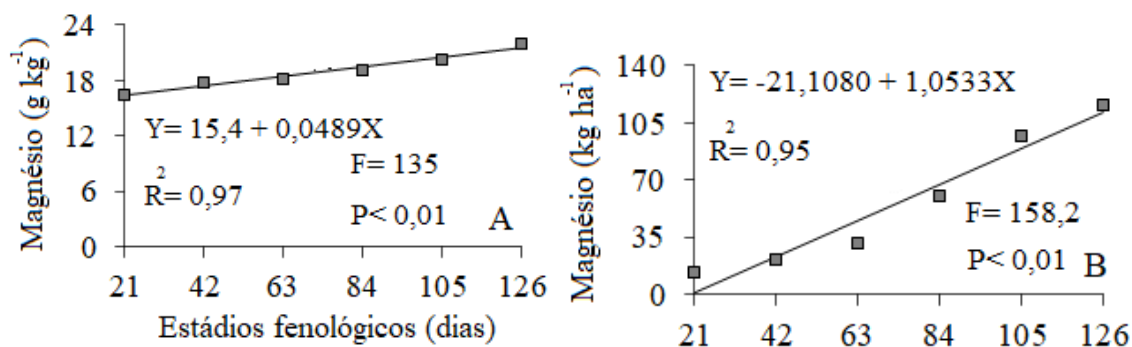
Pereira et al. (2017) estudando a ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão, encontraram acúmulo de cálcio de 11,0 g kg<sup>-1</sup> para a mucuna preta em pleno desenvolvimento vegetativo, valor inferior ao presente estudo. Sousa (2017) avaliando o desempenho de plantas de cobertura e alterações nos atributos químicos e microbianos do solo no cerrado, encontrou valor de 12,9 g kg<sup>-1</sup> de cálcio para mucuna preta, sendo semelhante ao presente estudo.

Em contrapartida, Leite et al. (2010) verificaram, estudando decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense que a vegetação espontânea apresentou teor mais elevado.

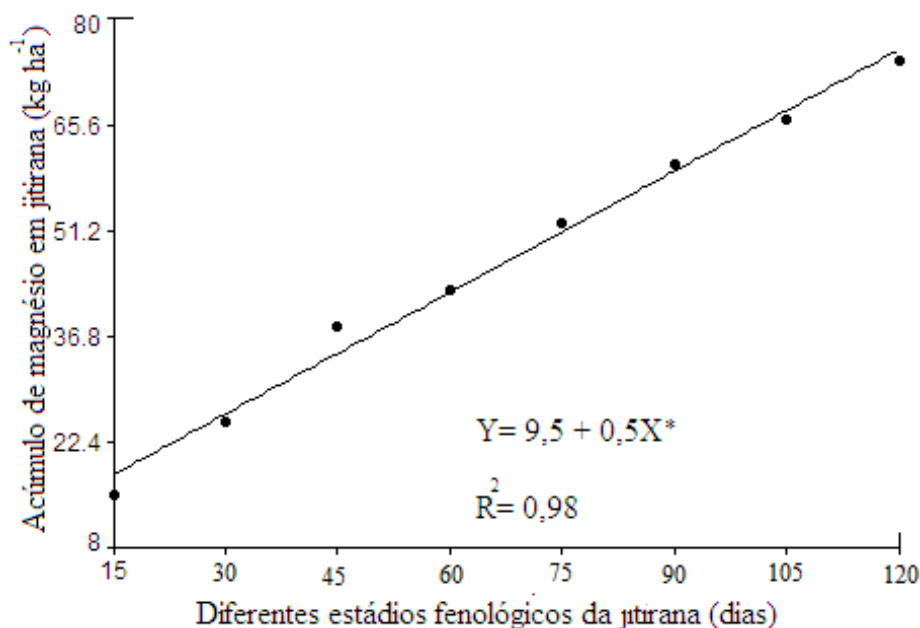
### ***Magnésio***

O magnésio é um elemento muito importante para o desenvolvimento vegetal, sendo que as suas funções nas plantas estão relacionadas principalmente com sua capacidade de interagir com ligantes nucleofílicos, como os grupos fosforílicos por meio de ligações iônicas e agindo como elemento de ligação e, ou, formando complexos de diferentes estabilidades (Meurrer, 2006). A sua absorção pelas plantas da solução do solo, ocorre de forma semelhante ao do K, sendo necessário que o nutriente entre em íntimo contato com a superfície da raiz, seja por interceptação radicular, por difusão ou fluxo de massa (Meurrer, 2006). A necessidade de Mg, para um ótimo crescimento das plantas situa-se na faixa de 1,5 a 3,0 g kg<sup>-1</sup> da matéria seca da parte vegetativa da planta (Meurrer, 2006).

Em trabalho realizado pelos autores desse livro, foram observado teor de magnésio na jitirana da ordem de 21,5 g kg<sup>-1</sup> aos 21 dias (Figura 19A) e acúmulo de 111,6 kg ha<sup>-1</sup> de magnésio aos 126 dias após a emergência das plantas (Figura 19B). Ferrari Neto et al. (2011) estudando plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema de plantio direto, encontraram teor de potássio de 2,0 g kg<sup>-1</sup>, inferior ao presente estudo.



**Figura 19.** Teores de macronutrientes (A) e acúmulo (B) de magnésio na jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Mossoró, RN. 2014.



**Figura 20.** Teores de macronutrientes (A) e acúmulo (B) de magnésio na jitirana (*Merremia aegyptia* L. Urban.) em diferentes estádios fenológicos. Fonte: Linhares et al. (2012).

Linhares et al. (2012) avaliando a produção de fitomassa seca e os acúmulos de N, P, K, Ca e Mg da jitirana em diferentes estádios fenológicos, encontraram acúmulo de magnésio de 69,5 kg ha<sup>-1</sup> aos 120 dias após a emergência (Figura 20), valor inferior ao presente estudo.

Silva et al. (2017) estudando o acúmulo de nutrientes e massa seca produzida por *crotalaria juncea*, cultivada no cerrado, encontraram acúmulo de magnésio de 50 kg ha<sup>-1</sup>, valor este inferior ao presente



estudo. Já, Rayol e Rayol (2012) avaliando a produção de biomassa e teor de nutrientes do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.) em reflorestamento no estado do Pará, encontraram teor de magnésio de 3,11 g kg<sup>-1</sup>, durante o período de floração, inferior ao presente estudo.

Valores inferiores ao acúmulo de magnésio em jitirana, foram observados por Padovan et al. (2015) avaliando a cultura do milho cultivado em sucessão aos adubos verdes em sistemas sob bases agroecológicas, com acúmulo de 45,74; 19,28; 17,60 e 15,70 kg ha<sup>-1</sup> para as culturas de crotalária, feijão-guandu, feijão-de-porco e plantas espontâneas, respectivamente. Teodoro et al. (2011) estudando os aspectos agrônômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado no alto vale do Jequitinhonha, encontraram acúmulo de magnésio em guandu anão de 18,78 kg ha<sup>-1</sup>, valor este aquém do encontrado na jitirana.

Sousa (2017) avaliando o desempenho de plantas de cobertura e alterações nos atributos químicos e microbianos do solo no cerrado, encontrou teor de 3,2 g kg<sup>-1</sup> de magnésio para mucuna preta, sendo semelhante ao presente estudo. Valores inferiores em relação ao acúmulo de magnésio foram observados por Vargas et al. (2011) estudando a influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos com valor de 31,90 kg ha<sup>-1</sup>.

Dos nutrientes existentes, o magnésio é essencial na fotossíntese, pois participa dos processos metabólicos como a formação de ATP nos cloroplastos, sendo que a quantidade de Mg no átomo central da clorofila chega a ser entre 15 e 20%. A necessidade de magnésio para um ótimo crescimento das plantas situa-se na faixa de 1,5 a 3,0 g kg<sup>-1</sup> da matéria seca da parte vegetativa da planta (Vitti et al., 2007).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aker AM et al. (2017). Effect of cover crops on physico-chemical attributes of soil in a short-term experiment in the southwestern Amazon region. *African Journal of Agricultural Research*, 12(47): 3339-3347.
- Alvarenga RC et al. (2001). Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, 22(208): 25-36.
- Amabile RF et al. (1999). Absorção de N, P e K por espécies de adubos verdes cultivadas em diferentes épocas e densidades num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23(4): 837-845.
- Andreola F et al. (2000). A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24(4): 867-874.
- Aragão JIO (2015). Plantas de cobertura e dinâmica do carbono orgânico do solo nas condições edofoclimáticas do recôncavo da Bahia. 68f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas/BA.

- Araújo FS et al. (2019). Chemical attributes and microbial activity of soil cultivated with cassava under different cover crops. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 23(8): 614-619.
- Araújo Neto SE et al. (2014). Atividade biológica de solo sob cultivo múltiplo de maracujá, abacaxi, milho, mandioca e plantas de cobertura. *Revista Ciência Agronômica*, 45(4): 650-658.
- Barros DL et al. (2013). Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão. *Bioscience Journal*, 29(2): 308-318.
- Boer CA et al. (2007). Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(9): 1269-1276.
- Borkert CM et al. (2003). Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(2): 143-153.
- Calvo CL et al. (2010). Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de gandu-anaão, milheto e sorgo em três épocas de corte. *Bragantia*, 69(1): 77-86.
- Cantarella H (2007). Nitrogênio. In: Novais RF, Alvarez VH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL, ed. *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 375-470.
- Cardoso DP et al. (2013). Atributos fitotécnicos de plantas de cobertura para a proteção do solo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(1): 19-24.
- Carneiro MAC et al. (2008). Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. *Bragantia*, 67(2): 455-462.
- Castro GF et al. (2017). Plantas de cobertura em sucessão ao milho para silagem em condições do cerrado. *Journal Bioenergy Food Science*, 4(1): 37-49.
- Cavalcante VS et al. (2012). Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(5): 521-528.
- Cavalcante VS et al. (2012). Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(2): 521-528.
- Ceretta CA et al. (2002). Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. *Ciência Rural*, 32(1): 49-54.
- Cesar MNZ et al. (2011). Performance de adubos verdes cultivados em duas épocas do ano no cerrado do Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 6(2): 159-169.
- Costa KA et al. (2007). Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(4): 1197-1202.
- Ernani PR et al. (2007). Potássio. In: Novais RF, Alvarez VH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL, ed. *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 551-594.
- Espindola JAA et al. (2006). Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 30(2): 3122-328. 2006.

- Favero C et al. (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.
- Fernandes AR et al. (2007). Produção de matéria seca e eficiência nutricional para P, Ca e MG em leguminosas herbáceas. *Acta Amazônica*, 37(2): 169-176.
- Ferrari Neto J et al. (2011). Plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema plantio direto. *Revista Ciências Agrônômica*, 42(4): 978-985.
- Ferreira ACB et al. (2018). Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(5): 566-574.
- Giacomini SJ et al. (2003). Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27(1): 325-334.
- Gouveia RF, Almeida DL (1997). Avaliação das características agrônômicas de sete adubos verdes de inverno no município de Paty do Alferes (RJ). Comunicado técnico, EMBRAPA, 20, p.7.
- Hirata ACS et al. (2014). Plantio direto de alface americana sobre plantas de cobertura dessecadas ou roçadas. *Bragantia*, 73(2): 178-183.
- Jandrey WF (2019). Produção de biomassa vegetal e fertilização com húmus líquido como estratégia técnica em sistemas de produção de base ecológica. 2019. 111f. Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em sistemas de produção familiar. Universidade Federal de Pelotas/RS.
- Leal AJF et al. (2013). Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplicação de calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(2): 491-501.
- Leal MAA et al. (2012). Desempenho de *Crotalaria* cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte. *Revista Ceres*, 59(2): 386-391.
- Leite LFC et al. (2010). Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. *Revista Ciência Agrônômica*, 41(1): 29-35.
- Linhares PCF et al. (2008). Produção de fitomassa e teores de macronutrientes em jitirana em diferentes estágios fenológicos. *Caatinga*, 21(4): 72-78.
- Linhares PCF et al. (2012a). Produção de fitomassa e acúmulo de macronutrientes em jitirana utilizada como adubo verde. *Revista Verde*, 7(4): 163-169.
- Meurer EJ, Fernandes MS (2006). *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 281-298.
- Miguel ASDC et al. (2018). Fitomassa e liberação de nutrientes em sistemas de cultivo de soja sob plantio direto. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 53(10): 1119-1131.
- Miranda NO et al. (2010). Sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró, RN. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5(2): 202-206.
- Moreira JN et al. (2006). Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no sertão Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(11): 1643-1651.

- Nascimento JT et al. (2005). Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um luvissole. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, 29(5): 825-831.
- Novais RF et al. (2007). Fertilidade do solo. In: Dechen AR, Nachtigall GR. Elementos requeridos a nutrição de plantas. Viçosa: SBCS, 102-103.
- Oliveira AB et al. (2019). Soja: Coleção 500 perguntas, 500 respostas. Embrapa, Brasília, 274 p.
- Oliveira WRD et al. (2016) Dynamics of soil microbiological attributes under integrated production systems, continuous pasture, and native cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51(1):1501-1510.
- Padovan MP et al. (2014). Dinâmica de Acúmulo de Massa e Nutrientes pela *Crotalaria juncea* para Fins de Adubação Verde e o Estádio Adequado para seu Manejo. *Revista Cadernos de Agroecologia*, 9(4): 1-12.
- Padovan MP et al. (2015). Milho cultivado em sucessão a adubos verdes em sistemas sob bases agroecológicas. *Revista Agroam@ambiente On-line*, 9(4): 377-385.
- Parton W et al. (2007). Global scale similarities in nitrogen release patterns during longterm decomposition. *Science*, 135(1): 361-364.
- Pereira AP et al. (2017). Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(4): 799-807.
- Prado RM (2009). 500 perguntas e respostas sobre nutrição de plantas. Jaboticabal: FCAV/GENPLANT. 108p.
- Prellwitz WPV, Coelho FC (2011). Produtividade de colmos, índice de área foliar e acúmulo de N na soca de cana-de-açúcar em cultivo intercalar com *Crotalaria juncea* L. *Revista Ceres*, 58(6): 773-780.
- Rayol BP, Rayal FOA (2012). Produção de biomassa e teor de nutrientes do feijão-de-porco (*Canavalia ensiforme*) em reflorestamento do estado do Pará. *Agroecossistemas*, 4(2): 85-90.
- Rodrigues GB et al. (2012). Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. *Revista Ceres*, 59(3): 380-385.
- Salmi GP et al. (2006). Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(4): 673-678.
- Santos VF et al. (2020). Produção de fitomassa por plantas de cobertura no agreste meridional de pernanbuco. *Ciências Agrícola*, 28(3): 31-35.
- Silgram M, Shepherd MA (1999). The effects of cultivation on soil nitrogen mineralization. *Advances in Agronomy*, Madison, 65(1): 267-311.
- Silva MS et al. (2017). Acúmulo de nutrientes e massa seca produzida por *crotalaria juncea* cultivada no cerrado. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 11(1): 26-36.
- Silveira PM et al. (2005). Acumulação de nutrientes no limbo foliar de guandu e estilósantes. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 35(3): 133-138.

- Sousa DC (2017). Desempenho de plantas de cobertura e alterações nos atributos químicos e microbianos do solo no cerrado. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Piauí, 73f.
- Souza JL, Guimarães GP (2013). Rendimento de massa de adubos verdes e o impacto na fertilidade do solo em sucessão de cultivos orgânicos. *Bioscience Journal*, 29(6): 1796-1805.
- Suzuki LEAS et al. (2008). Fitomassa de plantas de cobertura sob diferentes sistemas de cultivo e sucessão de culturas em Selvíria - MS. *Científica*, v.36, p.123-129.
- Taiz L et al. (2017). *Physiology and Plant Development*. 6nd eds. Artmed, Porto Alegre, 888p.
- Teixeira ST et al. (2005). Aplicação de lodo da estação de tratamento de água em solo degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(1): 91-94.
- Vargas TO et al. (2011). Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. *Horticultura Brasileira*, 29(4): 562-568.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

acúmulo, 29, 32, 35, 38, 40, 41  
 adubação verde, 46, 51, 78, 88  
 adubos orgânicos, 80  
 adubos verdes, 46, 61  
 agricultura  
     orgânica, 78  
     sustentável, 78  
 alface, 49, 50, 52  
 área foliar, 17  
 arenoso, 8  
 argissolo, 8

### B

banco de sementes, 13  
 beterraba, 82, 83, 84

### C

Caatinga, 7  
 cálcio, 37, 38, 39  
 cálcio na jitirana, 38  
 cambissolo, 8  
 carbono orgânico, 32  
 caupi-hortaliça, 72  
 cenoura, 85, 86, 87, 88  
 coentro, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62  
 colheita, 47  
 concentração de carbono, 31  
 convolvulaceae, 9  
 cotilédones, 16

### D

distribuição geográfica, 8  
 dormência tegumentar, 12

### E

eficiência agrônômica, 55  
 emergência das plantas, 35  
 escarificação física, 15  
 escarificação mecânica, 14  
 espécie herbácea, 9  
 espécies espontâneas, 13

estádios fenológicos, 25, 26, 29, 32, 35, 38, 39,  
 40, 41

estrato herbáceo, 7

extrato herbáceo da caatinga, 48

### F

feijão verde, 72

fisiologia vegetal, 14

fitomassa seca, 25

fitomassa verde, 8, 25, 28

fitomassa verde e seca, 47

flor, 10

flor da jitirana, 11, 38

floração, 11

florescimento, 10

folha, 9

fósforo, 32

fósforo na jitirana, 32

fotossíntese, 9, 16

fruto, 11

frutos de jitirana, 12

### G

germinação, 12

### H

hortaliça folhosa, 62

hortaliças, 48

hortelã, 69, 70, 71

hortelã-pimenta, 69

### I

inflorescência, 10

inflorescência da jitirana, 10

### J

jerimum, 88, 90

jerimum caboclo, 90

jitirana, 8, 9, 10, 12, 17, 18, 24, 25, 26, 27, 31,  
 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 47, 48, 49, 50,  
 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64,  
 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 79, 80, 81, 82, 83,  
 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90

jitirana em base seca, 52

jitirana em cobertura, 51  
jitirana incorporado ao solo, 50

**L**

latossolo, 8  
leguminosas, 47

**M**

magnésio, 40  
magnésio na jitirana, 40, 41  
máquina forrageira, 47  
massa verde, 64  
massa verde de rúcula, 67  
matéria seca, 8  
molhos, 54

**N**

nitrogênio, 28  
nitrogênio na jitirana, 29  
Nordeste Brasileiro, 7  
número de molhos, 55, 56, 57, 65

**P**

polifenóis em jitirana, 16  
potássio, 34, 37  
potássio na jitirana, 35  
prática sustentável, 46  
produção orgânica, 47  
produtividade, 49  
produtividade, 55  
da beterraba, 83  
de alface, 50, 52  
de grãos verdes, 72  
de hortelã, 71

produtividade de jerimum, 89  
protrusão da raiz primária, 16

**Q**

quantidades de jitirana, 73

**R**

rabanete, 79, 80, 81, 82  
rápido crescimento, 47  
região semiárida brasileira, 7  
relação C/N, 30  
relação carbono nitrogênio, 32, 46  
rendimento  
de coentro, 58  
de rúcula, 66  
rúcula, 62, 63, 64, 65, 66, 68

**S**

sementes, 12  
de jitirana, 12, 13, 15  
escarificadas, 15  
semiáridas, 7  
semiárido, 13  
semiárido brasileiro, 79  
sistema radicular da jitirana, 36

**T**

teores de macronutrientes, 25, 28  
teores de macronutrientes, 29, 32, 35, 38, 40, 41

**V**

vegetação espontânea, 27  
viabilidade agroeconômica, 70

## **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 um livro publicado, 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 jitirana como adubo na produção de hortaliças. Líder do grupo de pesquisa jitirana.

Contato: paulolinhares@ufersa.edu.br.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4891-275X>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1311270866082988>.



### **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. Possui 10 livros publicados, 26 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. 123 de Doutorado, 05 e 02 supervisões de estágio Pós Doutorado.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4812-0389>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5767308356895558>.





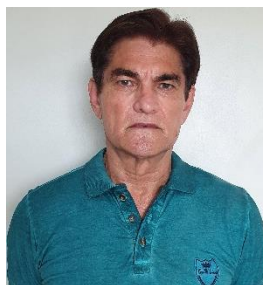
### **Janilson Pinheiro de Assis**

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 (2014) 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 quatro 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.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3053-9851>.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0515150725587434>.



### **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 quatro 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.

Orcid: 0000-0002-9103-8781.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0515150725587434>.



### **Aline Carla de Medeiros**

Licenciada em Biologia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú- UVA, Mestre em Sistemas Agroindustriais (2014) na Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Pombal, Paraíba e Doutora em Engenharia de Processos (2020) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos-Centro de ciência de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba-Campina Grande-Paraíba. Atualmente é professora colaboradora do Mestrado em Sistemas Agroindustriais da UFCG, campus Pombal-PB e desenvolve pesquisas nas áreas de Agroecologia e Apicultura. Possui 02 livros publicados, 130 artigos publicados em revistas nacionais e internacionais e 23 orientações de Dissertação de Mestrado.

Contato: (83) 98107-6332.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0161-3541>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6587099361548333>.



ISBN 978-658831990-1



**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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)