

**Produção de biomassa e teor foliar de nutrientes em *Justicia pectoralis* Jacq. com diferentes tipos de adubação**

**Biomass production and leaf nutrient content in *Justicia pectoralis* Jacq. with different types of fertilization**

**Producción de biomasa y contenido de nutrientes de hojas en *Justicia pectoralis* Jacq. con diferentes tipos de fertilización**

Recebido: 23/07/2020 | Revisado: 04/08/2020 | Aceito: 10/08/2020 | Publicado: 15/08/2020

**Cláudia Fabiana Alves Rezende**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1789-0516>

UniEvangélica, Brasil

E-mail: [claudia7br@msn.com](mailto:claudia7br@msn.com)

**Gabriella Alexandre Dutra**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1586-9791>

UniEvangélica, Brasil

E-mail: [gabriella\\_alexandre@yahoo.com](mailto:gabriella_alexandre@yahoo.com)

**Rafaela Miguel Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5870-1892>

UniEvangélica, Brasil

E-mail: [rafaelamiguelvieira@gmail.com](mailto:rafaelamiguelvieira@gmail.com)

**Josana de Castro Peixoto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3496-1315>

UniEvangélica, Brasil

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: [josana.peixoto@gmail.com](mailto:josana.peixoto@gmail.com)

**Resumo**

O objetivo com este trabalho foi avaliar diferentes fontes de adubação no crescimento da planta, acúmulo de nutrientes nas folhas de *Justicia pectoralis* Jacq. visando ao aprimoramento na produção de biomassa. Os tratamentos consistiram de três diferentes adubações: orgânica, química e organomineral, mais a testemunha (sem adubação), dispostos num delineamento em blocos casualizados, com 18 repetições por tratamento em quatro blocos. Aos 100, 120, 150 e 180 dias após o transplante foram determinadas a altura e

diâmetro. Na última avaliação as plantas foram colhidas manualmente. Avaliou-se a biomassa da parte aérea (g) e o teor de nutrientes foliares. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância. A análise de regressão foi utilizada para os dados biométricos das plantas e para a concentração mineral as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Houve influência positiva das diferentes adubações sobre o crescimento da planta em altura, diâmetro e biomassa seca, sendo que a adubação organomineral proporcionou maior desenvolvimento da planta. As plantas de *J. pectoralis* apresentam diferentes teores de nutrientes em seus tecidos foliares, com a seguinte ordem de acúmulo para os macronutrientes ( $\text{g Kg}^{-1}$ ):  $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$ ; e para os micronutrientes ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ):  $\text{Fe} > \text{B} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$ . Por se tratar de uma planta com diversidade de metabólitos secundários e pertencentes à flora do Bioma Cerrado, ainda são necessárias pesquisas científicas que possibilitem a produção em escala evitando o extrativismo e perda de material genético.

**Palavras-chave:** Plantas medicinais; Chambá; Organomineral; Sustentabilidade.

### Abstract

The objective of this work was to evaluate different sources of fertilization in the growth of the plant, accumulation of nutrients in the leaves of *Justicia pectoralis* Jacq. aiming at improving biomass production. The treatments consisted of three different fertilizations: organic (poultry manure), chemical and organomineral, plus the control (without fertilization), arranged in a randomized block design, with 18 repetitions per treatment in four blocks. At 100, 120, 150 and 180 days after transplantation, height and diameter were determined in ten plants in the useful area of each plot. In the last evaluation, the plants were harvested manually. Shoot biomass (g) and leaf nutrient content were evaluated. The statistical program used was Sisvar, and the data obtained were subjected to analysis of variance. The regression analysis was used for the biometric data of the plants and for the mineral concentration the averages were compared by the Tukey test ( $p < 0.05$ ). The different doses and sources of fertilization used in the cultivation of *J. pectoralis* influenced the length of the aerial part, plant diameter, dry biomass. *J. pectoralis* plants present different levels of nutrients in their leaf tissues, with the following accumulation order for macronutrients ( $\text{g Kg}^{-1}$ ):  $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$ ; and for micronutrients ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ):  $\text{Fe} > \text{B} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$ . There was a positive influence of different fertilizations on plant growth in height, diameter and dry biomass, and organomineral fertilization provided greater plant development. Because it is a plant with a diversity of secondary metabolites and belonging to the flora of the Cerrado

Biome, scientific research is still necessary to enable the production in scale avoiding extraction and loss of genetic material.

**Keywords:** Medicinal plants; Tilo; Organomineral; Sustainability.

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes fuentes de fertilización en el crecimiento de la planta, acumulación de nutrientes en las hojas de *Justicia pectoralis* Jacq. con el objetivo de mejorar la producción de biomasa. Los tratamientos consistieron en tres fertilizaciones diferentes: orgánica (estiércol de ave), química y organomineral, más el control (sin fertilización), dispuestos en un diseño de bloques al azar, con 18 repeticiones por tratamiento en cuatro bloques. A los 100, 120, 150 y 180 días después del trasplante, se determinaron la altura y el diámetro en diez plantas en el área útil de cada parcela. En la última evaluación, las plantas se cosecharon manualmente. Se evaluó la biomasa del brote (g) y el contenido de nutrientes de la hoja. El programa estadístico utilizado fue Sisvar, y los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza. El análisis de regresión se utilizó para los datos biométricos de las plantas y para la concentración de minerales, los promedios se compararon mediante la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Las diferentes dosis y fuentes de fertilización utilizadas en el cultivo de *J. pectoralis* influyeron en la longitud de la parte aérea, el diámetro de la planta, la biomasa seca. Las plantas de *J. pectoralis* tienen diferentes niveles de nutrientes en los tejidos de sus hojas, con el siguiente orden de acumulación de macronutrientes ( $\text{g Kg}^{-1}$ ):  $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$ ; y para micronutrientes ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ):  $\text{Fe} > \text{B} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$ . Hubo una influencia positiva de las diferentes fertilizaciones en el crecimiento de las plantas en altura, diámetro y biomasa seca, y la fertilización organomineral proporcionó un mayor desarrollo de la planta. Debido a que es una planta con una diversidad de metabolitos secundarios y que pertenece a la flora del Bioma Cerrado, la investigación científica aún es necesaria para permitir la producción a escala evitando la extracción y la pérdida de material genético.

**Palabras clave:** Plantas medicinales; Chambá; Organomineral; Sustentabilidad.

## 1. Introdução

Chambá (*Justicia pectoralis* Jacq.) é uma planta usada pela população para tratar doenças respiratórias como tosse, bronquite e asma. Esta erva doméstica pode ser encontrada nos países da América do Sul, do Norte ou Central e também é usada em Cuba, onde é

chamada de "tilo", na Jamaica "sana herida" e em Porto Rico "san curia". No Brasil, nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, é conhecido como chambá, anador ou trevo-cumaru (Leal et al., 2017).

Segundo Rosal et al. (2011), o manejo cultural associado as condições edáficas, clima, fator genético, influenciam a produção de biomassa e síntese de princípios ativos nas plantas medicinais, aromáticas e condimentares. Sendo importante verificar a influência da aplicação de técnicas agronômicas nas possíveis variações quantitativas e qualitativas dessas plantas. Estudos em respostas à adubação orgânica, mineral e mista, são essenciais nesse processo. Segundo Lopes et al. (2019), o uso de adubos e composto orgânico em plantas medicinais justifica os baixos custos e a sustentabilidade ambiental em comparação com os fertilizantes químicos, e melhora as propriedades física e química do solo.

Dentre as opções para a nutrição dessas plantas tem-se os fertilizantes organominerais, que apresentam vantagens do uso como o efeito de liberação lenta dos nutrientes, ou seja, ao entrar em contato com o solo e sob efeito da biodegradação, ocorre liberação de nutrientes de forma contínua, reduzindo a possibilidade de perdas por lixiviação e mantendo a planta nutrida constantemente durante todo o período de crescimento (Texeira et al., 2014). O que permite o suprimento simultâneo de nutrientes minerais e matéria orgânica. Contudo, pouco se conhece sobre a influência dessa fonte no cultivo de plantas medicinais.

O estudo da nutrição mineral das plantas é essencial, pois os nutrientes minerais são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, além da produção de metabólitos secundários (Garlet; Santos, 2008). Diante do exposto o objetivo com este trabalho foi avaliar diferentes fontes de adubação no crescimento da planta, acúmulo de nutrientes nas folhas de *Justicia pectoralis* Jacq., visando ao aprimoramento na produção de biomassa.

## **2. Material e Métodos**

O estudo foi desenvolvido no Centro Universitário de Anápolis, UniEvangélica, município de Anápolis, GO, Brasil, nas coordenadas geográficas, Latitude 16°19'36"S e Longitude 48°27'10"W, com altitude 1.030m. O clima da região é classificado de acordo com Köppen, como Aw (tropical com estação seca) com mínima de 18°C e máxima de 32°C, com chuvas de outubro a abril e precipitação pluviométrica média anual de 1.450mm e temperatura média anual de 22°C. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho, com 33% argila, 19% silte e 48% areia, textura média.

Foi realizada na área, antes da implantação da cultura, uma amostragem de solo simples. A amostra foi retirada na profundidade de 0-0,20 m com auxílio de trado holandês e analisada quimicamente para avaliação da disponibilidade de nutrientes conforme metodologia proposta por Embrapa (2011). Os resultados obtidos na análise química do solo demonstraram pH CaCl<sub>2</sub> 5,1, Ca 2,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg 1,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Al 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, H+Al 3,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, CTC 7,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, K 54 mg dm<sup>-3</sup>, P (Mehlich) 1,6 mg dm<sup>-3</sup>, saturação de bases (V) 52,9%, matéria orgânica (MO) 2,70% e carbono orgânico (C.org) 1,60%.

As mudas utilizadas para a realização do experimento foram obtidas pelo processo de estaquia, sendo as estacas coletadas em plantas sadias de *Justicia pectoralis*, no horto medicinal da Unidade Experimental da UniEvangélica, Anápolis, Goiás.

Foram selecionadas estacas com 12 cm de comprimento, sem folhas e com cinco gemas, no mínimo. O plantio foi realizado em sacos de polietileno de 10x15 cm, contendo como substrato comercial. As estacas foram plantadas com duas gemas enterradas, sendo dispostos sob sombrite (50%), permanecendo nesse ambiente até o transplântio. O suprimento d'água para as mudas foi efetuado mediante irrigações diárias, com auxílio de regador. Trinta dias após o plantio as mudas transplantadas para os canteiros, no espaçamento de 0,25x0,30m, com dimensão da parcela de 1,30 x 2,30m, seguindo a metodologia proposta por Bezerra et al. (2006).

Os resultados obtidos na análise química do adubo orgânico demonstraram: pH CaCl<sub>2</sub> 7,0; Ca 10,20 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg 9,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al 2,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC 25,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K 1.105,0 mg dm<sup>-3</sup>; P (Mel) 857,1 mg dm<sup>-3</sup>; MO 7,20 % e V 89,7%,

Os tratamentos consistiram de três diferentes adubações: orgânica (esterco de aves), química e organomineral, mais a testemunha (sem adubação), dispostos num delineamento em blocos casualizados (DBC), com 18 repetições por tratamento em quatro blocos. As plantas foram transplantadas para o campo em covas contendo três mudas por cova. A adubação de plantio foi 75 g cova<sup>-1</sup> de esterco de aves para o tratamento orgânico, 45 g cova<sup>-1</sup> de adubo mineral 05-25-15 e 45 g cova<sup>-1</sup> de adubo organomineral 02-15-15. O fertilizante organomineral é constituído também por cloreto de potássio (KCl), Superfosfato Triplo (SFT) e Fosfato Monoamônico (MAP), 30% de carbonato de cálcio e magnésio, 8% de carbono orgânico, 16% MO e 4% de Ca.

As coberturas foram realizadas a cada 30 dias após o transplântio (DAT), onde as plantas em cultivo orgânico receberam quatro doses de 30 g esterco de aves, as plantas no cultivo mineral e organomineral recebera quatro doses de ureia, 120 g cova<sup>-1</sup>. As plantas sem adubação (testemunha) não receberam aplicações no plantio ou em cobertura.

O controle das plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais. Foi colocada uma cobertura de palha de arroz sobre os canteiros, para aumentar a eficiência do controle das plantas daninhas, bem como reduzir as perdas de água por evaporação. Foram realizadas irrigações nos canteiros, para manter um suprimento uniforme e adequado de umidade para o desenvolvimento das plantas.

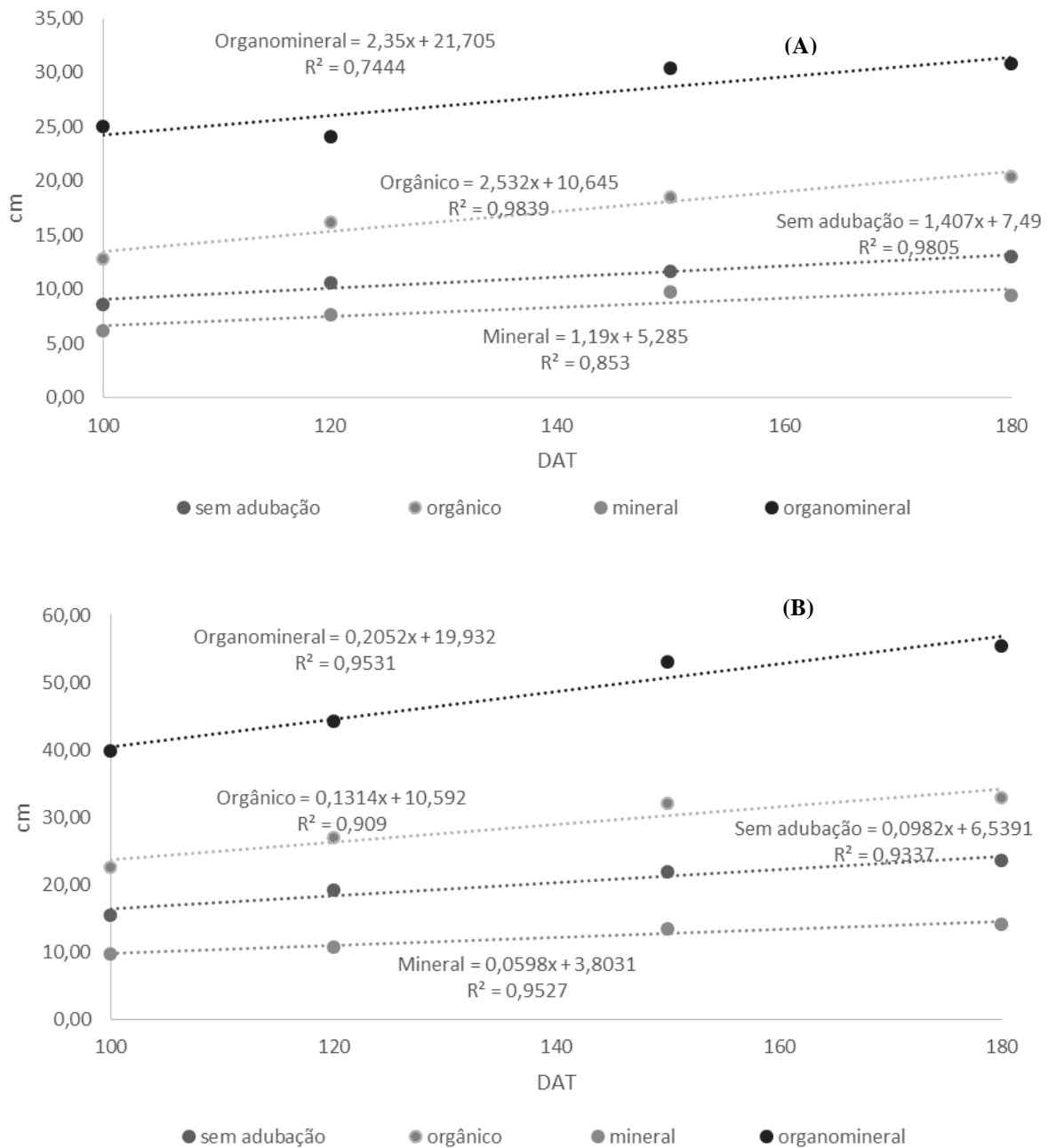
Aos 100, 120, 150 e 180 dias após o transplante foram determinadas em dez plantas da área útil de cada parcela, a altura e diâmetro. Na última avaliação as plantas foram colhidas manualmente. A parte aérea das plantas foram lavadas em água corrente e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, durante 72 h, para determinação do peso seco. Avaliou-se a biomassa da parte aérea (g) e a avaliação dos teores de nutrientes foliares, que foram estimados de acordo com as seguintes metodologias: N (método micro Kjeldahl), P total (colorimetria – método de metavanadato), K (fotometria de chama), enxofre total (S) (método turbidimétrico), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) (método espectrofotometria de absorção atômica) (Embrapa, 2011).

O programa estatístico utilizado foi o Sisvar (Ferreira, 2014), e os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA). A análise de regressão foi utilizada para os dados biométricos das plantas e para a concentração mineral as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### **3. Resultados e Discussão**

As diferentes doses e fontes de adubação empregadas no cultivo da *J. pectoralis* influenciaram no comprimento da parte aérea e diâmetro das plantas (Figura 1). No entanto o maior desenvolvimento foi obtido quando se utilizou a adubação organomineral no plantio e foi o que mais interferiu no desenvolvimento das plantas de *J. pectoralis*, sendo observado os maiores índices de desenvolvimento durante todo o ciclo, tanto para a altura (Figura 1) como para o comprimento.

**Figura 1.** Influência das diferentes fontes de adubação na altura (A) e comprimento (B) de *Justicia pectoralis* cultivada em campo nos dias após o transplante (DAT), Anápolis, GO



Fonte: Autores.

Os efeitos positivos e lineares no crescimento das plantas (Figura 1), começaram a ser estatisticamente significativos, já na primeira avaliação aos 100 DAT, sendo visível até a retirada das plantas do campo aos 180 DAT. Pode se observar que o uso de adubo organomineral proporcionou aumentos crescentes do comprimento da parte aérea.

Oliveira; Andrade (2000) colocam que *J. pectoralis* é uma espécie herbáceo-cespitosa de até 25,8 cm de altura, neste trabalho observa-se altura, aos 180 DAT de 30,79 cm para o uso da adubação organomineral, sendo este valor 19% maior que o relatado na literatura. O menor desenvolvimento foi observado para as plantas com adubação mineral com 9,45 cm. A observação da figura 1A mostra esse desenvolvimento das plantas, os valores apontados por Oliveira; Andrade (2000) foram ultrapassados em razão da adequada disponibilidade nutricional oferecida pelo adubo organomineral.

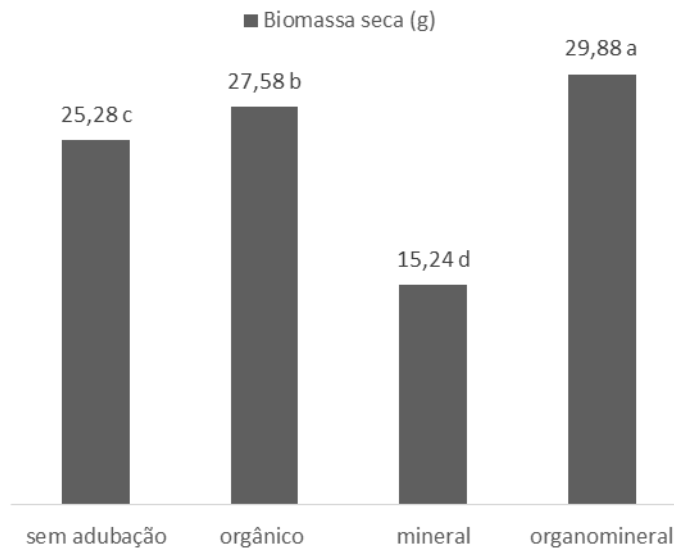
A resposta positiva e significativa à adubação organomineral nas plantas de *J. pectoralis* é esperada, visto reunir uma série de atributos que conferem melhor desenvolvimento as plantas, devido a ação da matéria orgânica, favorecendo o melhor aproveitamento dos nutrientes minerais (Teixeira et al., 2014). Uma nutrição adequada automaticamente melhora o crescimento e produção de biomassa vegetal, o que possibilitará maior extração de metabólitos secundários, óleos essenciais e menor extrativismo vegetal.

A ausência de dominância apical na espécie proporciona um crescimento lateral das plantas característico do hábito sub-ereto da planta (Leal et al., 2017). Durante as avaliações o maior crescimento foi observado nas plantas adubadas com o organomineral (Figura 2B), seguidas das plantas com adubação orgânica. Nota-se que o coeficiente de variação de comprimento foi de 34,11% e o de altura de 29,33%, o que significa colocar que os dados de comprimento variam mais que os dados de altura da planta, embora ocorra correlação visual entre os dois parâmetros.

No acúmulo de biomassa seca da parte aérea aos 180 DAT (Figura 2), o adubo organomineral apresentou maior acúmulo com 29,88 g, seguida da adubação orgânica com 27,58 g. Bezerra et al. (2006) e Vieira et al. (2019), trabalhando com adubação de *J. pectoralis*, mostraram que as realizadas utilizando adubação orgânica e NPK inorgânico não afetaram a produção de biomassa seca, enquanto que Lima (2018) aponta um incremento na biomassa das plantas com o uso de esterco bovino. Rosal et al. (2011), destacam que plantas cultivadas com esterco avícola apresentaram expressivo acúmulo de biomassa seca em relação às demais.



**Figura 2.** Influência das diferentes fontes de adubação no acúmulo de biomassa seca de *Justicia pectoralis* cultivada em campo aos 180 dias após o transplantio (DAT), Anápolis, GO.



Fonte: Autores.

A produção de biomassa seca nas plantas adubadas com organomineral, a base de esterco avícola, foi 96% maior que a do tratamento utilizado com adubação mineral, e 15% superior a testemunha (ausência de adubação). A eficiência nutricional depende de vários fatores, como os climáticos, edáficos, intrínsecos às espécies e suas interações com o meio ambiente, e, com a composição química do adubo utilizado (Rosal et al., 2011).

Fazendo-se uma comparação entre as fontes de nutrientes utilizadas, observa-se que o desenvolvimento das plantas adubadas com o organomineral foi superior a adubação mineral. Deve se ressaltar a capacidade da matéria orgânica em liberar aos poucos os nutrientes presentes na constituição do adubo organomineral, mesmo que contenha menor proporção de nutrientes comparado ao adubo mineral, que pode ser lixiviado mais facilmente no solo.

A concentração de um elemento na folha é devido ao teor disponível no solo, o que está diretamente relacionado a adubação. As plantas de *J. pectoralis* apresentam diferentes teores de nutrientes em seus tecidos foliares (Tabela 1), com a seguinte ordem de acúmulo para os macronutrientes ( $\text{g Kg}^{-1}$ ):  $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$ ; e para os micronutrientes ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ):  $\text{Fe} > \text{B} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$ . Quanto ao acúmulo de nutrientes na parte aérea de *J. pectoralis* em função das diferentes fontes de adubo empregada, não foi possível estabelecer uma relação proporcional ao crescimento geral das plantas cultivadas e as diferentes fontes no fornecimento de nutrientes.

**Tabela 1.** Concentração de nutrientes encontrados na parte aérea de *Justicia pectoralis* de acordo com as diferentes fontes de adubação utilizadas, Anápolis, GO.

| Fontes de Adubação | N                  |    | P     |    | K    |    | Ca     |    | Mg     |   | S      |    |
|--------------------|--------------------|----|-------|----|------|----|--------|----|--------|---|--------|----|
|                    | g Kg <sup>-1</sup> |    |       |    |      |    |        |    |        |   |        |    |
| sem adubação       | 14,74              | b  | 1,26  | a  | 8,60 | a  | 9,61   | ab | 4,93   | a | 1,17   | a  |
| orgânico           | 16,10              | b  | 1,38  | a  | 9,38 | a  | 10,48  | a  | 5,38   | a | 1,28   | a  |
| mineral            | 21,98              | a  | 1,58  | a  | 6,58 | b  | 8,78   | bc | 6,08   | a | 1,18   | a  |
| organomineral      | 22,18              | a  | 1,38  | a  | 5,28 | b  | 7,68   | c  | 3,48   | b | 0,98   | a  |
| Teste F            | 0,00               | ** | 0,90  | ns | 0,00 | ** | 0,0011 | ** | 0,0018 | * | 0,9133 | ns |
| CV(%)              | 2,8                |    | 37,43 |    | 7,04 |    | 5,75   |    | 10,57  |   | 45,44  |    |

| Fontes de Adubação | B                   |    | Cu   |    | Fe     |    | Mn    |    | Zn    |    |
|--------------------|---------------------|----|------|----|--------|----|-------|----|-------|----|
|                    | mg Kg <sup>-1</sup> |    |      |    |        |    |       |    |       |    |
| sem adubação       | 39,76               | d  | 3,10 | b  | 467,94 | d  | 8,96  | c  | 13,18 | b  |
| orgânico           | 43,38               | c  | 3,38 | b  | 510,50 | c  | 9,80  | c  | 14,40 | b  |
| mineral            | 112,88              | a  | 4,94 | a  | 539,40 | a  | 37,20 | b  | 20,20 | a  |
| organomineral      | 52,58               | b  | 3,08 | b  | 523,60 | b  | 33,70 | a  | 8,70  | c  |
| Teste F            | 0,00                | ** | 0,00 | ** | 0,00   | ** | 0,00  | ** | 0,00  | ** |
| CV(%)              | 0,85                |    | 3,56 |    | 0,1    |    | 2,34  |    | 3,72  |    |

Teste F: \*\* e \*significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, ns - não significativo; Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

No campo as plantas adubadas com adubo organomineral apresentaram maior desenvolvimento em altura e comprimento (Figura 1), seguida pelas plantas com adubo orgânico. Pode-se inferir que as concentrações foliares apresentadas nestes tratamentos sejam faixas adequadas para o bom desenvolvimento da planta, destacando-se que são faixas de concentração e não pontos específicos. Sendo para o N- 16,1 - 22,18 g Kg<sup>-1</sup>; P- 1,38 - 1,58 g Kg<sup>-1</sup>; K- 5,28 - 9,38 g Kg<sup>-1</sup>; Ca- 7,68 - 10,48 g Kg<sup>-1</sup>; Mg- 3,48 - 5,38 g Kg<sup>-1</sup>; S- 0,98 - 1,28 g Kg<sup>-1</sup>; B- 43,38 - 52,58 mg Kg<sup>-1</sup>; Cu- 3,08 - 3,38 mg Kg<sup>-1</sup>; Fe- 510,5 - 523,6 mg Kg<sup>-1</sup>; Mn- 9,8 - 33,7 mg Kg<sup>-1</sup>; Zn- 8,7 - 14,8 mg Kg<sup>-1</sup>.

Franklin et al. (2017) avaliando a eficiência do uso pelas plantas de fontes orgânicas e inorgânicas de fertilizantes relatam que o custo de carbono para a assimilação de N orgânico na forma de proteínas é menor do que para as fontes inorgânicas. Este fato pode estar associado a maior concentração de N nas plantas com o organomineral (Tabela 1), visto que este adubo apresenta 16% MO enquanto que o adubo orgânico apresentava 7,2% MO. Para os compostos fenólicos, em especial as cumarinas, existe a correlação entre a disponibilidade de N no solo e os teores de princípio ativo na planta, indicando que em geral, altos níveis de princípio ativo são encontrados em plantas cultivadas em condições de excesso de N (Gobbo-Neto; Lopes, 2007).

A concentração de Ca é uma exceção observada, visto que, em geral, as concentrações de K são maiores nas folhas que as de Ca, sabe-se que as adições de N fazem aumentar o teor de Ca na folha. A diferença entre a concentração de nutrientes e as diferentes fontes de adubação, sugere que as plantas respondem a adubação com fontes orgânicas associada a mineral. O que pode estar associado a uma ciclagem de nutrientes eficiente e menores perdas por lixiviação.

Bezerra et al. (2006) observaram o maior acúmulo de P ( $0,7 \text{ g Kg}^{-1}$ ) e K ( $30 \text{ g Kg}^{-1}$ ) na biomassa seca de plantas de *J. petoralis* com o uso de adubação orgânica (esterco bovino) associado a adubação mineral. Os valores observados para a concentração do P ( $1,38 - 1,58 \text{ g Kg}^{-1}$ ) foram superiores aos observados por pelos autores, enquanto que para o K ( $5,28 - 9,38 \text{ g Kg}^{-1}$ ) foram inferiores. Nota-se que existem algumas particularidades em relação ao requerimento dos nutrientes, que pode estar relacionado ao acúmulo dos metabólitos secundários presentes na planta, como a cumarina e a umbeliferona (Vries et al., 1988).

É importante ressaltar que as plantas foram cultivadas em um solo de baixa a média fertilidade. Segundo Gobbo-Neto; Lopes (2007), apesar de a hipótese do balanço carbono/nutrientes sugerir que em ambientes pobres em nutrientes o crescimento das espécies vegetais sofre maior limitação da disponibilidade de nutrientes do que da fotossíntese, e que nestas condições, a síntese de metabólitos secundários é estimulada, a relação entre produção de metabólitos secundários e a disponibilidade de nutrientes no solo, apresenta resultados bastante controversos, mas, sabe-se que a adição de nutrientes via adubação afeta a produção de diferentes metabólitos secundários.

Ramos et al. (2011) destacam que a adubação orgânica está diretamente relacionada a produção dos metabólitos secundários. Não se pode estabelecer regras sólidas e estáveis, tendências podem ser reconhecidas, pois os efeitos não são totalmente previsíveis. Em solos pobres nutricionalmente, ocorre menor taxa de desenvolvimento da planta, geralmente se verifica maior produção de metabólitos secundários. Solos com pH ácido, devido a uma redução na taxa de conversão de amônio a nitrato, a incorporação de N pode ser inibida, o que tem sido utilizado para explicar estudos que encontraram altos níveis de produção de metabólitos secundários (Gobbo-Neto; Lopes, 2007).

Considerando o nível de saturação por bases do solo (V) de 60% como o ideal para o desenvolvimento da maioria das culturas, pode-se balizar a concentração dos nutrientes observados de acordo com o trabalho de Lima (2018), onde observou-se as concentrações de: N-  $20,14 \text{ g Kg}^{-1}$ ; P-  $0,67 \text{ g Kg}^{-1}$ ; K-  $11,13 \text{ g Kg}^{-1}$ ; Ca-  $16,38 \text{ g Kg}^{-1}$ ; Mg-  $8,86 \text{ g Kg}^{-1}$ ; S-  $0,68 \text{ g Kg}^{-1}$ .

$\text{Kg}^{-1}$ : B- 50,07  $\text{mg Kg}^{-1}$ ; Cu- 4,60  $\text{mg Kg}^{-1}$ ; Fe- 324,80  $\text{mg Kg}^{-1}$ ; Mn- 10,20  $\text{mg Kg}^{-1}$  e Zn- 17,60  $\text{mg Kg}^{-1}$ .

Adotando-se esse parâmetro observa-se que as concentrações apresentadas na Tabela 1 de N, Mn e B se encontram acima dos parâmetros para o uso da adubação mineral e organomineral; para o Cu e Zn acima para a mineral; para o P, S, Fe todos os tratamentos se apresentaram acima dos parâmetros adotados; já para o K, Ca, Mg todos os tratamentos estão abaixo do parâmetro adotado.

Destaca-se que as plantas apresentam diferenças nas demandas nutricionais, um nutriente exigido em maior concentração por uma espécie, não é necessariamente exigida por outra. Esse fato reforça a importância de estudos associando requerimento nutricional de plantas utilizadas como fitoterápicos, como a *J. pectoralis*, e o fornecimento de nutrientes no seu cultivo, visto que o extrativismo dessas plantas pode levar a perda de genótipos endêmicos nas diferentes regiões.

Vários autores destacam a influência da nutrição na produção do metabólitos secundários. As deficiências de N e P influenciam diretamente o acúmulo de fenilpropanóides e lignificação (Dixon; Paiva, 1995). O estresse nutricional também tem um efeito marcante nos níveis fenólicos nos tecidos das plantas. A deficiência de K, S e Mg também é relatada para aumentar as concentrações fenólicas. O baixo nível de Fe pode causar aumento da liberação de ácidos fenólicos pelas raízes (Chalker-Scott; Fenchigami, 1989).

O K aumenta a resistência da planta a fatores de estresse, através da indução de mecanismos de defesa, como produção de fenilpropanóides, a qual inclui-se a cumarina (Araujo et al., 2015). Lima (2018) relata correlação forte de K e B e muito forte Mn e Zn em relação ao teor de cumarinas. O que indica que quanto maior o acúmulo destes nutrientes nas folhas, maior a biossíntese de cumarina.

O Mn é responsável pela ativação de diversas enzimas da via do chiquimato, responsável pela biossíntese das cumarinas (Mazimba, 2017). O Zn, por sua vez, também atua em reações enzimáticas específicas exercendo função sobre desidrogenases, aldolases, isomerases, transfosforilases, relacionados aos mecanismos de defesa e a tolerância das plantas aos fatores de estresse ambiental (Cakmak et al., 2000).

De acordo com Gobbo-Neto; Lopes (2007), deve-se enfatizar que estudos relacionando a interação dos fatores nutricionais com a produção de metabólitos secundários pelas plantas são bastante escassos e limitados a espécies exóticas, muitas delas originárias de regiões temperadas e com importância econômica, não correspondendo ao comportamento de espécies selvagens ou pertencentes a outros tipos de habitat, a exemplo do *J. pectoralis*. Com

isso, destaca-se a necessidade da realização de estudos que auxiliem a obtenção de matérias-primas uniformes e de qualidade comprovada.

#### 4. Conclusões

Houve influência positiva das diferentes adubações sobre o crescimento da planta em altura, diâmetro e biomassa seca, sendo que a adubação organomineral proporcionou maior desenvolvimento da planta.

As plantas de *J. pectoralis* apresentam alto teor de nutrientes em seus tecidos foliares, apresentando a seguinte ordem de acúmulo para os macronutrientes ( $\text{g Kg}^{-1}$ ):  $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$ ; e para os micronutrientes ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ):  $\text{Fe} > \text{B} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$ .

#### Referências

Araujo, L., Bispo, W. S., Rios, V. S., Fernandes, S. A., & Rodrigues, F. A. (2015). Induction of the phenylpropanoid pathway by acibenzolar-s-methyl and potassium phosphite increases mango resistance to *Ceratocystis fimbriata* infection. *Plant Disease*, 99(4), 447-459.

Bezerra, A. M., Nascimento Júnior, T., Leal, F. R., & Carneiro, J. G. M. (2006). Yielding of biomass, essential oil, contents phosphorus and potassium of *Justicia pectoralis* var. *stenophylla* in response to the fertilization organic and mineral. *Revista Ciência Agronômica*, 37(2), 124.

Cakmak, I., Welch, R. M., Erenoglu, B., Römheld, V., Norvell, W. A., & Kochian, L. V. (2000). Influence of varied zinc supply on re-translocation of cadmium ( $^{109}\text{Cd}$ ) and rubidium ( $^{86}\text{Rb}$ ) applied on mature leaf of durum wheat seedlings. *Plant and Soil*, 219(1-2), 279-284.

Chalker-Scott, L., Fenchigami, L.H. (1989). The role of phenolic compounds in plant stress responses. In: Paul, H. L., Ed. *Low temperature stress physiology in crops*. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc. 1989:40.

Dixon, R. A., Paiva, N. L. (1995). Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell*, 7, 1085-1097. DOI: 10.1105/tpc.7.7.1085.

EMBRAPA (2011) - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de Solos*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 230 p.

Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e agrotecnologia*, 38(2), 109-112.

Franklin, O., Cambui, C. A., Gruffman, L., Palmroth, S., Oren, R., & Näsholm, T. (2017). The carbon bonus of organic nitrogen enhances nitrogen use efficiency of plants. *Plant, Cell & Environment*, 40(1), 25-35.

Garlet, T. M. B., & Santos, O. S. D. (2008). Solução nutritiva e composição mineral de três espécies de menta cultivadas no sistema hidropônico. *Ciência Rural*, 38, 1233-1239. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000500005>

Gobbo-Neto, L. & Lopes, N.P. (2007). Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, 30(2), 374-381. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>

Leal, L. K. A. M., Silva, A. H., & Barros, G. S. V. (2017). *Justicia pectoralis*, a coumarin medicinal plant have potential for the development of antiasthmatic drugs? *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27(6), 794-802.

Lima, P. Z. D. (2018). Cultivo e teor de cumarinas em *Justicia pectoralis* Jacq. var. *stenophylla* Leonar. Botucatu. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista.

Lopes, V., Bertolucci, S. K. V., de Carvalho, A. A., Roza, H. L. H., Figueiredo, F. C., & Pinto, J. E. B. P. (2019). Improvement of *Cymbopogon flexuosus* Biomass and Essential Oil Production With Organic Manures. *Journal of Agricultural Science*, 11(2).

Mazimba, O. (2017). Umbelliferone: Sources, chemistry and bioactivities review. *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*, 55(2), 223-232.

Oliveira, A. F. M., & Andrade, L. D. H. C. (2000). Caracterização morfológica de *Justicia pectoralis* Jacq. e *J. gendarussa* Burm. f. (Acanthaceae). *Acta Amazonica*, 30(4), 569-569.

Ramos, D. D., Vieira, M. D. C., Formagio, A. S. N., Cardoso, C. A. L., Ramos, D. D., & Carnevali, T. D. O. (2011). Atividade antioxidante de *Hibiscus sabdariffa* L. em função do espaçamento entre plantas e da adubação orgânica. *Ciência rural*, 41(8), 1331-1336.

Rosal, L. F., Pinto, J. E. B. P., Bertolucci, S. K. V., Brant, R. da S., Niculau, E. dos S., & Alves, P. B. (2011). Produção vegetal e de óleo essencial de boldo pequeno em função de fontes de adubos orgânicos. *Revista Ceres*, 58(5), 670-678. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500020>

Teixeira, W. G., de Sousa, R. T. X., & Korndörfer, G. H. (2014). Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. *Bioscience Journal*, 30(6).

Vieira, R. M., Vieira, A. S., Rezende, C. F. A., & Peixoto, J. C. (2019). Crescimento, acúmulo de nutriente e prospecção fitoquímica da *Justicia pectoralis* Jacq. em função do tipo de adubação. *Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável*, 9(04), 27-33.

Vries, J. X., Tauscher, B., & Wurzel, G. (1988). Constituents of *Justicia pectoralis* Jacq. 2. gas chromatography/mass spectrometry of simple coumarins, 3-phenylpropionic acids and their hydroxy and methoxy derivatives. *Biomedical & environmental mass spectrometry*, 15(8), 413-417.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Cláudia Fabiana Alves Rezende – 25%

Gabriella Alexandre Dutra – 25%

Rafaela Miguel Vieira – 25%

Josana de Castro Peixoto – 25%