

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIA BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA  
GERAL/BIOPROSPECÇÃO**

**CRESCIMENTO DE *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. BERG  
EM SUBSTRATO COM BIOESTIMULADOR**

**ADEMIR GOELZER**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
JUNHO - 2018**

**CRESCIMENTO DE *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. BERG  
EM SUBSTRATO COM BIOESTIMULADOR**

**ADEMIR GOELZER**  
Bacharel em Biotecnologia

Orientador: PROF. DR. NÉSTOR ANTONIO HEREDIA ZÁRATE

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral – Bioprospecção, para obtenção do título de Mestre.

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
JUNHO – 2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

G595	<p>Goelzer, Ademir</p> <p>Crescimento de <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg em substrato com bioestimulador / Ademir Goelzer. – Dourados, MS: UFGD, 2018.</p> <p>46f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção) - Faculdade de Ciências Biológicas. Universidade Federal da Grande Dourados.</p>
------	--

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFGD.**

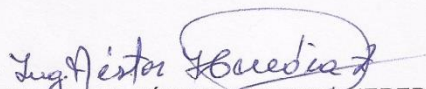
**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

"CRESCIMENTO DE *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. BERG EM  
SUBSTRATO COM BIOESTIMULADOR".

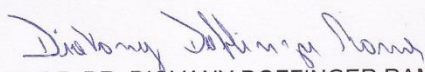
POR

**ADEMIR GOELZER**

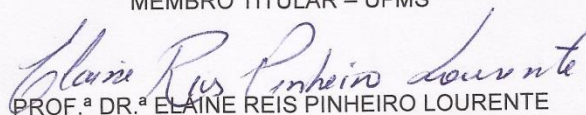
DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE  
DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - ÁREA DE  
CONCENTRAÇÃO: "BIOPROSPECÇÃO".



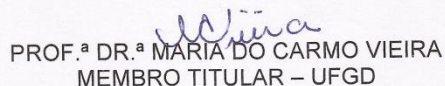
PROF. DR. NÉSTOR ANTONIO HEREDIA ZÁRATE  
ORIENTADOR – UFGD



PROF. DR. DIOVANY DOFFINGER RAMOS  
MEMBRO TITULAR – UFMS



PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> ELAINE REIS PINHEIRO LOURENTE  
MEMBRO TITULAR – UFGD



PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> MARIA DO CARMO VIEIRA  
MEMBRO TITULAR – UFGD

Aprovado em 21 de março de 2018.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde e força para superar todas as dificuldades.

A toda minha família, ao meu pai Nilson e minha mãe Cristina, meus irmãos Ademar e Jéssica, por todo incentivo, suporte, apoio e amor.

À namorada Beatris Lopes, por todo suporte, carinho e amor.

Em especial, ao meu orientador Prof. Dr. Néstor Antonio Heredia Zárata, pela oportunidade, orientação, confiança e orientação.

Em especial a Profa. Dra. Maria do Carmo Vieira, pelos ensinamentos, oportunidades, conselhos e ter contribuído com sugestões na qualificação e ter aceitado o convite para ser integrante da banca da defesa.

À Profa. Dra. Elaine Lourente, por ter cedido o laboratório de análises microbiológicas, ter contribuído no exame de qualificação e ter aceitado o convite em ser integrante da banca de defesa.

Ao Prof. Dr. Diovany Doffinger Ramos por ter aceitado o convite para ser um integrante da banca de defesa e poder contribuir com o trabalho.

Aos integrantes do grupo de pesquisa “Olericultura e Plantas medicinais”, pela ajuda nos experimentos e materiais repassados; em especial ao Orivaldo, Fernando, Cleberton e William, pela amizade e parceria.

Aos meus amigos da Itamarati e da biotecnologia, pela amizade e paciência.

Aos funcionários do Horto de Plantas Medicinais, pela colaboração no experimento.

Ao técnico João do laboratório de fertilidade dos solos da FCA.

Agradeço a todos aqueles que aqui não foram nomeados, mas que de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e foram importantes ao meu desenvolvimento pessoal.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realizar o mestrado em Biologia Geral – Bioprespecção.

À CAPES pelo fornecimento da bolsa de estudo que garantiu o sustento financeiro necessário para realização deste trabalho.

À FUNDECT e CNPq pelo apoio financeiro.

**Muito obrigado!**

“Você nunca fará nada neste mundo sem coragem.  
É a melhor qualidade da mente ao lado da honra”.

(ARISTÓTELES).

**Dedico**

**Aos meus pais:**

**Nilson Goelzer**

**&**

**Maria Cristina Duarte**

**Ofereço**

**Ao meu irmão,  
Ademar Goelzer**

**À minha irmã,  
Jéssica Goelzer**

**À minha namorada,  
Beatris Lopes**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Objetivos específicos .....</b>	<b>3</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Caracterização da planta em crescimento.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Análises dos substratos .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Análises estatísticas .....</b>	<b>6</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Características químicas e microbiológicas do substrato .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Macro e micronutriente nos tecidos da guavira .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3. Característica de crescimento da guavira .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4. Fatores fisiológicos da guavira .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5. Características morfométricas e massa da guavira.....</b>	<b>23</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>28</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>



**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1.** Gráfico bidimensional dos atributos químicos e microbiológicos nas diferentes doses do bioestimulador. CP1 e CP2 correspondem aos componentes principais ..... **12**
- Figura 2.** Teor de fósforo (P) (A) e cálcio (Ca) (B) ..... **16**
- Figura 3.** Altura de plantas de guavira em função do tempo de cultivo (A) e de doses do bioestimulador (B) ..... **18**
- Figura 4.** Diâmetro do coleto de plantas de guavira em função do tempo do ciclo de cultivo (A) e de doses do bioestimulador (B) ..... **19**
- Figura 5.** Número de folhas de guavira em função de doses do bioestimulador e épocas de avaliação ..... **20**
- Figura 6.** Fluorescências inicial ( $F_0$ ), variável ( $F_v$ ) e máxima ( $F_m$ ) (A), eficiência fotoquímica do FSII ( $F_v/F_m$ ) (B), eficiência de conversão de energia absorvida ( $F_v/F_0$ ) (C), rendimento máximo não fotoquímico ( $F_0/F_v$ ) (D), índice de clorofila (E) e clorofila *b* (F) de plantas de guavira cultivadas em substrato com diferentes doses do bioestimulador. .... **22**
- Figura 7.** Gráfico bidimensional dos dados de produção, atributos químicos do substrato, macro e micronutrientes da parte aérea e raiz nas diferentes doses do bioestimulador. CP1 e CP2 correspondem aos componentes principais ..... **26**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resumo das análises de variância dos atributos químicos e microbiológicos das amostras dos substratos com seis níveis do bioestimulador .....	<b>8</b>
<b>Tabela 2.</b> Atributos químicos e microbiológicos das amostras dos substratos com seis níveis do bioestimulador .....	<b>9</b>
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância de macro e micronutrientes da massa seca da parte aérea e da raiz de plantas de guavira em função do bioestimulador.....	<b>14</b>
<b>Tabela 4.</b> Teores de macro e micronutrientes da massa seca da parte aérea e da raiz de plantas de guavira em função do bioestimulador, em seis doses .....	<b>15</b>
<b>Tabela 5.</b> Resumo da análise de variância para a altura de plantas, diâmetro do coleto e número de folhas em função das doses do bioestimulador e do épocas de avaliação .....	<b>17</b>
<b>Tabela 6.</b> Análise de variância para a fluorescência inicial ( $F_0$ ), máxima ( $F_m$ ) e variável ( $F_v$ ), eficiência quântica fotoquímica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), eficiência de conversão de energia absorvida ( $F_v/F_0$ ), rendimento máximo não fotoquímico ( $F_0/F_v$ ), índices de clorofila total, <i>a</i> e <i>b</i> de plantas de guavira cultivadas em substrato com seis doses do bioestimulador .....	<b>21</b>
<b>Tabela 7.</b> Resumo da análise de variância da área foliar (AF) e radicular (AR); massas frescas e secas da folha (MFF e MSF), caule (MFC e MSC), raiz (MFR e MSR) e total (MFT e MST); comprimento da maior raiz (CR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) da planta de guavira em função de diferentes doses do bioestimulador .....	<b>23</b>
<b>Tabela 8.</b> Área foliar (AF) e radicular (AR); massas frescas e secas da folha (MFF e MSF), caule (MFC e MSC), raiz (MFR e MSR) e total (MFT e MST); comprimento da maior raiz (CR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) da planta de guavira em função de diferentes doses do bioestimulador .....	<b>24</b>

GOELZER, A. **CRESCIMENTO DE *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. BERG EM SUBSTRATO COM BIOESTIMULADOR.** Dissertação (Mestrado em Biologia Geral – Bioprospecção) – Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2018.

## RESUMO

Guavira [*Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg, Myrtaceae] é planta frutífera nativa do Cerrado. As folhas e as cascas dos frutos apresentam propriedades medicinais, como anti-séptica das vias urinárias, anti-inflamatória, antidiarréica, antiviral, antidepressiva, antinoceptiva e antiproliferativa. Entretanto, existem poucos estudos para seu cultivo *ex situ*, especialmente os relacionados ao uso de bioestimuladores da microbiota do solo, que visam aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de doses de bioestimulador sobre os atributos químicos e microbiológicos do substrato e sobre o crescimento e desenvolvimento da planta de guavira *ex situ*. Foram estudadas seis doses do bioestimulador (0; 50; 100; 150; 200 e 250 g ha<sup>-1</sup>), aplicadas em um substrato composto de solo (LVd), húmus de minhoca, folhas de mandioca (6:2:2/v:v:v), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por dez sacos plásticos (1,3 L), com uma planta em cada. Durante o ciclo foram avaliados altura de plantas, diâmetro do coleto, número de folhas, fluorescências da clorofila-a, índices de clorofila, massas frescas e secas da folha, caule e raiz, áreas foliar e radicular; comprimento da maior raiz e índice de qualidade de Dickson. Também foram determinados os atributos químicos e microbiológicos dos substratos, teores de macro e micronutrientes da parte aérea e das raízes das plantas de cada tratamento. A maior disponibilidade dos atributos químicos ocorreram no substrato sem e com adição de 50 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador. O carbono da biomassa microbiana aumentou com a aplicação do bioestimulador, tal aumento de alcançou 41,22% na dose 200 g ha<sup>-1</sup> comparada ao substrato sem bioestimulador. A ordem decrescente do teor de nutrientes na parte aérea foi de N>Ca>K>Mg>P>Fe>Mn>Zn>Cu e na raiz foi N>Ca>K>P>Mg>Mn>Zn>Cu nos substratos, independente da dose do bioestimulador. A maior altura de plantas (21,84 cm) e diâmetro do coleto (2,71 mm) ocorreu aos 180 DAT. O número de folhas foi maior (26,2) nas plantas cultivadas com 50 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador aos 180 DAT. A maior eficiência fotoquímica do fotossistema II (0,800) ocorreu nas folhas das plantas cultivadas no substrato com 85 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador. A maior produção de massa seca e maior área foliar foram das plantas cultivadas com 150 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador. O maior IQD foi das plantas cultivadas em substrato com dose de 150 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador. Concluiu-se que para o cultivo da guavira em sacos de polietileno preenchidos com substrato formado por Latossolo Vermelho distroférico, húmus de minhoca e folhas de mandioca decompostas não é necessário utilizar-se bioestimulador.

**Palavras-chave:** guavira, biomassa microbiana, nutrientes, fluorescência da clorofila-a.

GOELZER, A. **GROWTH OF *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. BERG IN SUBSTRATE WITH BIOSTIMULATOR.** Dissertation (Master in General Biology - Bioprospection) - Faculty of Biological and Environmental Sciences, Federal University of Grande Dourados, Dourados-MS, 2018.

### ABSTRACT

‘Guavira’ [*Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg, Myrtaceae] is fruiting plant native to the ‘Cerrado’. The leaves and fruit peels have medicinal properties, such as urinary tract antiseptics, anti-inflammatory, antidiarrheal, antiviral, antidepressant, antinoceptive and antiproliferative. However, there are few studies for its *ex situ* cultivation, especially those related to the use of biostimulators of the soil microbiota, which aim to increase the availability of nutrients in the soil. The objective of this study was to evaluate the effect of biostimulator doses on the chemical and microbiological attributes of the substrate and on the growth and development of the *ex situ* guavira plant. Six doses of the biostimulator (0, 50, 100, 150, 200 and 250 g ha<sup>-1</sup>) were applied to substrate composed of soil (dRL), earthworm humus, manioc leaves (6:2:2/v:v:v), in randomized complete block design with four replicates. The experimental unit was composed of ten plastic bags (1.3 L), with one plant in each. During the cycle, plant height, collar diameter, leaf number, chlorophyll-a fluorescence, chlorophyll indices, fresh and dry leaf masses, stem and root, leaf and root areas were evaluated; length of the largest root and Dickson quality index. The chemical and microbiological attributes of the substrates, macro and micronutrient contents of the aerial part and the roots of the plants of each treatment were also determined. The highest availability of chemical attributes occurred on the substrate without and with addition of 50 g ha<sup>-1</sup> of the biostimulator. The carbon of the microbial biomass increased with the application of the biostimulator, such increase reached 41.22% at the dose 200 g ha<sup>-1</sup> compared to the substrate without biostimulator. The decreasing order of nutrient content in the aerial part was N>Ca>K>Mg>P>Fe>Mn>Zn>Cu and in the root was N>Ca>K>P>Mg>Mn>Zn>Cu in the substrates, regardless of the dose of the biostimulator. The highest plant height (21.84 cm) and collar diameter (2.71 mm) occurred at 180 DAT. The number of leaves was higher (26.2) in the plants grown with 50 g ha<sup>-1</sup> of the biostimulator at 180 DAT. The highest photochemical efficiency of photosystem II (0.800) occurred in the leaves of plants grown on the substrate with 85 g ha<sup>-1</sup> of the biostimulator. The highest dry matter yield and highest leaf area were of the plants cultivated with 150 g ha<sup>-1</sup> of the biostimulator. The highest IDQ was from the plants cultivated in substrate with a dose of 150 g ha<sup>-1</sup> of the biostimulator. It was concluded that for the cultivation of guavira in polyethylene bags filled with substrate formed by distroferic Red Latosol, worm compost and decomposed manioc leaves it isn’t necessary to use a biostimulator.

**Keywords:** ‘guavira’, microbial biomass, nutrients, chlorophyll-a fluorescence.

## 1. INTRODUÇÃO

A *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg (Myrtaceae) no Brasil é uma planta frutífera nativa do Cerrado de Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Santa Catarina (LORENZI et al., 2006) e também é encontrada no Uruguai, Argentina e Paraguai (ARANTES; MONTEIRO, 2002; LORENZI, 2008), conhecida como guavira, guaviroba, guabiroba-do-campo, gabiroba (PORTO; GULIAS, 2006). As folhas e as cascas dos frutos da planta têm atividades medicinais, como antimicrobiana (MARKMAN, 2000), antiúlcera péptica (COELHO et al., 2004), antisséptica das vias urinárias (LORENZI et al., 2006), antihiperalgésica e antidepressiva (SOUZA et al., 2007), antiviral, antiulcerogênica, citotóxica, antihepatotóxica, antihipertensiva, hipolipidêmica, anti-inflamatória, antiplaquetária (MACHADO et al., 2008), anti-*Mycobacterium tuberculosis* (PAVAN et al., 2009), antinociceptiva (FERREIRA et al., 2013) e antiproliferativa (PASCOAL et al., 2014). Os frutos são consumidos *in natura*, na forma de doces, sorvetes, licores caseiros (SANGALLI et al., 2002) e utilizados como flavorizantes na indústria de bebidas (VALLILO et al., 2006). Por isso, a população local colhe indiscriminadamente as plantas desta espécie no seu habitat, sem manejo ou cultivo adequado, o que pode acarretar em sua extinção (DURIGAN et al., 2004; CARNEVALI et al., 2012).

O cultivo *ex situ* da guavira é um dos meios de conservação genotípica da espécie e de evitar a exploração predatória (PINHAL et al., 2011). A propagação inicial das plantas de forma indireta com transplante permite a obtenção de mudas, que exigem cuidado com a qualidade do substrato. Deve-se conhecer as proporções e os materiais que compõem a mistura, pois essas podem interferir nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas do substrato e conseqüentemente interferirem no crescimento e desenvolvimento da planta (HARTMANN et al., 2008).

Os bioestimuladores podem melhorar a qualidade do solo e as condições para o cultivo das plantas, através do estímulo de processos naturais contribuem para a absorção e a eficiência do uso dos nutrientes. Dentre os bioestimuladores, tem-se a tecnologia PENERGETIC<sup>®</sup>, cujo efeito, resulta da aplicação de partículas energizadas, segundo as teorias de Michael Faraday (1846) e James Clerk Maxwell (1864), dos seus produtos “K” e “P” aos substratos ou à planta, os quais são oriundos de argila bentonítica submetida à aplicação de campos elétricos, para a transferência de onda específica (BRITO et al., 2012). O PENERGETIC<sup>®</sup> “K”, aplicado ao solo, atua como bioestimulador, aumentando e propiciando condições adequadas

para as atividades microbiológicas e, por isso, acelerando a mineralização de nutrientes (WOLFAARDT; KORBER, 2012).

O uso de atributos microbiológicos, como a biomassa microbiana (C-BMS) e a respiração basal (C-CO<sub>2</sub>) têm sido utilizados, como indicadores de alterações no solo, pois são características sensíveis às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de uso e práticas de manejo, como a utilização de bioestimuladores das atividades microbiológicas do solo (TRANNIN et al., 2007). As análises isoladas desses componentes podem limitar a análise do solo quanto à atividade microbiana; assim, o quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $qMIC$ ) junto com essas variáveis fornecem informações mais adequadas para o entendimento da atividade microbiológica do solo (ALVES et al., 2011).

A utilização de técnicas para obter informações do estado fisiológica das plantas, principalmente relacionada à atividade fotossintética, tem sido bastante empregada. Dentre elas, tem-se o estudo da alteração da emissão da fluorescência da clorofila, decorrente principalmente do FSII (PANDA et al., 2008), que avalia o desempenho fotossintético das plantas, além de ser um método não invasivo, altamente sensível e de fácil manuseio, fornecendo informações qualitativas e quantitativas sobre a condição fisiológica do aparato fotossintético *in vivo* (BAKER, 2008).

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito de diferentes doses de um bioestimulador sobre os atributos químicos e microbiológicos do substrato e sobre o crescimento e desenvolvimento da planta de guavira *ex situ*.

### **2.1. Objetivos Específicos**

Quantificar os atributos químicos e microbiológicos do substrato sob efeito das doses crescentes do bioestimulador Penergetic®;

Avaliar o crescimento inicial e a produção de massas secas de plantas de guavira cultivadas com doses do bioestimulador Penergetic®;

Verificar a fluorescência da clorofila a, eficiência fotoquímica e índice de clorofila de plantas de guavira cultivadas com doses do bioestimulador Penergetic®.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi desenvolvido com guavira, no período de abril a novembro 2016, no Horto de Plantas Medicinais – HPM (22°11'43.7"S e 54°56'08.5"W, 452 m), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados – MS. Usou-se ambiente protegido, com características modulares, pré-fabricada com cobertura lateral e superior com polietileno e proteção adicional de sombrite 50%. O clima da região é do tipo Am (clima tropical de monções) (ALVARES et al., 2013).

As sementes da guavira utilizadas para formação das mudas foram coletadas aleatoriamente de frutos de plantas de populações naturais ocorrentes em um fragmento de Cerrado localizado no município de Ponta Porã – MS (Latitude - 23°32'30" e Longitude 55°37'30") (Autorização de Acesso e de Remessa de Amostra de Componente do Patrimônio Genético nº 010220/2015-1 – CNPq/CGEN/MMA). A espécie foi identificada por especialista e a exsicata depositada no Herbário DDMS (Dourados – MS), sob número 4653.

A propagação inicial foi realizada mediante a semeadura em bandejas de poliestireno com 128 células, preenchidas com substrato Bioplant<sup>®</sup>. Quando as plântulas atingiram altura média de 4 cm, o que ocorreu aos quatro meses após o semeio, foram transplantadas para os sacos de polietileno. Durante o ciclo de cultivo, foram feitas irrigações por aspersão e eliminação manual das plantas infestantes.

A guavira foi cultivada em sacos de polietileno preenchidos com substrato preparado pela mistura de solo do tipo Latossolo Vermelho distroférico (LVd) de textura muito argilosa, húmus de minhoca e folhas de mandioca decompostas, na proporção de 6:2:2 (v:v:v), com os seguintes atributos químicos da mistura, antes da aplicação do bioestimulador: pH em H<sub>2</sub>O = 5,33; P = 7,50 mg dm<sup>-3</sup>; K = 1,07 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 5,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,07 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 8,17 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 10,170 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V% = 50,3%; Cu = 10,63 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 108,7 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 413,3 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 13,39 mg dm<sup>-3</sup> e matéria orgânica = 114,24 g dm<sup>-3</sup>. Foi estudado o bioestimulador PENERGETIC<sup>®</sup> em seis doses: 0, 50, 100, 150, 200 e 250 g ha<sup>-1</sup>, no qual, o PENERGETIC “K”<sup>®</sup> foi pesado de acordo com o tratamento correspondente, diluído e aplicado no substrato uma única vez. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por dez sacos de polietileno, com capacidade para 1,3 L, contendo uma planta em cada.



### 3.1. Caracterização das plantas em crescimento

Entre 60 e 180 dias após o transplântio (DAT), a cada 30 dias, foram medidas as alturas das plantas, utilizando-se régua graduada em mm; o diâmetro do coleto, com paquímetro digital e contadas as folhas por planta.

Aos 180 DAT, mediram-se as emissões da fluorescência inicial ( $F_0$ ) e da máxima ( $F_m$ ), a eficiência quântica fotoquímica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), submetendo a terceira folha contada a partir do ápice da planta, por 30 minutos, a condições de escuro utilizando *leaf clips*. As leituras foram realizadas com fluorômetro portátil modelo OS p 30 (OPTI-SCIENCES Chlorophyll Fluorometer, Hudson, USA). A partir dos dados obtidos foram calculadas a fluorescência variável ( $F_v = F_m - F_0$ ), a eficiência de conversão de energia absorvida ( $F_v/F_0$ ) e o rendimento máximo não fotoquímico ( $F_0/F_v$ ). Também foram medidos os índices de clorofilas total, clorofila *a* e *b*, usando clorofilômetro portátil CFL-1030 clorofiLOG (Falker Automação Agrícola, Porto Alegre, RS, Brasil).

Aos 185 DAT foram colhidas três plantas inteiras por unidade experimental para avaliar o comprimento da maior raiz, com régua graduada em mm; as áreas foliares e radiculares, em integrador de área (LI-COR, Modelo 3100 C – Area Meter, in Nebraska, USA) e as massas frescas e secas das folhas, caules, raízes pesando-as em balança digital com resolução de 0,001 g, e posteriormente somadas as massas para contabilizar a massa total. Para a determinação das massas secas, o material fresco foi colocado em sacos de papel e acondicionados em estufa com circulação de ar forçada a  $60 \pm 5$  °C, até a obtenção de massa constante. Foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD), usando a fórmula:  $\text{Massa Seca Total}/(\text{Altura de Plantas}/\text{Diâmetro do Coleto}) + (\text{Massa Seca da Parte Aérea}/\text{Massa Seca das Raízes})$  (DICKSON et al., 1960). Amostras das massas secas das partes aéreas e raízes foram trituradas em moinho tipo Willey, homogeneizadas e determinados os teores de macro e micronutrientes (MALAVOLTA, 2006).

### 3.2. Análises dos substratos

Para as análises microbiológicas e químicas dos substratos, foram coletadas amostras no momento da colheita (185 DAT). As análises químicas foram feitas segundo Silva (2009). Para as análises microbiológicas, as amostras dos substratos foram armazenadas em ambiente refrigerado a  $\pm 7$  °C, por quatro dias. Depois, realizou-se o destorroamento e peneiramento do

substrato, em malha de 2 mm. Foram determinados os atributos microbiológicos, carbono da biomassa microbiana (C-BMS), respiração basal (C-CO<sub>2</sub>), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $qMIC$ ). O C-BMS foi avaliado pelo método da fumigação-extração (VANCE et al., 1987) e a leitura por espectrofotometria. A atividade microbiana (C-CO<sub>2</sub>) foi obtida pela incubação das amostras com captura de CO<sub>2</sub> em NaOH (1M), durante sete dias, pelo método da fumigação-incubação (JENKINSON; POWLSON, 1976). Após a realização das análises de C-BMS e C-CO<sub>2</sub> evoluído, foi determinado o  $qCO_2$ , a partir da relação C-CO<sub>2</sub>/C-BMS e os  $qMIC$ , definido pela relação C-BMS/C-orgânico total. (ANDERSON; DOMSCH, 1990; 2010).

### **3.3. Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativos pelo teste F ( $p < 0,05$ ), as médias foram submetidas à análise de regressão em função das doses do bioestimulador ( $p < 0,05$ ). Os dados tomados ao longo do ciclo foram analisados como parcelas subdivididas no tempo e submetidos à análise de variância e regressão ( $p < 0,05$ ). Como análise complementar, as médias em relação aos atributos químicos e microbiológicos do substrato; macro e micronutrientes da parte aérea e raízes; e as massas foram submetidas à elaboração de matrizes de variância e covariância para proceder à análise de componentes principais (ACP). Os dados de Ca, Mg e SB do atributos químicos; Cu da massa seca da parte aérea; Ca, Cu e Mn da massa seca da raiz; massa fresca de folha foram transformados utilizando box-cox para atingir normalidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Características químicas e microbiológicas do substrato

O atributos químicos do substrato pH, M.O., P, Ca, Mg, SB, CTC, V (%), Cu, Mn, Fe, Zn, C-BMS e C-CO<sub>2</sub> foram influenciados significativamente pelas doses do bioestimulador (Tabela 1).

Os teores dos nutrientes no substrato aumentaram após o ciclo de cultivo, com exceção do potássio (K<sup>+</sup>) e da matéria orgânica (M.O.) que reduziram (Tabela 2). Esses resultados evidenciam que o bioestimulador favoreceu a disponibilidade dos nutrientes no substrato para as plantas (BRITO et al., 2012), pois ele induz, no veículo do bioestimulador, a argilomineral bentonita, uma energia de excitação idêntica à encontrada no átomo de oxigênio, que são 8 elétrons, sendo 4 na sua última camada. Desta forma, ao ser aplicado sobre o substrato, sem necessitar de qualquer tipo de revolvimento, a vibração do átomo de oxigênio passa a estar presente, induzindo a atividade microbiana que acelera a mineralização de nutrientes, como a do macronutriente P que se encontrava ligado a moléculas orgânicas complexas (WOLFAARDT; KORBER, 2012). A redução do teor da M.O. deve ter sido resultado de sua mineralização, liberando nutrientes, independentemente do nível do bioestimulador aplicado no substrato, sendo observada decomposição média de 46,24% (Tabela 2).

Os atributos químicos P, Ca, Mg, SB, CTC, Cu, Mn, Fe, Zn dos substratos, independente da dose do bioestimulador (Tabela 2) podem ser considerados altos, conforme Sousa e Lobato (2004). Isso possivelmente ocorreu em função do húmus de minhoca e a folha de mandioca, componentes do substrato utilizado no experimento, ser grandes fontes de matéria orgânica, que contribuem para a disponibilidade dos nutrientes, após sua mineralização (MALAVOLTA, 2006). Outro fator que pode ter contribuído foi a faixa de pH de 5,72 e 6,01 que apresentavam os substratos ao final do ciclo de cultivo, sendo considerada adequada (SOUSA; LOBATO, 2004).

O teor de P no substrato apresentou equação quadrática crescente sendo o valor máximo de 32,60 mg dm<sup>-3</sup> com a adição de 90,9 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador (Tabela 2). Entretanto, todas as doses induziram teores bem elevados, sendo classificado como “muito alto”, maior que 9,0 mg dm<sup>-3</sup>, na interpretação de Sousa e Lobato (2004). É possível que a decomposição e mineralização da matéria orgânica tenham contribuído para o aumento nos teores de alguns nutrientes (N, P e S). Uma vez que, há redução da fixação do P pelos óxidos

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância dos atributos químicos e microbiológicos das amostras dos substratos com seis níveis do bioestimulador. Dourados – MS, UFGD, 2016.

FV	GL	Quadrados Médios							
		pH	M.O.	P	Al	K	Ca	Mg	
Bloco	3	0,2840	28,5672	213,0493	0,0	0,0884	46905,9232	292,5312	
Bioestimulador	5	0,0495*	12,5406**	57,1999**	0,0	0,0154 <sup>ns</sup>	181914,5247**	416,6875**	
Resíduo	15	0,0168	1,7907	10,2383	0,0	0,0075	2973,6686	7,7920	
C.V. (%)		2,51	2,18	10,87	0,0	9,29	9,32	6,50	
Média geral		5,16	61,41	29,42	0,0	0,93	6,84	3,59	

FV	GL	Quadrados Médios							
		Cu	Mn	Fe	Zn	H+Al	SB	CTC	V (%)
Bloco	3	19,4337	513,0224	36,3918	0,00009	6,4207	2483381,4016	6,6130	94,6913
Bioestimulador	5	3,2208**	121,3069*	53,5368*	0,00003**	1,0678 <sup>ns</sup>	6741472,1307**	3,6521**	42,6206**
Resíduo	15	0,5502	40,7441	20,8365	0,00001	0,3891	112514,4517	0,1904	5,6479
C.V. (%)		6,47	4,34	31,97	0,24	9,25	7,68	2,41	3,78
Média geral		11,46	147,04	451,49	14,04	6,74	11,37	18,11	62,89

FV	GL	Quadrados Médios			
		C-BMS	C-CO <sub>2</sub>	qCO <sub>2</sub>	qMIC
Bloco	3	4416,9995	79,0141	1146,7979	0,1605
Bioestimulador	5	13493,2944**	61,1184*	906,1140 <sup>ns</sup>	0,0076 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	1279,5954	14,770	347,3662	0,0115
C.V. (%)		14,16	10,40	28,72	18,04
Média geral		252,53	36,97	64,90	0,59

\*\* significativo pelo teste F, p<0,01; \* significativo pelo teste F, p<0,05; ns. não significativo pelo teste F.

**pH em H<sub>2</sub>O**– potencial de hidrogênio do solo; **M.O.** – matéria orgânica; **P** – fósforo extraído do substrato através de Mehlich; **K, Al, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn**– formas trocáveis; **H+Al** (hidrogênio+alumínio) – ou acidez potencial; **SB** – soma de bases, ou Ca+Mg+K; **CTC** – capacidade de troca cátions, ou SB + (H+Al); **V%** - índice de saturação por bases ou **V%= 100\*(SB/T)**.

**Tabela 2.** Atributos químicos e microbiológicos das amostras dos substratos com seis níveis do bioestimulador. Dourados – MS, UFGD, 2016.

Característica	Inicial	Equação	R <sup>2</sup>	Bioestimulador (g ha <sup>-1</sup> )	Máximo
pH H <sub>2</sub> O	5,33	$\hat{y} = \bar{y} = 5,85$	S/Aj.	-	-
M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	114,24	$\hat{y} = \bar{y} = 61,41$	S/Aj.	-	-
P (mg dm <sup>-3</sup> )	7,50	$\hat{y} = 29,5053 + 0,0681*x - 0,0003*x^2$	0,86	90,9	32,60
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,07	$\hat{y} = \bar{y} = 0,93$	ns	-	-
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,8	$\hat{y} = 7,4592 + 0,000792x - 0,000031*x^2$	0,80	12,77	7,46
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,3	$\hat{y} = \bar{y} = 3,59$	S/Aj.	-	-
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,07	0	S/Aj.	-	-
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,0	$\hat{y} = \bar{y} = 6,74$	S/Aj.	-	-
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,17	$\hat{y} = 12,0729 + 0,0029x - 0,000046*x^2$	0,76	31,72	12,11
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	10,17	$\hat{y} = 18,5939 + 0,0066x - 0,000057*x^2$	0,72	58,51	18,78
V (%)	50,3	$\hat{y} = \bar{y} = 62,89$	S/Aj.	-	-
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	10,63	$\hat{y} = \bar{y} = 11,46$	S/Aj.	-	-
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	108,7	$\hat{y} = \bar{y} = 147,04$	S/Aj.	-	-
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	413,3	$\hat{y} = 469,1832 - 2,2606x + 0,0115*x^2$	0,72	97,78	358,65
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	13,39	$\hat{y} = 16,0082 - 1,5735*x$	0,87	250	11,89
C-BMS (μg C g <sup>-1</sup> )	-	$\hat{y} = \bar{y} = 252,53$	S/Aj.	-	-
C-CO <sub>2</sub> (μg C-CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> )	-	$\hat{y} = \bar{y} = 36,97$	S/Aj.	-	-
qCO <sub>2</sub> (%)	-	$\hat{y} = \bar{y} = 64,90$	ns	-	-
qMIC (%)	-	$\hat{y} = \bar{y} = 0,59$	ns	-	-

de Fe e Al, bloqueando os sítios de fixação com os radicais orgânicos, aumentando a disponibilidade para absorção pela planta (OURIVES et al., 2010). Esse fator é interessante, pois a guavira é exigente em N e P para o seu crescimento (VIEIRA et al., 2011). Portanto, o bioestimulante aumentou a disponibilidade de fósforo até a dose de 1,5%, onde houve o aumento de  $2 \text{ mg dm}^{-3}$ , em relação ao teor no substrato sem a adição do bioestimulador, possivelmente provenientes da decomposição da matéria orgânica, devido à maior atividade microbiana no substrato (BRITO et al., 2012).

Os resultados obtidos para Ca no substrato, apresentaram equação quadrática crescente sendo o valor máximo de  $7,46 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  com a adição de  $12,77 \text{ g ha}^{-1}$  do bioestimulador (Tabela 2). Os modelos matemáticos de regressão testados, não se ajustaram aos dados de Mg, H+Al e V (%) do substrato, obtendo médias de 3,59 e 6,74  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e 62,89%, respectivamente (Tabela 2). A mesma tendência foi observado para SB e CTC, em que, o valor máximo foi de 12,11 e 18,78  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente, com a adição de 31,72 e 58,71  $\text{g ha}^{-1}$  do bioestimulador, respectivamente (Tabela 2). Possivelmente esses valores tiveram relação com a variação de Ca nesses substratos. Isso porque a SB indica disponibilidade de íons de Ca, Mg e K e valores de CTC são influenciados pelas variações desses nutrientes e indicam capacidade desse solo em adsorver cátions em forma trocável (COSTA; ZOCHE, 2009). A importância dessas características está no fato de que para o cultivo *ex situ* de espécies nativas, uma das primeiras características a serem padronizadas é a correção adequada do solo (COSTA FILHO et al., 2013), que induz aumento dos teores de Ca e Mg; neutraliza a acidez do substrato; reduz a solubilidade do Fe e do Al e aumenta a atividade de bactérias benéficas do substrato, acelerando assim a decomposição dos resíduos das plantas, liberando nitrogênio e fósforo (SORATTO et al., 2008).

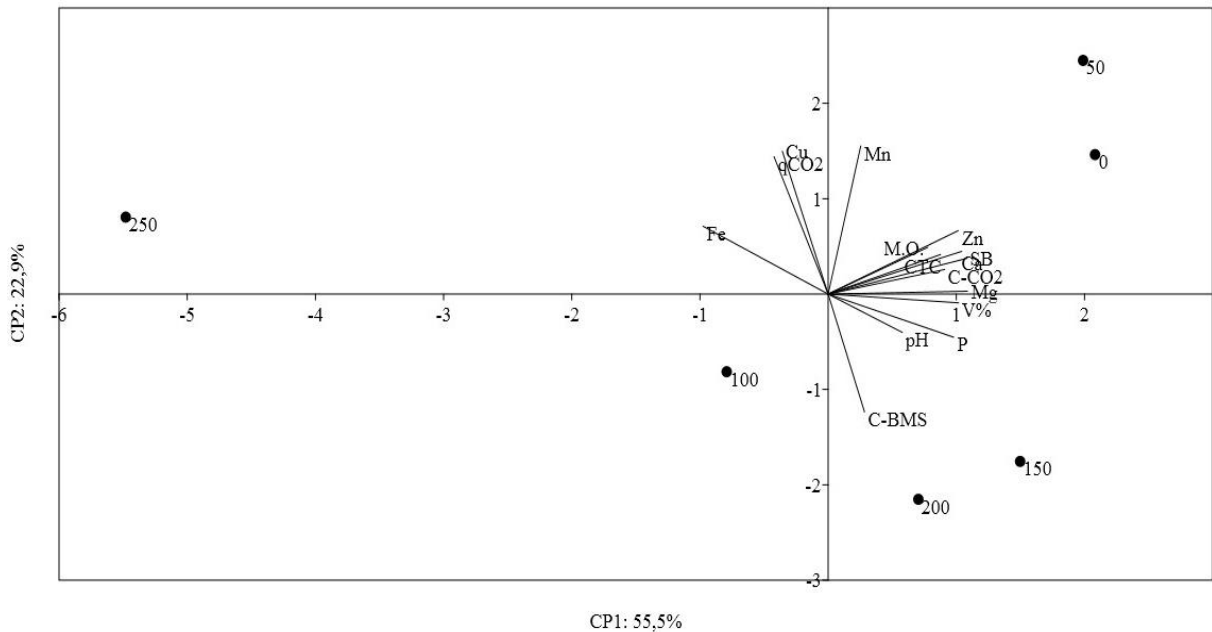
Os modelos matemáticos de regressão testados, não se ajustaram aos dados de Cu e Mn do substrato, obtendo médias de 11,46 e 147,04  $\text{mg dm}^{-3}$ , respectivamente (Tabela 2). O dados obtidos de Fe no substrato apresentou equação quadrática decrescente, sendo o valor mínimo de 358,65  $\text{mg dm}^{-3}$  com adição de 97,78  $\text{g ha}^{-1}$  do bioestimulador no substrato e o valor máximo de 675,02  $\text{mg dm}^{-3}$  com 250  $\text{g ha}^{-1}$  (Tabela 2). O teor de Zn no substrato decresceu na medida que houve acréscimo do bioestimulador, em que o menor teor (11,20  $\text{mg dm}^{-3}$ ) ocorreu sob dose de 250  $\text{g ha}^{-1}$  do bioestimulador (Tabela 2). A adição do bioestimulador possivelmente contribuiu no aumento da disponibilidade de Fe ocasionando diminuição do teor de Zn nesses substratos. Isso porque o Fe em excesso pode ser tóxico para

a planta, além de diminuir a capacidade de absorção de P, K, Ca, Mg, Mn e Zn (MALAVOLTA, 2006; SILVEIRA et al., 2007).

Para os atributos microbiológicos do substrato, os modelos matemáticos de regressão testados, não se ajustaram aos dados de carbono da biomassa microbiana (C-BMS) e respiração basal (C-CO<sub>2</sub>) do substrato, obtendo médias de 252,53 µg C g<sup>-1</sup> e 36,97 µg C-CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2). Entretanto, a aplicação do bioestimulador aumentou a quantidade de carbono da biomassa microbiana, tal aumento alcançou 41,22% na dose 200 g ha<sup>-1</sup> (335,67 µg C g<sup>-1</sup>) comparada ao substrato sem o bioestimulador (197,31 µg C g<sup>-1</sup>) (Tabela 2), que apresentou menor quantidade. Apesar de não se ajustar ao modelo empregado, a respiração basal foi maior nas doses iniciais (0 e 50 g ha<sup>-1</sup>), alcançando aumento de 24,06 e 23,03%, respectivamente, comparada ao substrato com a maior aplicação do bioestimulador (250 g ha<sup>-1</sup>) (Tabela 2).

Os valores de C-BMS deste experimento foram inferiores aos 541 µg C g<sup>-1</sup> observado por Caneiro et al. (2009) no Cerrado nativo do Mato Grosso do Sul, porém, foi maior em relação aos sistemas de cultivo do milho em preparo convencional (106 µg C g<sup>-1</sup>), do nabo em plantio direto (149 µg C g<sup>-1</sup>) e próximo ao do sorgo em plantio direto (236 µg C g<sup>-1</sup>). Considerando que o plantio direto aumenta a biomassa microbiana e no nosso estudo os valores foram próximos, então o tipo de substrato utilizado contribuiu para equilibrar a biomassa microbiana. Já a respiração microbiana foi mais elevada, independente da dose do bioestimulador, do que os encontrados por Carneiro et al. (2009), em todos os sistemas, inclusive ao Cerrado nativo do MS, que foi de 7,9 µg C-CO<sub>2</sub>, possivelmente essa diferença deveu-se, ao fato do nosso experimento, ter sido realizado em sacos plásticos e não no sistema nativo e/ou manejo, fazendo com que ocorra aceleração na atividade microbiana.

Na análise de componente principal (ACP) dos atributos químico e microbiológico do substrato, no eixo 1 se explica 55,5% e no eixo 2 se explica, 22,9% das informações originais dos dados (Figura 1). A M.O., Ca, Mg, Mn, Zn, CTC e SB foram semelhantes no substrato com as menores doses (0 e 50 g ha<sup>-1</sup>) do bioestimulador, estando correlacionados com os teores de respiração basal (C-CO<sub>2</sub>) observados nestas doses (Figura 1). Já o P, pH, V% foram semelhantes com a aplicação de dose de 150 e 200 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador e explicam os teores de C-BMS (Figura 1). Enquanto que a eficiência média pelo qCO<sub>2</sub> estavam correlacionadas pelos teores de Cu e Fe no substrato com a aplicação da maior dose 250 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador (Figura 1).



**Figura 1.** Gráfico bidimensional dos atributos químicos e microbiológicos nas diferentes doses do bioestimulador. CP1 e CP2 correspondem aos componentes principais. Dourados – MS, UFGD, 2016.

**pH** – potencial de hidrogênio; **M.O.** – matéria orgânica; **P** – Fósforo; **Ca** – Cálcio; **Mg** – Magnésio; **SB** – soma de bases; **CTC** – capacidade de troca cátions; **V%** - índice de saturação por bases; **Cu** – Cobre; **Mn** – Manganês; **Fe** – Ferro; **Zn** – Zinco; **C-BMS** – Carbono da biomassa microbiana; **C-CO<sub>2</sub>** – Respiração basal e **qCO<sub>2</sub>** – Quociente metabólico.

A M.O. e os demais atributos químicos (Ca, Mg, Mn, Zn, CTC e SB) está relacionada com a liberação de C-CO<sub>2</sub> (Figura 1), pois os microrganismos decompõem a matéria orgânica que está disponível no solo e liberam dióxido de carbono (CUNHA et al., 2011). A maior taxa respiratória é desejável, quando se pretende maior disponibilidade de nutrientes, por que indica a transformação rápida de resíduos orgânicos em nutrientes disponíveis para as plantas (BATISTA et al., 2009).

O P, pH e V (%) estão relacionados com a C-BMS (Figura 1), pois indicam as quantidades de carbono imobilizado nas células dos microrganismos, então, quanto maior o C-BMS, maior a capacidade de decomposição da matéria orgânica do substrato, devido à atividade microbiana (CALEGARI et al., 2014), favorecendo, a liberação de P, que está complexado a matéria orgânica, deixando-o mais disponível para absorção das plantas.

Podemos observar que os teores de Cu e Fe foram importantes na determinação da eficiência microbiana, que é medida pelo quociente metabólico ( $qCO_2$ ), quanto maior o valor, menor eficiência da biomassa, uma vez que, essa relação é medida do quanto de CO<sub>2</sub> está sendo liberado pela respiração e a incorporação de C à biomassa microbiana (ANDERSON; DOMSCH, 2010). Valores elevados de  $qCO_2$  são indicadores de comunidades microbianas



submetidas a condições de estresse, como deficiência de nutrientes, acidez e déficit hídrico (RAMOS et al., 2010; PEZARICO et al., 2013).

Cabe ressaltar que apesar dos altos teores de matéria orgânica (SOUZA; LOBATO, 2004), a qualidade medida pelo  $qMIC$ , não foi adequada, apresentando média de 0,59% (Tabela 1). A utilização de húmus de minhoca e folha de mandioca não favoreceu a incorporação do carbono orgânico em carbono microbiano. De acordo com Jakelaitis et al. (2008), o quociente microbiano pode variar de 1% a 4%, sendo que valores inferiores a 1% indicam que existe algum fator limitante a atividade microbológica no solo.

#### **4.2. Macro e micronutrientes nos tecidos da guavira**

Os teores dos nutrientes N, P, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn da massa seca da parte aérea de plantas de guavira foram influenciados significativamente pela aplicação do bioestimulador no substrato, enquanto K e Fe não foram influenciados (Tabela 3). Os teores de P, K, Ca, Cu e Zn da massa seca das raízes foram influenciados significativamente pelo bioestimulador, entretanto o N, Mg e Mn não foram influenciados (Tabela 3).

A ordem decrescente do teor de nutrientes, independente da dose do bioestimulador, foi de N>Ca>K>Mg>P>Fe>Mn>Zn>Cu na parte aérea e N>Ca>K>P>Mg>Mn>Zn>Cu na raiz das plantas de guavira (Tabela 4). Tamporoski et al. (2006), avaliando os teores foliares de nutrientes em guavira em função de época e forma de amostragem, observaram a ordem de macronutrientes: N>Ca>Mg>K>P e de micronutrientes: Mn>Fe>Cu>Zn no estágio vegetativo. Observa-se que a ordem de Mg e K, é contrário ao observado nesta pesquisa. Provavelmente, deve-se à quantidade de Ca e Mg, que promoveram maior absorção do K. Segundo Salvador e Carvalho et al. (2011), altos teores de Ca e Mg no solo geram inibição competitiva com o K.

Os modelos matemáticos de regressão testados, não se ajustaram aos dados dos teores de N, Mg, Cu, Mn, Zn na parte aérea de plantas de guavira obtendo média de 14,99 e 3,27 g kg<sup>-1</sup>; 8,48, 154,93 e 29,57 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4). Os teores médios desses nutrientes foram inferiores aos determinados por Tamporoski et al. (2006) em folhas de plantas guavira já estabelecida em área nativa (Bela Vista – MS), com exceção do N, possivelmente essa diferença, deva-se ao tipo de cultivo e idade das plantas.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância de macro e micronutrientes da massa seca da parte aérea e da raiz de plantas de guavira em função do bioestimulador. Dourados – MS, UFGD, 2016.

FV	GL	Quadrados Médios								
		Massa Seca da Parte Aérea								
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
Bloco	3	9,2283	0,9144	6,1879	9,7582	0,8263	0,7546	2301,3567	142586,1988	271,4038
Bioestimulador	4	1,8456**	0,1208*	0,4284 <sup>ns</sup>	4,7253**	0,0925*	0,0647*	6531,7403**	23160,3115 <sup>ns</sup>	91,4965**
Resíduo	15	0,2776	0,0354	0,2261	0,4116	0,0204	0,0192	268,8907	18479,92	16,5948
C.V. (%)		3,51	9,19	3,66	5,37	4,37	10,38	10,58	43,10	13,77
Média Geral		14,99	2,04	13,00	11,95	3,27	8,48	154,93	315,38	29,57

FV	GL	Quadrados Médios								
		Massa Seca da Raiz								
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	
Bloco	3	16,4022	0,5677	4,9476	0,00030	0,3305	0,0128	0,0020	153,6191	
Bioestimulador	4	4,4960 <sup>ns</sup>	0,2417**	0,9758*	0,00018**	0,0467 <sup>ns</sup>	0,0051**	0,0001 <sup>ns</sup>	123,7646**	
Resíduo	15	1,7768	0,0326	0,2159	0,00002	0,0404	0,0010	0,0043	8,7665	
C.V. (%)		11,64	9,08	7,16	0,74	10,90	2,78	1,42	10,59	
Média Geral		11,45	1,99	6,49	7,03	1,84	12,96	46,83	27,94	

FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade, \* e \*\* significativos pelo teste F  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ , respectivamente; ns: não significativo pelo teste F. **N**: Nitrogênio; **P**: Fósforo; **K**: Potássio; **Ca**: Cálcio; **Mg**: Magnésio; **Cu**: Cobre; **Mn**: Manganês; **Fe**: Ferro e **Zn**: Zinco.

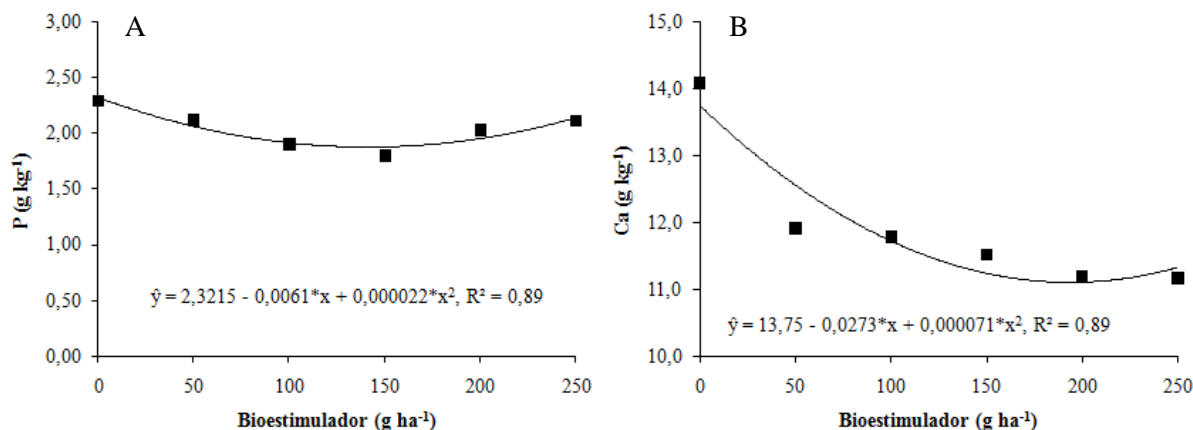
**Tabela 4.** Teores de macro e micronutrientes da massa seca da parte aérea e da raiz de plantas de guavira em função do bioestimulador, em seis doses. Dourados – MS, UFGD, 2016.

Característica	Equação	R <sup>2</sup>	Bioestimulador (g ha <sup>-1</sup> )	Máximo
Massa Seca da Parte Aérea				
N (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 14,99$	S/Aj.	-	-
P (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = 2,3215 - 0,0061*x + 0,000022*x^2$	0,89	140,4	1,88
K (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 3,59$	ns	-	-
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = 13,7529 - 0,0273*x + 0,000071*x^2$	0,89	192,8	11,10
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 3,27$	S/Aj.	-	-
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 8,48$	S/Aj.	-	-
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 154,93$	S/Aj.	-	-
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 315,38$	ns	-	-
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 29,57$	S/Aj.	-	-
Massa Seca da Raiz				
N (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 11,45$	ns	-	-
P (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 1,99$	S/Aj.	-	-
K (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 6,49$	S/Aj.	-	-
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 7,03$	S/Aj.	-	-
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 1,84$	ns	-	-
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 12,96$	S/Aj.	-	-
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 46,83$	S/Aj.	-	-
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y} = \bar{y} = 27,94$	S/Aj.	-	-

**N:** Nitrogênio; **P:** Fósforo; **K:** Potássio; **Ca:** Cálcio; **Mg:** Magnésio; **Cu:** Cobre; **Mn:** Manganês; **Fe:** Ferro e **Zn:** Zinco.

Os dados dos teores de P da parte aérea apresentaram curva quadrática decrescente, sendo o menor teor calculado de 1,88 g kg<sup>-1</sup> que ocorreu com a adição de 140,4 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador no substrato, enquanto o maior teor de P da parte aérea (2,29 g kg<sup>-1</sup>) ocorreu nas plantas cultivadas sem a adição do bioestimulador (Figura 2A). No geral, as plantas de guavira apresentaram teores mais elevados de P (1,80 – 2,29 g kg<sup>-1</sup>) na parte aérea (Figura 2A), do que os obtidos por Sousa e Lobato (2004) em goiabeira (Myrtaceae), que foi na faixa de 1,4 – 1,6 g kg<sup>-1</sup>, provavelmente, pela elevada disponibilidade de fósforo nos substratos

(Tabela 2), fazendo com que as plantas de guavira absorvam mais esse nutriente. Essa absorção é importante, já que o P é essencial para o desenvolvimento das plantas, participando da divisão celular, no metabolismo, pois está envolvido nos processos de respiração celular, fotossíntese e síntese de compostos orgânicos (TAIZ; ZEIGER, 2013).



**Figura 2.** Teor de fósforo (P) (A) e cálcio (Ca) (B) da parte aérea de plantas de guavira cultivadas em substrato com diferentes doses do bioestimulador. Dourados – MS, UFGD, 2016.

Valores maiores do que os encontrados neste trabalho, de N (18,26 g kg<sup>-1</sup>) e de P (5,14 g kg<sup>-1</sup>) foram observados por Vieira et al. (2011), ao estudarem o desenvolvimento inicial de guavira em cultivo protegido com 50% de luminosidade e adição de fertilizantes químicos no substrato, sob as doses de 2,5 mg kg<sup>-1</sup> de N e 158,33 mg kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ocasionando maior absorção desses nutrientes pela planta.

Os dados dos teores de Ca da parte aérea apresentaram curva quadrática decrescente, sendo o menor teor calculado de 11,10 g kg<sup>-1</sup> que ocorreu com a adição de 192,8 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador no substrato, enquanto o maior teor de P da parte aérea (14,18 g kg<sup>-1</sup>) ocorreu nas plantas cultivadas sem a adição do bioestimulador (Figura 2B). Possivelmente a adição do bioestimulador propiciou um acúmulo de macronutrientes, como o Mg e K (BRITO et al., 2012), que são absorvidos pelo mesmo sítio ativo do Ca, gerando inibição competitiva (SALVADOR; CARVALHO, 2011) ocasionando menor absorção deste nutriente pela planta.

Os modelos matemáticos testados, não se ajustaram aos dados dos teores de P, K, Ca, Cu, Mn e Zn das raízes de plantas de guavira, obtendo-se médias de 1,99, 6,49 e 7,03 g kg<sup>-1</sup>; 12,96, 46,83 e 27,94 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4). Esse resultado deve-se porque os nutrientes são absorvidos pelas raízes por meio de três mecanismos de transporte, sendo a

intercepção radicular, difusão e fluxo de massa, após esse transporte, os nutrientes absorvidos são redistribuídos para outros órgãos das plantas (OLIVEIRA; ROSOLEM; TRIGUIEIRO, 2004). Não foi possível determinar o teor de Fe na raiz, pois o solo utilizado para compor o substrato foi o Latossolo Vermelho distroférico, que possui altos teores de óxido de ferro, que ficaram contidos nas raízes, elevando assim os seus valores, não sendo possível quantificar com precisão o seu teor, no aparelho usado.

### 4.3. Características de crescimento da guavira

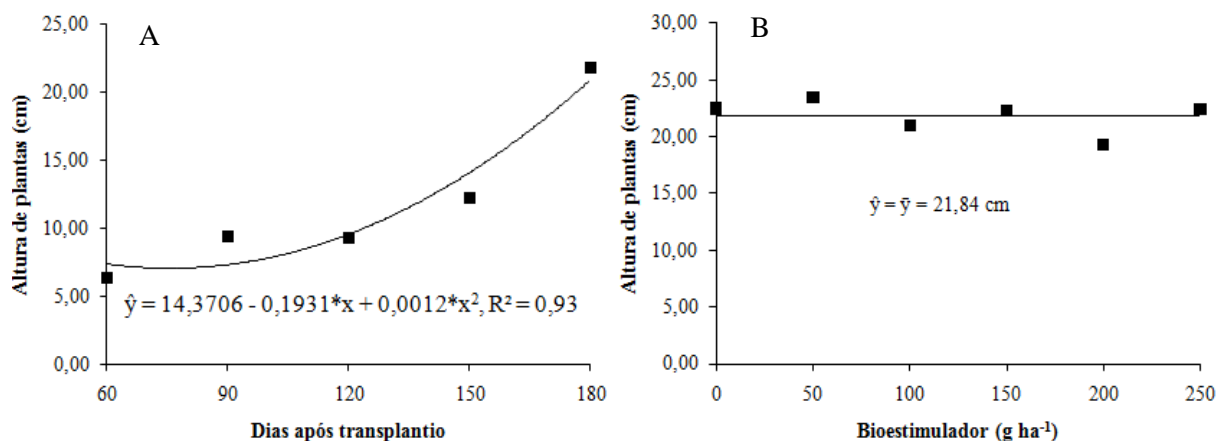
A altura das plantas e o diâmetro do coleto foram influenciados pelo uso do bioestimulador e pela época de avaliação. Já, o número de folhas foi influenciado pela interação entre as doses e a época (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para a altura de plantas, diâmetro do coleto e número de folhas em função das doses do bioestimulador e época de avaliação. Dourados – MS, UFGD, 2016.

FV	GL	Quadrados médios		
		Altura de plantas	Diâmetro do coleto	Nº de folhas
Bloco	3	3,1317	0,0287	33,6056
Bioestimulador	5	7,6719**	0,0849**	24,0492**
Época de avaliação	4	855,1073**	4,3100**	612,1840**
Época x Bioestimulador	20	2,0510 <sup>ns</sup>	0,257 <sup>ns</sup>	16,9316**
Resíduo	87	2,2901	0,0181	5,9160
C.V. (%)		12,79	6,77	17,63
Média geral		11,83	1,98	13,79

FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; Nº de folhas: Número de folhas; \*\* significativo pelo teste F,  $p < 0,01$ ; ns: não significativo pelo teste F.

A altura das plantas da guavira apresentou curva de crescimento quadrática com taxas crescentes a partir dos 76 dias após o transplântio (DAT) quando apresentou a menor altura calculada (7,05 cm) (Figura 3A); a partir dos 120 DAT, ocorreu crescimento mais acelerado nas plantas de guavira alcançando altura máxima de 21,84 cm aos 180 DAT (Figura 3A). Ajalla et al. (2014) também encontraram comportamento semelhante das plantas de guavira cultivadas sob sombreamento de 50%, após 150 DAT. Geralmente, as espécies nativas do Cerrado, em condições de viveiro, apresentam crescimento lento, no início do seu cultivo, após sua adaptação o crescimento é acelerado (VENTUROLI et al., 2013).

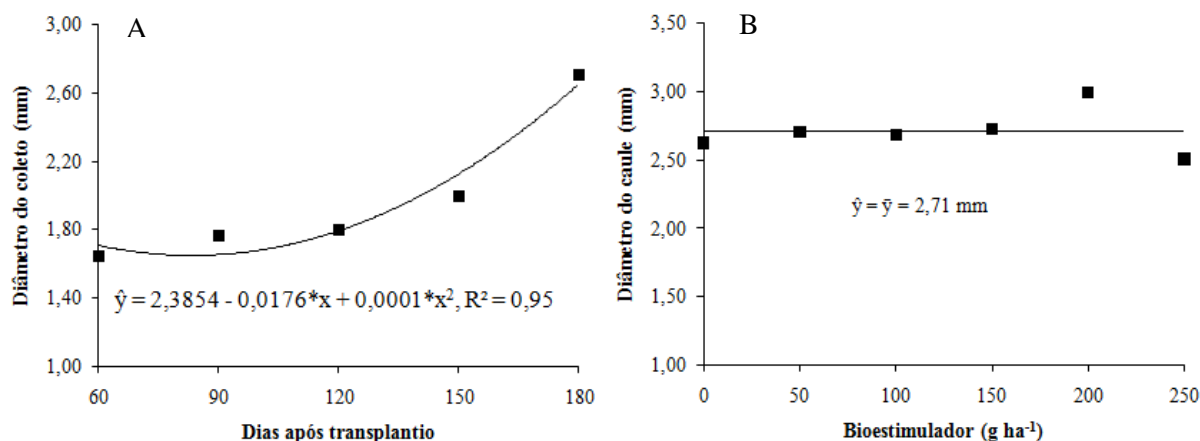


**Figura 3.** Altura de plantas de guavira em função do ciclo de cultivo (A) e de doses do bioestimulador (B). Dourados – MS, UFGD, 2016.

Quanto às doses do bioestimulador, apesar de apresentarem significância no teste F ( $p < 0,01$ ), os modelos matemáticos de regressão testados, não se ajustaram aos dados de altura da planta em função das doses, obtendo-se média de 21,84 cm aos 180 DAT (Figura 3B). Esse resultado pode ser justificado, pelo fato da planta de guavira ser nativa e não estar envolvida em processos de melhoramento, havendo assim, grande variabilidade genética na obtenção das mudas. Alguns estudos encontrados na literatura evidenciam que essa espécie possui diversidade genética alta, como a encontrada no estudo de Miranda et al. (2016), em que os autores observaram diversidade genética  $H_o = 0,504$  na população de guavira em Goiás, considerado um valor alto para a variabilidade. Yamana; Costa; Albuquerque (2007) constataram que a altura das plantas de guavira do Mato Grosso do sul possui alta variação genética. Portanto, mesmo com a padronização das mudas em idade e altura inicial, antes do transplantio, as plantas tendem a não seguir atributos originais.

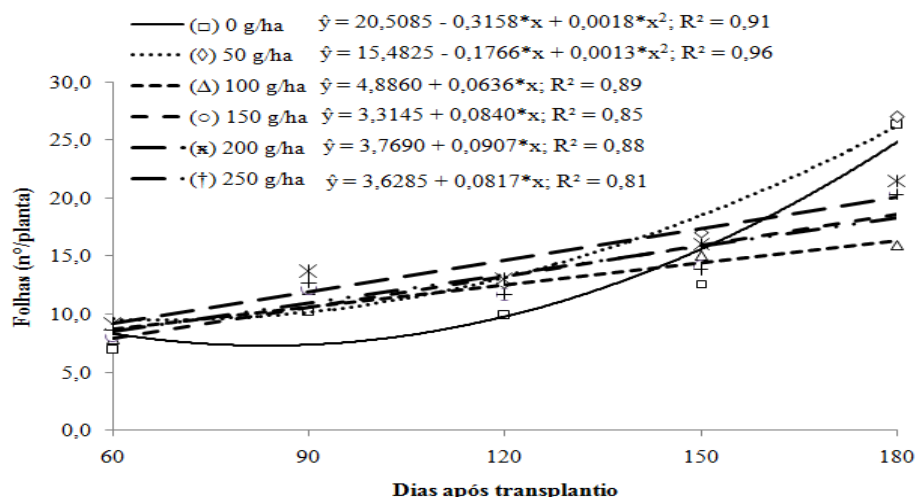
O diâmetro do coleto das plantas de guavira apresentou curva de crescimento quadrático com taxas crescentes a partir dos 83 DAT, quando apresentou o menor diâmetro calculado (1,65 mm) (Figura 4A). À semelhança da altura das plantas (Figura 3A), a partir dos 120 DAT, ocorreu crescimento mais acelerado até aos 180 DAT quando se obteve o maior diâmetro do coleto (2,71 mm) (Figura 4A). O coleto de maior diâmetro é uma característica desejável em plantas porque garante sustentação da parte aérea (OLIVEIRA et al., 2009). O diâmetro do coleto reflete o acúmulo de reservas de fotoassimilados pela planta, que são armazenados principalmente em tecido de reservas, que poderão ser utilizados quando o ambiente possuir algum fator limitante a sobrevivência da planta (CARNEVALI et al., 2015).

Quanto às doses do bioestimulador, apesar de apresentar significância no teste F ( $p < 0,01$ ), os modelos matemáticos de regressão testados, não se ajustaram aos dados de diâmetro do coleto em função das doses, obtendo-se média de 2,71 mm aos 180 DAT (Figura 4B). De forma semelhante à altura das plantas, esse resultado pode ser justificado pela alta variabilidade genética da guavira, encontrada em estudos de Yamana; Costa; Albuquerque (2007), Resende; Teixeira (2015) e Miranda et al. (2016).



**Figura 4.** Diâmetro do coleto de plantas de guavira em função do ciclo de cultivo (A) e de doses do bioestimulador (B). Dourados – MS, UFGD, 2016.

O maior número máximo de folhas das plantas de guavira ocorreu nas plantas cultivadas em substrato com 50 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador (26,2 folhas/planta), que foi maior do que as cultivadas em substrato sem (0 g ha<sup>-1</sup>) bioestimulador (24,0 folhas/planta) aos 180 DAT (Figura 5). O menor número máximo de folhas (16,3 folhas/planta) ocorreu nas plantas cultivadas em substrato com 100 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador, que apresentou padrão semelhante às cultivadas em substratos com 150, 200 e 250 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador (Figura 5). A quantidade de folhas produzidas pelas plantas de guavira é um fator importante para fins medicinais, visto que, suas folhas apresentam diversas propriedades biológicas, como antisséptica das vias urinárias (LORENZI et al., 2006), antidepressiva (SOUZA et al., 2007), anti-inflamatória, antiplaquetária (MACHADO et al., 2008) e antiproliferativa (PASCOAL et al., 2014).



**Figura 5.** Número de folhas de plantas de guavira em função de doses do bioestimulador e épocas de avaliação. Dourados – MS, UFGD, 2016.

#### 4.4. Fatores fisiológicos da guavira

As fluorescências inicial, máxima e variável; eficiências quântica fotoquímica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) e de conversão de energia absorvida ( $F_v/F_0$ ), rendimento máximo não fotoquímico ( $F_0/F_v$ ); índices de clorofila total e clorofila *b* foram influenciadas significativamente pelas doses do bioestimulador (Tabela 6). Apenas a clorofila *a* não foi influenciada pelo bioestimulador.

Os modelos matemáticos de regressão testados não se ajustaram aos dados de fluorescências em função das doses apresentando médias de 0,183 para  $F_0$ ; 0,888 para  $F_m$  e 0,704 para  $F_v$  (Figura 6A). Os resultados obtidos para  $F_v/F_m$  apresentaram curva quadrática com taxas decrescentes (Figura 6B), sendo valor máximo de 0,800 com a adição de 85 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador no substrato enquanto o menor valor (0,772) ocorreu com a adição de 250 g ha<sup>-1</sup>. Apesar das reduções, o sistema fotossintético das plantas de guavira estavam intactos, independentemente da dose do bioestimulador, considerando o exposto por Suassuna et al. (2010) e Santos et al. (2011) de que, para justificar o sistema fotossintético intacto, a razão de  $F_v/F_m$  deve variar entre 0,750 e 0,850.

Os resultados obtidos para  $F_v/F_0$  apresentaram curva quadrática com taxas decrescentes (Figura 6C), sendo o valor máximo de 3,99 com a adição de 84,3 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador no substrato e o menor valor (3,46) nas folhas das plantas de guavira



**Tabela 6.** Análise de variância para a fluorescência inicial ( $F_0$ ), máxima ( $F_m$ ) e variável ( $F_v$ ), eficiência fotoquímica do FS II ( $F_v/F_m$ ), conversão de energia absorvida ( $F_v/F_0$ ), rendimento máximo não fotoquímico ( $F_0/F_v$ ), índices de clorofila total,  $a$  e  $b$  de plantas de guavira cultivadas em substrato com seis doses do bioestimulador. Dourados – MS, UFGD, 2016.

FV	GL	Quadrados médios				
		$F_0$	$F_m$	$F_v$	$F_v/F_0$	$F_0/F_v$
Bloco	3	0,0002	0,0119	0,0089	0,0421	0,0002
Bioestimulador	5	0,0007**	0,0172**	0,0121**	0,1571**	0,0008**
Resíduo	15	0,0001	0,0015	0,0012	0,0281	0,0001
C.V. (%)		3,36	4,37	5,01	4,37	4,66
Média geral		0,183	0,888	0,704	3,839	0,261

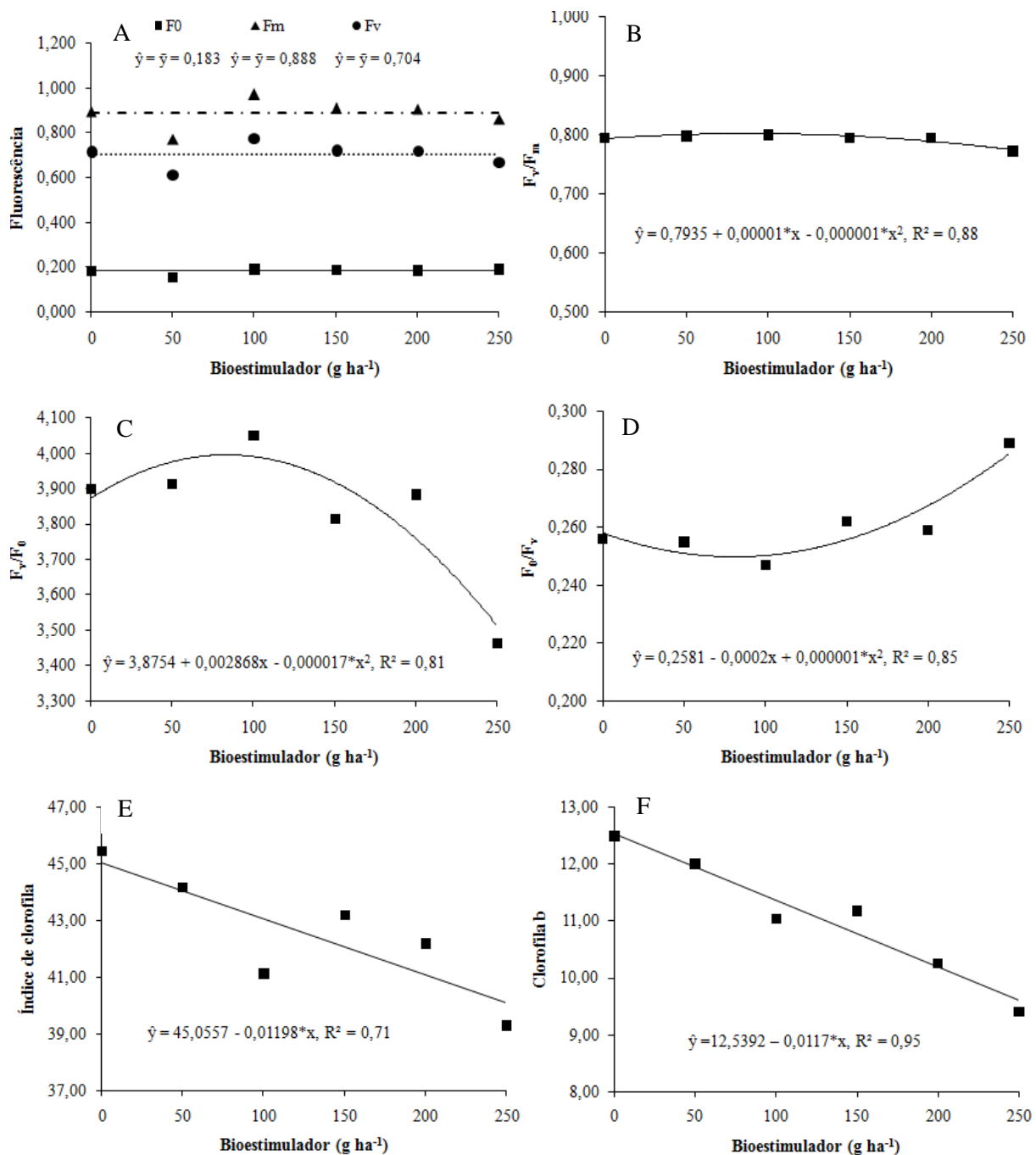
FV	GL	Quadrados médios			
		$F_v/F_m$	Clorofila total	Clorofila $a$	Clorofila $b$
Bloco	3	0,0007	9,2990	7,1802	1,8536
Bioestimulador	5	0,0004**	19,3623**	4,5565 <sup>ns</sup>	5,0670**
Resíduo	15	0,0001	3,237	1,5802	0,5913
C.V. (%)		0,84	4,23	3,97	6,95
Média geral		0,792	42,57	31,63	11,07

FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; \*\* significativo pelo teste F,  $p < 0,01$ ; ns: não significativo pelo teste F.

cultivadas com a adição de 250 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador no substrato (Figura 6C). Zanandrea et al. (2006) indicam que valores entre 4 a 6 de  $F_v/F_0$  são considerados normais, mas aqueles menores ou maiores que esses indicam que a planta está em estresse. Com base nessa informação, apenas as plantas de guavira cultivadas sob a dose de 100 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador estariam com valores considerados normais (4,05), indicando maior eficiência na conversão da energia absorvida, além de maior rendimento máximo não fotoquímico ( $F_0/F_v$ ), de 0,247 (Figura 6D).

Houve redução linear no índice de clorofila total (Figura 6E) e clorofila  $b$  (Figura 6F) nas folhas de guavira à medida que aumentou a dose do bioestimulador, ocasionando em menores eficiências fotoquímica do fotossistema II (Figura 6B) e conversão de energia absorvida (Figura 6C), observada nas plantas de guavira cultivadas com a maior dose (250 g ha<sup>-1</sup>). Esses resultados devem ter relações com os menores teores de P e Mg e excesso de Fe no substrato (Tabela 2). Isso porque o fósforo é importante na formação do ATP e NADP, principais fontes energéticas utilizada no transporte de fotoassimilados, no armazenamento e transferência de energia (VIÉGAS et al., 2013), e posteriormente participará dos processos bioquímicos do ciclo de Calvin. O Mg e o Fe, em conjunto, participam da síntese da clorofila, pois o Mg é o átomo central da molécula da clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2013) e o Fe é

essencial para a síntese da clorofila, via citocromo, que são carregadores que contém Fe (HEREDIA ZÁRATE; VIEIRA, 2018).



**Figura 6.** Fluorescências inicial (F<sub>0</sub>), variável (F<sub>v</sub>) e máxima (F<sub>m</sub>) (A), eficiência fotoquímica do FSII (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>) (B), conversão de energia absorvida (F<sub>v</sub>/F<sub>0</sub>) (C), rendimento máximo não fotoquímico (F<sub>0</sub>/F<sub>v</sub>) (D), índice de clorofila (E) e clorofila *b* (F) de plantas de guavira cultivadas em substrato com diferentes doses do bioestimulador. Dourados – MS, UFGD, 2016.

#### 4.5. Características morfológicas e massas da guavira

A área foliar, as massas frescas e secas de folha, caule e total, comprimento da raiz principal e índice de qualidade de Dickson foram influenciadas significativamente pelas doses do bioestimulador, enquanto a área radicular e as massas fresca e seca de raiz não apresentaram influencia significativa do bioestimulador (Tabela 7).

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância da área foliar (AF) e radicular (AR); massas frescas e secas da folha (MFF e MSF), caule (MFC e MSC), raiz (MFR e MSR) e total (MFT e MST); comprimento da maior raiz (CR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) da planta de guavira em função de diferentes doses do bioestimulador. Dourados – MS, UFGD, 2016.

FV	GL	Quadrados médios					
		AF	AR	MFF	MFC	MFR	MFT
Bloco	3	6902,5369	56,2690	0,0512	0,2154	2,0658	11,3658
Bioestimulador	5	4058,1796**	5,0313 <sup>ns</sup>	0,0355**	0,1079**	0,1943 <sup>ns</sup>	4,3180**
Resíduo	15	428,3108	2,7160	0,0021	0,0132	0,0769	0,1783
C.V. (%)		10,57	9,70	4,60	11,82	14,84	6,13
Média geral		195,77	16,90	4,05	0,97	1,87	6,89

FV	GL	Quadrados médios					
		MSF	MSC	MSR	MST	CRP	IQD
Bloco	3	0,4786	0,0522	0,3961	1,7973	17,6162	3,3588
Bioestimulador	5	0,2941**	0,0151*	0,0345 <sup>ns</sup>	0,4569**	3,4791**	0,4765*
Resíduo	15	0,0195	0,0036	0,0288	0,0300	0,7587	0,1616
C.V. (%)		8,45	14,29	22,77	6,14	5,75	12,23
Média geral		1,65	0,42	0,74	2,82	15,14	3,28

\*\* significativo pelo teste F,  $p < 0,01$ ; <sup>ns</sup>: não significativo pelo teste F

Os resultados obtidos para área foliar apresentou equação quadrática com taxas crescente a partir da adição de 59,93 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador no substrato quando apresentou a menor área foliar (174,8 cm<sup>2</sup>/planta) (Tabela 8), alcançando área máxima de 252,8 cm<sup>2</sup>/planta com a adição da maior dose (250 g ha<sup>-1</sup>) no substrato (Tabela 8). Esses resultados, independente da dose do bioestimulador, foram maiores do que os encontrados por Carnevali et al. (2014), que observaram maior área foliar (66,2 cm<sup>2</sup>/planta) de guavira sob a dose de 16 t ha<sup>-1</sup> de calcário, após 200 DAT. Provavelmente essa diferença deve-se pelo substrato utilizado, pois foram acrescidos na mistura húmus de minhoca e folha de mandioca, além do Latosso Vermelho distroférico, no qual contribuiu para melhor desempenho das plantas.

**Tabela 8.** Área foliar (AF) e radicular (AR); massas frescas e secas da folha (MFF e MSF), caule (MFC e MSC), raiz (MFR e MSR) e total (MFT e MST); comprimento da maior raiz (CR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) da planta de guavira em função de diferentes doses do bioestimulador. Dourados – MS, UFGD, 2016.

Característica	Equação	R <sup>2</sup>	Bioestimulador (g ha <sup>-1</sup> )	Máximo
AF (cm <sup>2</sup> /planta)	$\hat{y} = 181,3813 - 0,2173x + 0,0018x^2$	0,63	59,93	174,87
AR (cm <sup>2</sup> /planta)	$\hat{y} = \bar{y} = 16,90$	ns	-	-
MFF (g planta)	$\hat{y} = \bar{y} = 4,05$	S/Aj.	-	-
MFC (g/planta)	$\hat{y} = \bar{y} = 0,97$	S/Aj.	-	-
MFR (g/planta)	$\hat{y} = \bar{y} = 1,87$	ns	-	-
MFT (g/planta)	$\hat{y} = \bar{y} = 6,89$	S/Aj.	-	-
MSF (g/planta)	$\hat{y} = \bar{y} = 1,65$	S/Aj.	-	-
MSC (g/planta)	$\hat{y} = \bar{y} = 0,42$	S/Aj.	-	-
MSR (g/planta)	$\hat{y} = \bar{y} = 0,74$	ns	-	-
MST (g/planta)	$\hat{y} = \bar{y} = 2,82$	S/Aj.	-	-
CR (cm)	$\hat{y} = \bar{y} = 15,14$	S/Aj.	-	-
IQD (%)	$\hat{y} = \bar{y} = 3,28$	S/Aj.	-	-

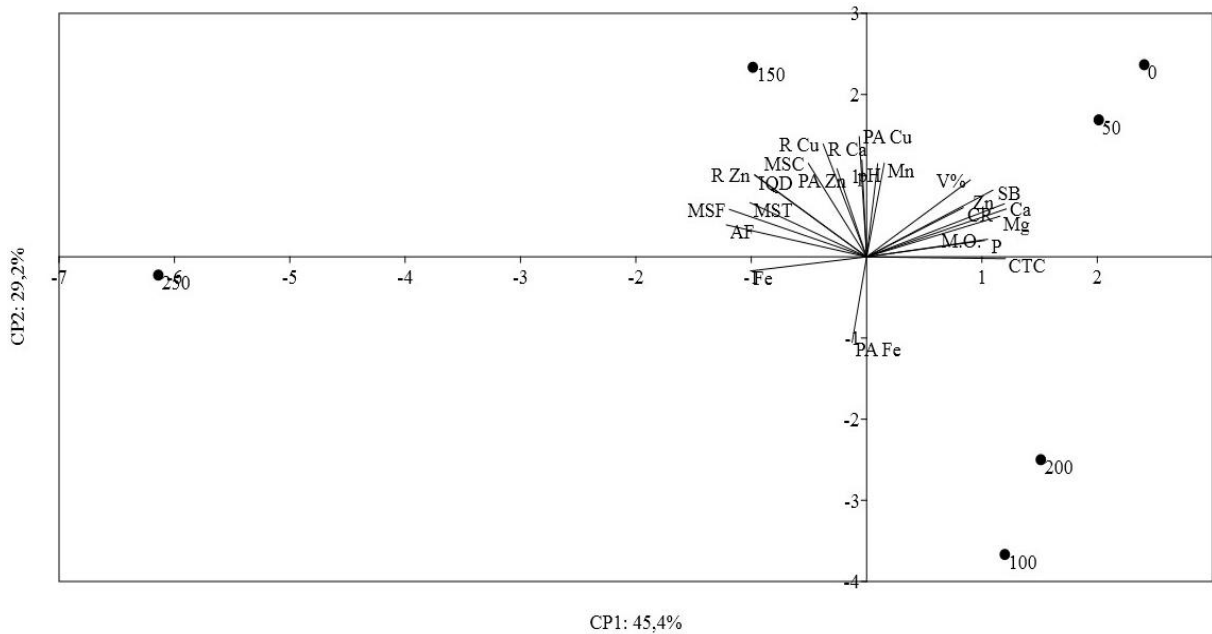
Os modelos matemáticos de regressão testados, não se ajustaram aos dados de MFF, MFC, MSF, MFT, MSC, MST e CR, obtendo médias de 4,05; 0,97; 6,89; 1,65; 0,42; 2,82 g/planta e 15,14 cm, respectivamente (Tabela 8). Vale destacar que, a massa seca da parte aérea (MFF + MFC) que em média foi de 2,07 g/planta foi maior do que a encontrada por Carnevali et al. (2014) que após 200 DAT observaram que a maior massa seca da parte aérea de plantas de guavira foi de 0,71 g/planta sob a dose 16 t ha<sup>-1</sup> de calcário, uma diferença de 34,3%. Entretanto, o CR de 15,14 cm (Tabela 8) foi menor do que os observados por Carnevali et al. (2014), que para correção do solo para cultivo de plantas de guavira, estudaram cinco doses de calcário, com ou sem a presença de gesso e constataram que após 200 dias do transplântio (ciclo semelhante ao deste estudo), a dose de 16 t ha<sup>-1</sup> sem gesso, foi a que induziu a planta a ter a maior raiz, com 27,06 cm de comprimento. Possivelmente, essa diferença no comprimento da raiz, tenha sido ocasionada pelo tipo de recipiente, visto que no trabalho de Carnevali et al. (2014), foram utilizados vasos de 4 dm<sup>3</sup> e para este trabalho foram

utilizados sacos de polietileno com capacidade de 1,3 dm<sup>3</sup>, o que pode ter limitado o crescimento das raízes.

Os modelos de regressão testados não se ajustaram aos dados de índice de qualidade de Dickson (IQD) obtendo-se média de 3,28 % (Tabela 8). Esse índice é um bom indicativo da qualidade da muda produzida, pois são utilizados para seu cálculo a robustez (relação altura/diâmetro do coleto) e o equilíbrio da distribuição da massa (relação MSPA/MSR), avaliando-se os resultados de várias características morfológicas importantes empregadas para avaliação da qualidade (ELOY et al., 2013). Dados menores do que esses foram obtidos por Ajalla et al. (2014) pois, quando as plantas de guavira foram cultivadas em Latosolo Vermelho distroférico (100%), independentemente do nível de sombreamento, observaram IQD de 2,62 %, após 275 DAT. A diferença pode estar relacionada com as fontes do substrato utilizado, pois em nosso estudo, foram acrescidos húmus de minhoca e folhas de mandioca, além do Latosolo Vermelho distroférico, o que provavelmente contribuiu na maior disponibilidade de nutrientes em decorrência da mineralização da matéria orgânica, ocasionando maior IQD e conseqüentemente maior qualidade das mudas (CALDEIRA et al., 2012).

Foram comparados na análise de componentes principais os dados em relação à produção (massas secas, área foliar, comprimento da raiz principal e índice de qualidade de Dickson), aos atributos químicos do substrato e macro e micronutrientes da parte aérea e raiz, em que a componente principal (CP1) explicou 45,4% e o eixo CP2, 29,2% das informações originais (Figura 7).

A produção de MSF, MSC, MST e AF são explicados pelos teores de cobre e zinco na parte aérea e na raiz observados na dose de 150 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador (Figura 7), pois participam de vários processos enzimáticos, como transporte de elétrons, fosforilação da glicose na produção do amido (CHAVES et al., 2010). Isso porque, o Cu está associado à ativação de várias enzimas da planta, sendo uma delas a plastocianina, que está envolvida no transporte de elétrons, além de ser um micronutriente essencial no processo de oxidação e redução (MALAVOLTA, 2006). Já, o Zn participa na via de síntese do aminoácido triptofano, que é o precursor da síntese do hormônio ácido indolacético (AIA), da classe das auxinas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Esse hormônio é o regulador essencial no crescimento das plantas, pois a sua principal função é a expansão das células, causando um alongamento celular, conseqüentemente contribuindo no crescimento dos órgãos das plantas, ocasionando na maior produção de massas e maior expansão das folhas.



**Figura 7.** Gráfico bidimensional dos dados de produção, atributos químicos do substrato, macro e micronutrientes da parte aérea e raiz nas diferentes doses do bioestimulador. CP1 e CP2 correspondem aos componentes principais. Dourados – MS, UFGD, 2016.

**MSF** – Massa seca de folha; **MSC** – Massa seca de caule; **MST** – Massa seca de total; **AF** – área foliar; **IQD** – índice de qualidade de Dickson; **CR** – Comprimento da maior raiz; **pH** – potencial de hidrogênio do substrato; **M.O.** – matéria orgânica; **SB** – soma de bases; **CTC** – capacidade de troca cátions; **V%** - índice de saturação por bases; **P** – Fósforo do substrato; **Ca** – Cálcio do substrato; **R Ca** – Cálcio da raiz; **Mg** – Magnésio do substrato; **Cu** – Cobre do substrato; **PA Cu** – Cobre da parte aérea; **R Cu** – Cobre da raiz; **Mn** – Manganês do substrato; **Fe** – Ferro do substrato; **PA Fe** – Ferro da parte aérea; **Zn** – Zinco do substrato; **PA Zn** – Zinco da parte aérea; **R Zn** – Zinco da raiz.

A M.O., P, Ca, Mg, Mn, Zn, SB e CTC foram semelhantes no substrato com as menores doses (0 e 50 g ha<sup>-1</sup>) do bioestimulador, estando correlacionados com o comprimento da maior raiz (CR) observados nestas doses (Figura 7). Isso porque, os atributos químicos, contribuem para o alongamento das raízes, principalmente os relacionados a saturações de bases, como o Ca que está diretamente relacionado ao desenvolvimento das raízes, atuando na formação e integridade das membranas da parede celular, ocasionando o alongamento das raízes (PRADO; NATALE, 2004).

Podemos observar que os teores de Fe no substrato e na parte aérea (Figura 7) podem ter causado toxidez, visto que, na análise de componentes principais, sua presença influenciou negativamente na relação da área foliar com a adição de 250 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador, além das massas secas, que foram explicadas com a adição de 150 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador. Isso porque o Fe em excesso pode desencadear vários danos às plantas, como alterações anatômicas, ruptura das células radiculares e desestruturação dos componentes celulares (SAHRAWAT, 2005); danos fotossintéticos (Figura 6C e D); menor conteúdo de clorofila

(Figura 6 E e F) (CHATTERJEE; GOPAL; DUBE, 2006); e conseqüentemente afetando o desenvolvimento da planta.

## 5. CONCLUSÕES

As melhores respostas nos atributos químicos e microbiológicos foram observadas na ausência ou sob dose de 50 g ha<sup>-1</sup> do bioestimulador.

A biomassa microbiana não foi favorecida com o bioestimulador.

A ordem decrescente do teor de nutrientes, independentemente da dose do bioestimulador, na parte aérea das plantas de guavira foi de N>Ca>K>Mg>P>Fe>Mn>Zn>Cu e na raiz foi de N>Ca>K>P>Mg>Mn>Zn>Cu.

No cultivo da guavira em sacos de polietileno preenchidos com substrato formado por Latossolo Vermelho distroférico, húmus de minhoca e folhas de mandioca decompostas não é necessário utilizar-se bioestimulador.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJALLA, A.C.A.; VIEIRA, M.C.; VOLPE, E.; ZÁRATE, N.A.H. Crescimento de mudas *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira), submetidas a três níveis de sombreamento e substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 449-458, 2014.
- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Application of eco-physiological quotients  $q_{CO_2}$  and  $q_D$  on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, n. 2, p. 251-255, 1990.
- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Soil microbial biomass: the eco-physiological approach. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, n. 12, p. 2039-2043, 2010.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, T.D.S.; CAMPOS, L.L.; ELIAS NETO, N.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M.F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.
- ARANTES, A.A.; MONTEIRO, R.A. Família Myrtaceae na estação ecológica do Panga. **Lundiana**, v. 3, n. 2, p. 111-127, 2002.
- BAKER, N.R. Chlorophyll Fluorescence: a probe of photosynthesis *in vivo*. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 89-113, 2008.
- BATISTA, Q.R.; FREITAS, M.S.M.; MARTINS, M.A.; SILVA, C.S. Bioqualidade de área degradada pela extração de argila, revegetada com *Eucalyptus* spp. e sabiá. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 146-154, 2009.
- BRITO, R.O.; DEQUECH, F.K.; BRITO, R.M. Use of Penegetic® products P and K in the snap bean production. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 55, n. 1, p. 277-278, 2012.
- CALEGARI, F., AYUSO, D., TRABATTONI, A., BELSHAW, L., DE CAMILLIS, S., ANUMULA, S., FRASSETTO, F.; POLETO, L.; PALACIOS, A.; DECLEVA, P.; GREENWOOD, J.B.; MARTÍN, F.; NISOLI, M. Ultrafast electron dynamics in phenylalanine initiated by attosecond pulses. **Science**, v. 346, n. 6207, p. 336-339, 2014.
- CALDEIRA, M.V.W.; PERONI, L.; GOMES, D.R.; DELARMELINA, W.M.; TRAZZI, P.A. Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Atelesia glazioveana* Baill). **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 93, p. 15-22, 2012.
- CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CARNEVALI, T.O.; VIEIRA, M.C.; CARNEVALI, N.H.S.; COELHO, D.V.B.S.A.; TORALES, E.P.; HEREDIA ZARATE, N.A. Correção do solo para o desenvolvimento inicial de *Campomanesia adamantium* (CAMBESS.) O. BERG. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, p. 1–10, 2014.

CARNEVALI, T.O.; VIEIRA, M.C.; LUCIANO, A.T.; GONÇALVES, W.V.; RODRIGUES, W.B.; RAMOS, M.B.M. Crescimento inicial de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg sob diferentes composições de substratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 316-323, 2015.

CARNEVALI, T.O.; VIEIRA, M.C.; SOUZA, N.H.; RAMOS, D.D.; HEREDIA ZÁRATE, N.A.; CARDOSO, C.A.L. Espaçamentos entre plantas e adição de cama-de-frango na produção de biomassa das plantas e na composição química dos frutos da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n. 4, p. 680-685, 2012.

CHATTERJEE, C.; GOPAL, R.; DUBE, B.K. Impact of iron stress on biomass, yield, metabolism and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Scientia Horticulture**, v. 108, n. 1, p. 1-6, 2006.

CHAVES, L.H.G.; MESQUITA, E.F.; ARAUJO, D.L.; FRANÇA, C.P. Acúmulo e distribuição de cobre e zinco em mamoneira cultivar BRS Paraguaçu e crescimento da planta. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 3, p. 263-277, 2010.

COELHO, S.G.; HAAS, A.P.S.; VON POSER, G.L.; SCHAPOVAL, E.E.S.; ELISABETSKY, E. Ethnopharmacological studies of antimicrobial remedies in south of Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 90, n. 1, p. 135-143, 2004.

COSTA FILHO, R.T.; VALERI, S.V.; CRUZ, M.C.P. Calagem e adubação fosfatada no crescimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em Latossolo vermelho-amarelo. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 89-98, 2013.

COSTA, S.; ZOCCHÉ, J.J. Fertilidade de solos construídos em áreas de mineração de carvão na região sul de Santa Catarina. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 665-674, 2009.

CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; FERREIRA, P.B.; DIDONET, A.D.; MOREIRA, A.A.; LEANDRO, W.M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. II - atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 589–602, 2011.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DURIGAN, G.; BAITELLO, J.B.; FRANCO, G.A.D. C.; SIQUEIRA, M.F. **Plantas do Cerrado paulista**: imagens de uma paisagem ameaçada. Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2004. 475 p.

ELOY, E.; CARON, B.O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E.F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Revista Floresta**, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013.

FERREIRA, L.C.; GRABE-GUIMARÃES, A.; PAULA, C.A.; MICHEL, M.C.P.; GUIMARÃES, R.G.; REZENDE, S.A.; SOUZA, J.D.; SAÚDE-GUIMARÃES, D.A. Antiinflammatory and antinociceptive activities of *Campomanesia adamantium*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 145, n. 1, p. 100-108, 2013.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES Jr, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. Prentice-Hall, 2008, 770 p.

HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C. **Hortas: Conhecimentos básicos**. 1. ed. Seriema, 2018, 298 p.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; SANTOS, J.B. DOS; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 118-127, 2008.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 8, n. 3, p. 209-213, 1976.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2006, p. 178-190.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Instituto Plantarum, v. 1, 2008. 384 p.

MACHADO, H.; NAGEM, T.J.; PETERS, V.M.; FONSECA, C.S.; OLIVEIRA, T.T. Flavonóides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia da Reprodução**, v. 27, n. 1/2, p. 33-39, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Ceres, 2006. 638 p.

MARKMAN, B.E.O.; BUGNO, A.; TABA, M.O.; KATO, E.T.M. Atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico de *Campomanesia xanthocarpa*. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 36, n.1, p. 55, 2000.

MIRANDA, E.A.G.C.; BOAVENTURA-NOVAES, C.R.; BRAGA, R.S.; REIS, E.F.; PINTO, J.F.; TELLES, M.P. Validation of EST-derived microsatellite markers for two Cerrado-endemic *Campomanesia* (Myrtaceae) species. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 1, p. 15017658-15017658, 2016.

OLIVEIRA, M.I.; CASTRO, E.M.; COSTA, L.C.B.; OLIVEIRA, C. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 1, p. 56-62, 2009.

OLIVEIRA, R.H.; ROSOLEM, C.A.; TRIGUIEIRO, R.M. Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 439-445, 2004.

OURIVES, O.E.A.; SOUZA, G.M.; SANTOS, D.H. Fertilizante orgânico como fonte de fósforo no cultivo inicial de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. **Pesquisa Agropecuaria**

**Tropical**, v. 40, n. 2, p. 126–132, 2010.

PANDA, D.; SHARMA, S.G.; SARKAR, R.K. Chlorophyll fluorescence parameters, CO<sub>2</sub> photosynthetic rate and regeneration capacity as a result of complete submergence and subsequent re-emergence in rice (*Oryza sativa* L.). **Aquatic Botany**, v. 88, n. 2, p. 127–133, 2008.

PASCOAL, A.C.R.F.; EHRENFRIED, C.A.; LOPEZ, B.G.; DE ARAUJO, T.M.; PASCOAL, V.D.B.; GILIOLI, R.; ANHÊ, G.F.; RUIZ, A.L.T.G.; CARVALHO, J.E.; STEFANELLO, M.E.A.; SALVADOR, M. J. Antiproliferative activity and induction of apoptosis in PC-3 cells by the chalcone cardamonin from *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) in a bioactivity-guided study. **Molecules**, v. 19, n. 2, p.1843-1855, 2014.

PAVAN, F.R.; LEITE, C.Q.F.; COELHO, R.G.; COUTINHO, I.D.; HONDA, N.K.; CARDOSO, C.A.L.; VILEGAS, W.; LEITE, S.R.A.; SATO, D.N. Evaluation of anti-*Mycobacterium tuberculosis* activity of *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae). **Química Nova**, v. 32, n. 5, p. 1222-1226, 2009.

PEZARICO, C.R.; VITORINO, A.C.T.; MERCANTE, F.M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.

PINHAL, H.F.; ANASTÁCIO, M.R.; CARNEIRO, P.A.P.; SILVA, V.J.; MORAIS, T.P.; LUZ, J.M.Q. Aplicações da cultura de tecidos vegetais em fruteiras do cerrado. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1136-1142, 2011.

PORTO, A.C.; GULIAS, A.P.S.M. Gabiroba. In: VIEIRA, R.F.; COSTA, T.S.A.; SILVA, D.B.; FERREIRA, F.R. SANO, S.M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 322 p.

PRADO, R.D.M.; NATALE, W. Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 1007–1012, 2004.

RAMOS, F.T.; MONARI, Y.C.; NUNES, M.C.N.; CAMPOS, D.T.S.; RAMOS, D.T. Indicadores de qualidade em um Latossolo Vermelho - Amarelo sob pastagem extensiva no pantanal matogrossense. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 112-120, 2010.

RESENDE, H.C.; TEIXEIRA, T.A. Diversidade genética em *Campomanesia* (MYRTACEA) estimada por análise multivariada de características fenotípicas. **Ceres**, v. 56, n. 1, p. 85-92, 2015.

SAHRAWAT, K.L. Managing iron toxicity in lowland rice: the role of tolerant genotypes and plant nutrients. In: TORIYAMA, K.; HEONG, K.L.; HARDY, B. (Eds), **Rice is life: scientific perspectives for the 21st century**, 2005, p. 452-454.

SALVADOR, J.T.; CARVALHO, T.C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 27–32, 2011.

SANTOS, C.M.; GONÇALVES, E.R.; ENDRES, L.; GOMES, T.C.A.; JADOSKI, C.J.; NASCIMENTO, L.A.; SANTOS, E.D. Atividade fotossintética em alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a diferentes compostagens de resíduos agroindustriais. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 95-102, 2011.

SANGALLI, A.; VIEIRA, M.C.; HEREDIA ZÁRATE, N.A. Levantamento e caracterização de plantas nativas com propriedades medicinais em fragmentos florestais e de cerrado de Dourados-MS, numa visão etnobotânica. **Acta Horticulturae**, v. 19, n. 28, p. 173-184, 2002.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. Ampliada. Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627 p.

SILVEIRA, V.C.; OLIVEIRA, A.P.; SPEROTTO, R.A.; ESPINDOLA, L.S.; AMARAL, L.; DIAS, J.F.; CUNHA, J.B.; FETT, J.P. Influence of iron on mineral status of two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 2, p. 127-139, 2007.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 675-688, 2008.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação** 2. ed. Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

SOUZA, C.M.M.; SILVA, H.R.; JUNIOR, G.M.V.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 353-355, 2007.

SUASSUNA, J.F.; MELO, A.S. DE; SOUSA, M.S.S.; COSTA, F.S.; FERNANDES, P.D.; PEREIRA, V.M.; BRITO, M.E.B. Desenvolvimento e eficiência fotoquímica em mudas de híbrido de maracujazeiro sob lâminas de água. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 566-571, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Artemed, 2013. 954 p.

TAMPOROSKI, B.R.F.; KURIHARA, C.H.; CARDOSO, C.A.L. Teores foliares de nutrientes em guavira, em função de época e forma de amostragem. **In: Anais Fertbio/Bonito**, p. 1-4, 2006. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/574718/1/32009.pdf>>. Acesso em 10 Out 2017.

TRANNIN, I.C. de B.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M. de S. Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1173-1184, 2007.

VALLILO, M.I.; BUSTILLOS, O.V.; AGUIAR, O.T. Identificação de terpenos no óleo essencial dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg - Myrtaceae. **Revista do Instituto Florestal**, v. 18, n. 4, p. 15-22, 2006.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. As extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, n. 6, p. 703-707, 1987.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S.; BORGES, J.D.; CASTRO, D.S.; SOUZA, D.M.; MONTEIRO, M.M.; CALIL, F.N. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de Cerrado no Distrito Federal. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 143-151, 2013.

VIÉGAS, I.J.M.; SOUSA, G.O.; SILVA, A.F.; CARVALHO, J.G.; LIMA, M.M. Composição mineral e sintomas visuais de deficiência em plantas de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.). **Acta Amazônica**, v. 43, n. 1. p. 43-50, 2013.

VIEIRA, M.C.; PEREZ, V.B.; HEREDIA ZÁRATE N.A.; SANTOS, M.C.; PELLOSO, I.A.O.; PESSOA, S.M. Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] cultivada em vasos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 542–549, 2011.

WOLFAARDT, G. M.; KORBER, D. R. **Near-field microbiological considerations relevant to a deep geological repository for used nuclear fuel**. State of Science Review, 2012. 98 p.

YAMANA, M.Y.; COSTA, R.B; ALBUQUERQUE, L.B. Genetic evaluation of the juvenile vigour of guavira (*Campomanesia cambessedeanana* Berg.) natural progenies from Mato Grosso do Sul. **Multitemas**, v. 1, n. 35, p. 331-337, 2007.

ZANANDREA, I.; NASSI, F.L.; TURCHETTO, A.C.; BRAGA, E.J.B.; PETERS, J.A.; BACARI, M.A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. **Revista Brasileira Agrocência**, v. 12, n. 2, p. 157-161, 2006.