

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**PRODUTIVIDADE DE *Schinus terebinthifolia* Raddi CULTIVADA EM  
SUCESSÃO A ADUBOS VERDES E COM APLICAÇÃO DE BOKASHI**

**VINÍCIUS ESTEVÃO WILKOMM**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2019**

**PRODUTIVIDADE DE *Schinus terebinthifolia* Raddi CULTIVADA EM  
SUCESSÃO A ADUBOS VERDES E COM APLICAÇÃO DE BOKASHI**

VINÍCIUS ESTEVÃO WILKOMM

Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA DO CARMO VIEIRA

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

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2019

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

W683p Wilkomm, Vinícius Estevão

Produtividade de *Schinus terebinthifolia* Raddi cultivada em sucessão a adubos verdes e com aplicação de bokashi [recurso eletrônico] / Vinícius Estevão Wilkomm – 2019.

43 f.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Maria do Carmo Vieira.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande, Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Pimenta rosa. 2. cobertura do solo. 3. resíduo orgânico. I. Vieira, Maria Do Carmo.  
II. Título.

**Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**

**PRODUTIVIDADE DE *Schinus terebinthifolia* Raddi CULTIVADA EM SUCESSÃO A  
ADUBOS VERDES E COM APLICAÇÃO DE BOKASHI**

Por

**VINÍCIUS ESTEVÃO WILKOMM**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovado em: 03/06/2019



Prof.ª. Dr.ª. Maria do Carmo Vieira  
Orientadora – UFGD/FCA



Prof.ª. Dr.ª. Elisângela Dupas  
UFGD/FCA



Dr.ª. Shaline Séfara Lopes Fernandes  
UEMS

## DEDICATÓRIAS

### **Dedico**

Aos meus pais:

Paulo Estevão Wilkomm

&

Marli Medeiros Wilkomm

### **Ofereço**

Ao meu irmão,  
Venâncio Estevão Wilkomm

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em minha vida. Aos meus familiares, por todo o apoio durante o período de pós-graduação, em especial aos meus pais, Paulo Estevão Wilkomm e Marli Medeiros Wilkomm, por sempre me apoiarem nos momentos mais difíceis e por não medirem esforços para a realização deste sonho, e ao meu irmão Venâncio Estevão Wilkomm.

Agradeço aos grandes amigos que fiz durante o período de graduação e pós-graduação, pelas horas de alegria e descontração que me proporcionaram durante todos esses anos, sendo eles: Felipe Ferreira, Vinicius Landim Pagnossin, Leonardo Garahi Lopes, Mayron Paiva, Tiago Vacaro Flores, Everton Jara e Wesley Diniz.

Agradeço também a todos os professores que fizeram parte da minha formação profissional, e em especial à Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria do Carmo Vieira, Prof. Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate, Prof. Dr. Tiago de Oliveira Carnevali e ao Dr. Diego Menani Heid, que tiveram paciência no decorrer de todo o meu aprendizado.

Agradeço ainda à UFGD, pela oportunidade, à CAPES, pela concessão da bolsa de estudo que garantiu o sustento financeiro necessário para realização deste trabalho e ao CNPq e FUNDECT, pelo apoio financeiro para a pesquisa.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi.....	3
2.2 Adubos verdes.....	4
2.3 Bokashi .....	4
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1 Condução do experimento .....	6
3.2 Avaliações agronômicas .....	9
3.2.1 Adubos verdes .....	9
3.2.2 Pimenta rosa .....	10
3.3 Análise de dados .....	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
4.1 Adubos verdes.....	11
4.1.1 Produção de massa e decomposição dos adubos verdes .....	11
4.1.2 Liberação de nitrogênio, fósforo e potássio .....	14
4.2 Pimenta rosa.....	18
4.2.1 Crescimento de plantas.....	18
4.2.2 Área foliar e produção de massa das plantas e frutos de pimenta rosa .....	23
5 CONCLUSÕES .....	29
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30

WILKOMM, V. E. Produtividade de *Schinus terebinthifolia* Raddi cultivada em sucessão a adubos verdes e com aplicação de bokashi. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS, 2019.

## RESUMO

O uso de adubos verdes e bokashi são técnicas que vêm sendo cada vez mais utilizadas no cultivo de espécies medicinais, por estarem integrados à produção orgânica e resultarem em melhorias químicas, físicas e biológicas do solo. A *Schinus terebinthifolia* Raddi (pimenta rosa) possui características rústicas, que se destacam no reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. As folhas, frutos e caules de pimenta rosa apresentam atividades medicinais, sendo seus frutos também utilizados na culinária. O objetivo neste estudo foi avaliar a produtividade das plantas de pimenta rosa, cultivadas em sucessão a adubos verdes e com aplicação de bokashi sobre o solo. O experimento foi desenvolvido a campo e constituiu-se do uso de três adubos verdes: crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth), estilosantes [*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.] e milho [*Cenchrus americanus* (L.) Morrone], além da testemunha (vegetação espontânea), os quais foram cortados rente ao solo em pleno florescimento e deixados como cobertura, com ou sem aplicação de bokashi (FertBokashi<sup>®</sup>) sobre o solo. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4 x 2, no delineamento experimental blocos casualizados, com quatro repetições. Os adubos verdes foram semeados diretamente no local de cultivo, enquanto a pimenta rosa foi transplantada entre os resíduos vegetais dos adubos verdes. Dos adubos verdes foram avaliadas as produções de massa e liberação de N, P e K a cada 45 dias após o corte (DAC) até os 180 DAC. As plantas de pimenta rosa foram avaliadas quanto à sua altura, diâmetro e índice de clorofila a cada 30 dias após o transplante - DAT até os 270 DAT, momento em que se realizou o corte das plantas para mensuração da produtividade de massa de folhas, frutos e caule. As plantas de milho produziram as maiores massas frescas e secas iniciais, sendo de 60,22 Mg ha<sup>-1</sup> e 13,00 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A vegetação espontânea apresentou as menores perdas de massas fresca e seca remanescentes (90,54 e 97,06% respectivamente) aos 180 DAC, em relação à produção inicial. O maior teor de N (21,16 g kg<sup>-1</sup>) foi encontrado na crotalária; os maiores teores de P (2,78 g kg<sup>-1</sup> e 2,61 g kg<sup>-1</sup>) na vegetação espontânea e milho, respectivamente; os maiores teores de K (17,38 g kg<sup>-1</sup> e 16,00 g kg<sup>-1</sup>) no milho e na vegetação espontânea, respectivamente. As plantas de pimenta rosa tiveram maiores produções de massas frescas de folhas (386,46 g planta<sup>-1</sup>) e frutos (80,82 g planta<sup>-1</sup>); massa seca de frutos (40,32 g planta<sup>-1</sup>), além de maior área foliar (11.975, 04 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) quando cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e com aplicação de bokashi. As produções de massas fresca (369, 29 g planta<sup>-1</sup>) e seca de caule (219,66 g planta<sup>-1</sup>) e massa seca de folhas (103,66 g planta<sup>-1</sup>) das plantas de pimenta rosa foram maiores quando a espécie estava em sucessão à vegetação espontânea. As massas fresca e seca de caule foram maiores sem a aplicação de bokashi, sendo de 270,81 e 161,46 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. As plantas de pimenta rosa produziram mais massa de folhas e frutos quando cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e com aplicação de bokashi, enquanto que de caule foi maior sem o uso de bokashi.

**Palavras-chave:** Pimenta rosa, cobertura do solo, resíduo orgânico.



WILKOMM, V. E. Productivity of *Schinus terebinthifolia* Raddi cultivated in succession to green manures and with bokashi application.

### ABSTRACT

The use of green manures and bokashi are techniques that are increasingly being used in the cultivation of medicinal species because they are integrated with organic production and result in chemical, physical and biological improvements of the soil. The *Schinus terebinthifolia* Raddi (Brazilian peppertree) features rustic characteristics, which stand out in the reforestation and recovery of degraded areas. The leaves, fruits and stems of Brazilian peppertree present medicinal activities, and their fruits are also used in cooking. The objective of this study was to evaluate the productivity of Brazilian peppertree plants grown in succession to green manures and bokashi application on the soil. The experiment was developed in the field and constituted the use of three green fertilizers: crotalaria (*Crotalaria spectabilis* Roth), styling [*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.] and millet [*Cenchrus americanus* (L.) Morrone], besides the control (spontaneous vegetation), with or without application of FertBokashi® on the soil. Treatments were arranged in a 4 x 2 factorial scheme, in an experimental design randomized blocks, with four replications. Green fertilizers were sown directly on the crop site and cut close to the soil at full bloom and left as cover, while Brazilian peppertree was transplanted between the plant residues of green manure. From the green manures, we evaluated the mass production and release of N, P and K every 45 days after cutting (DAC) up to 180 DAC. Brazilian peppertree plants were evaluated for their height, stem diameter and chlorophyll index every 30 days after the transplant - DAT up to 270 DAT, moment that the plants were cut to measure the leaf mass yield, fruits and stem. The millet plants produced the largest fresh and dry initial masses, being of 60,22 Mg ha<sup>-1</sup> and 13,00 Mg ha<sup>-1</sup>, respectively. Spontaneous vegetation presented the lowest losses of fresh and dry mass remaining (90,54 and 97,06% respectively) at 180 DAC, in relation to the initial production. The highest N content (21,16 g kg<sup>-1</sup>) was detected in the crotalaria; the highest levels of P in the spontaneous vegetation and millet (2,78 g kg<sup>-1</sup> and 2,61 g kg<sup>-1</sup>, respectively) and the highest levels of K in millet and in spontaneous vegetation (17,38 g kg<sup>-1</sup> and 16,00 g kg<sup>-1</sup>, respectively). Brazilian peppertree plants had higher yields of fresh leaf masses (386,46 g plant<sup>-1</sup>) and fruits (80,82 g plant<sup>-1</sup>); dry mass of fruits (40,32 g plant<sup>-1</sup>), besides larger leaf area (11.975,04 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>) when grown in succession to spontaneous vegetation and bokashi application. The production of fresh mass (369,29 g plant<sup>-1</sup>) and dry stem (219,66 g plant<sup>-1</sup>) and leaf dry mass (103,66 g plant<sup>-1</sup>) of Brazilian peppertree plants were larger when the species was in succession to the spontaneous vegetation. The fresh and dry stem masses were larger without the application of bokashi, being of 270,81 and 161,46 g plant<sup>-1</sup>, respectively. Brazilian peppertree plants produced more mass of leaves and fruits when grown in succession to spontaneous vegetation and bokashi application, while stem was larger without the use of bokashi.

**Key-words:** Brazilian peppertree, soil cover, organic waste.

## 1 INTRODUÇÃO

A planta de *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae, pimenta rosa – Figura 1) é arbórea, nativa do Brasil, Argentina e Paraguai; é ornamental, pioneira em matas nativas, distribuindo-se por todo o litoral do Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste do Brasil. A inflorescência é paniculada terminal e suas flores são atrativas para as abelhas, o que garante sua polinização, por ser a planta dioica. Seu cultivo pode ser recomendado para recuperação de áreas degradadas, devido ao seu caráter de rusticidade, pioneirismo e agressividade. Os frutos são bagas globulares, avermelhadas e pequenas (LENZI; ORTH, 2004; LORENZI; MATOS, 2008).



**FIGURA 1** – Plantas de pimenta rosa em seu primeiro ano de cultivo em fases de pré florescimento (a), florescimento (b) e frutificação: frutos verdes (c) e maduros (d). Fonte: WILKOMM, 2019.

Devido à presença de óleo essencial, os frutos e folhas das plantas de pimenta rosa apresentam atividades antifúngicas (SANTOS et al., 2010), antibacterianas (FREIRES et al., 2010) e antitumorais (QUEIRES et al., 2013), bem como na casca do caule que apresenta atividades comprovadas como anti-inflamatórias e cicatrizantes (LORENZI; MATOS, 2008). A planta de pimenta rosa está dentre as espécies presentes na lista do Ministério da Saúde com prioridade para estudos e possibilidade de uso no SUS (Sistema Único de Saúde) contra candidíase (SANTOS et al., 2010). Os frutos também são utilizados como condimentos na culinária e confecção de bebidas, sendo um atrativo tanto no mercado nacional como internacional (BERTOLDI, 2006)

O cultivo de espécies nativas, em especial, a pimenta rosa pode ser realizado utilizando práticas difundidas na agricultura orgânica, como a adubação verde, que no Brasil já apresenta resultados positivos para a sustentabilidade do solo; por esse motivo, pode resultar em melhorias na produtividade das plantas (WUTKE et al., 2014). A utilização de adubos verdes proporciona bastante flexibilidade em seu uso, podendo a planta utilizada como adubo verde ser incorporada ao solo ou não, além de ser empregada em sistemas de rotação, consórcio ou ser utilizada como antecessora à planta de interesse (TEODORO et al., 2011). Quando em cobertura, a adubação verde deve ser utilizada visando o acúmulo de massa seca sobre o solo, protegendo-o da radiação solar e prevenindo a evaporação, reduzindo a taxa de evapotranspiração das plantas e aumentando o tempo de intervalo entre irrigações. Além disso, pode contribuir na melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, ocasionando o aumento na produtividade das culturas sucessoras (KIM et al., 2013; BRITO et al., 2017).

Além da utilização de plantas como adubos verdes, o cultivo de plantas nativas potenciais para fins econômicos, pode ser favorecido pela aplicação do biofertilizante bokashi ao solo. O bokashi é composto por materiais orgânicos fermentados, usando-se fonte de inóculo rico em microrganismos, que posteriormente agirão sobre a matéria orgânica do solo, produzindo ácidos orgânicos, vitaminas, aminoácidos e polissacarídeos, além de disponibilizar N, P e K. Por se tratar de uma técnica de baixo custo e eficiência comprovada, o uso do bokashi detém potencial para ser utilizado visando maior produtividade das plantas de pimenta rosa (PENTEADO, 2003; CASTRO et al., 2016).

Em função do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a produtividade das plantas de pimenta rosa, cultivadas em sucessão a adubos verdes e com aplicação de bokashi sobre o solo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 *Schinus terebinthifolia* Raddi

A planta de *Schinus terebinthifolia* Raddi é conhecida comumente como pimenta rosa, aroeirinha, pimenta brasileira, aroeira branca, aroeira vermelha e aroeira pimenteira, sendo a espécie heliófila, não tolerante à sombra (LORENZI; MATTOS, 2008).

A planta de pimenta rosa apresenta porte arbustivo de dois a três metros de altura, podendo ser arborescentes com até oito metros de altura e com tronco de 30 a 60 cm de diâmetro. Os ramos são eretos ou apoiantes, flexíveis quando novos, pubescentes a vilosos ou glabros. Suas folhas são compostas, imparipenadas com pecíolos cilíndricos na parte inferior e mais ou menos alados. Os folíolos são oblongo-elípticos ou obovados, estreitos na base e obtusos ou agudos ou ainda providos de um pequeno dente no ápice, cerrados, membranáceos e glabros. As flores são amarelo-pálidas pequenas, dispostas em panículos de 5 a 10 cm de comprimento (LORENZI; MATOS, 2008).

Devido à sua adaptação a condições adversas, como solos salinos, ácidos e mal drenados, o cultivo das plantas de pimenta rosa é recomendado para recuperação de áreas degradadas (solos pouco férteis) e reflorestamento (CARVALHO, 2003).

As plantas de pimenta rosa possuem grande potencial para uso na medicina popular, utilizando-se praticamente todos seus órgãos. De acordo com Johann et al. (2007), o extrato etanólico das folhas exibe potencial antifúngico sobre *Candida glabrata* e *Sporothrix schenckii*; já o extrato metanólico e aquoso das folhas apresentam atividades antifúngicas sobre *Candida albicans* e *Cryptococcus neoformans* (SCHMOURLO et al., 2005). O extrato etanólico da casca do caule apresenta atividade antibacteriana sobre *Staphylococcus aureus*, enquanto o hidroalcoólico mostra efeito cicatrizante nas cistotomias em ratos (LUCENA et al., 2006). O óleo essencial do fruto apresenta atividade antifúngica sobre *Trichophyton longifusus* e baixa atividade antibacteriana (MOUSTAFA, 2007).

## 2.2 Adubos verdes

No Brasil, a prática do uso de adubos verdes vem sendo difundida há aproximadamente 100 anos, acarretando resultados positivos para agricultura e sustentabilidade do meio ambiente (WUTKE et al., 2014), sendo seu uso com finalidade principal garantir a sustentabilidade do solo agrícola (TEODORO et al., 2011), promovendo melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (KIM et al., 2013; BRITO et al., 2017).

As plantas utilizadas na adubação verde podem ser adicionadas ao solo em cobertura ou incorporadas, ambas formas de adição têm a capacidade de melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo; o que diferencia esses métodos é que a forma de adição incorporada terá um revolvimento do solo, juntamente com as plantas. Já, no método de cobertura, ocorrerá o corte das plantas, sendo as mesmas deixadas sobre o solo e, por esse motivo os efeitos de melhoria demoram mais a acontecer (AMABILE; CARVALHO, 2006).

Quanto aos atributos físicos do solo, o uso de adubos verdes é capaz de melhorar a estrutura e porosidade, amenizando o surgimento de camadas compactadas, conseqüentemente, melhorando a absorção de água e nutrientes pelas culturas em sucessão, rotacionadas ou consorciadas aos adubos verdes (CARDOSO et al., 2014). Os atributos químicos do solo são melhorados, visto que na adubação verde adota-se o semeio de espécies que sejam capazes de reciclar nutrientes; conseqüentemente, esses serão devolvidos ao solo, mediante a incorporação ou cobertura dos adubos verdes (MAUAD et al., 2012; BRITO et al., 2017). Espíndola et al. (2004) mencionam que o uso de adubos verdes ainda contribui para o aumento da diversidade biológica, promovendo mudanças na dinâmica da população de plantas daninhas, de insetos pragas, predadores e polinizadores, além dos microrganismos parasitas e fitopatogênicos.

## 2.3 Bokashi

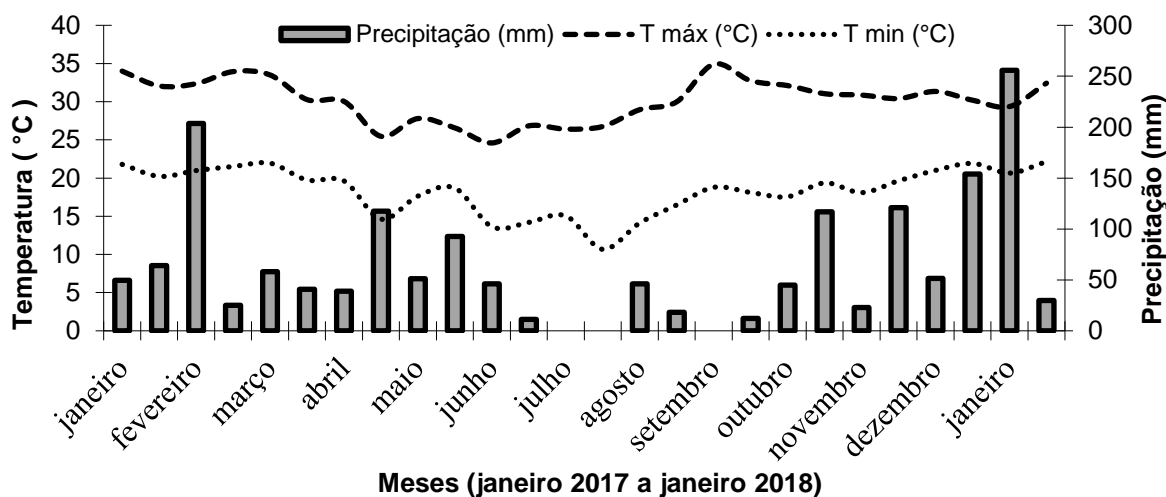
O bokashi é um composto de materiais orgânicos fermentados, rico em microrganismos, que posteriormente agirão sobre a matéria orgânica do solo, produzindo ácidos orgânicos, vitaminas, aminoácidos e polissacarídeos, além de disponibilizar N, P, K. Pinto et al. (2017) destacam que o uso de bokashi pode favorecer o incremento na produtividade de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.), assim o biofertilizante detém

amplo potencial para ser utilizado no cultivo de plantas, principalmente pela sua fácil obtenção e baixo custo (CASTRO et al., 2016).

O bokashi pode ser obtido a partir de materiais orgânicos fermentados, como exemplo arroz cozido em água não clorada e disposto em caixa vazada de madeira, coberto por fina tela em tecido de algodão, sendo essa caixa colocada em região de mata e coberta com camada de serapilheira, favorecendo a diversificação e multiplicação de microrganismos (CONDÉ et al., 2017). Outra forma de obter-se o bokashi é através da compra de produtos comerciais concentrados oferecidos no mercado, como exemplo o biofertilizante Fert Bokashi®, o qual recomenda-se ser ativado utilizando-se 10% do produto comercial, 10% de açúcar mascavo e 80% de água não clorada (KORIN, 2019).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em campo, entre janeiro de 2017 a janeiro de 2018, no Horto de Plantas Medicinais - HPM, da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados - MS. A área experimental situa-se nas coordenadas 22°11'43,7" S e 54°56'08,5" W e altitude de 458 m. O clima é do tipo Cfa – temperado sem estação seca e de verão quente (ALVARES et al., 2013). As condições predominantes quanto à precipitação e temperatura, durante o ciclo de cultivo a campo das plantas estão apresentadas por quinzena na Figura 2. O solo da área em estudo é classificado naturalmente como Latossolo Vermelho Distroférico, de textura muito argilosa (SANTOS, 2018), cujas características químicas (camada de 0 – 0,20 m) antes da sementeira dos adubos verdes foram: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,31; pH (H<sub>2</sub>O) = 6,12; P (mgdm<sup>-3</sup>) = 17,96; K (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 0,47; Al<sup>+3</sup> (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 0; Ca (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 3,21; Mg (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 2,37; H+Al (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 2,57; pH (SMP) = 6,59; SB (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 6,21; CTC (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 8,97; saturação de bases (%) = 65 – Análises feitas no laboratório de solos da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) – UFGD.



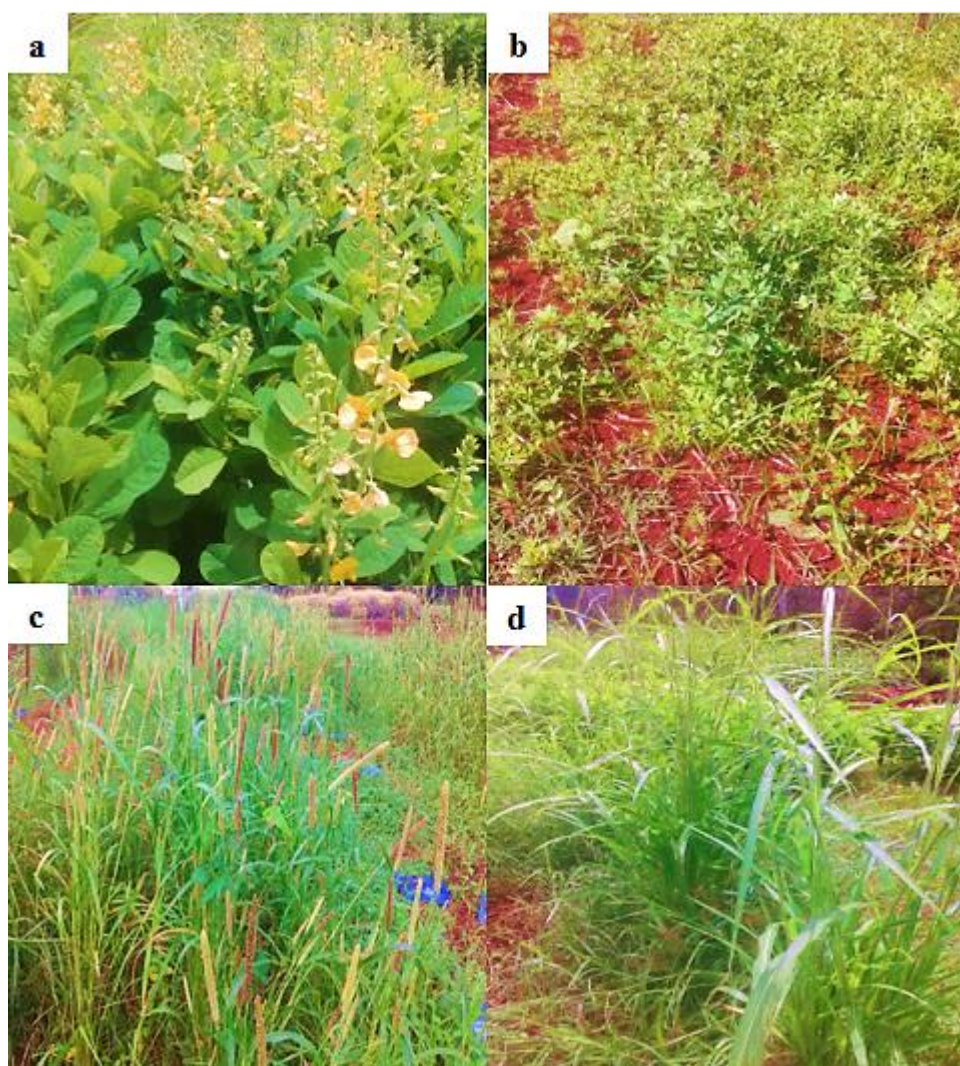
**FIGURA 2** – Precipitações (mm), temperaturas máximas e mínimas (°C) por quinzena no decorrer do ciclo de cultivo a campo. UFGD, Dourados – MS, 2019.

#### 3.1 Condução do experimento

Foi estudada a planta de pimenta rosa, usando-se sementes extraídas de frutos colhidos aleatoriamente (Cadastro de acesso SISGEN N° A9CDAAE) de plantas cultivadas no HPM da UFGD, cujo voucher está depositado no Herbário DDMS da



UFGD, sob número 4602. Os tratamentos no campo constituíram-se da cobertura vegetal de três adubos verdes [crotalária (*Crotalaria spectabilis* – Figura 3a), estilosantes (*Stylosanthes guianensis* – Figura 3b) e milheto (*Cenchrus americanus* – Figura 3c)], além da testemunha (vegetação espontânea – Figura 3d), e com aplicação do biofertilizante bokashi sobre o solo em oito aplicações de 100 L ha<sup>-1</sup> cada. O arranjo experimental foi em esquema fatorial 4 x 2, no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas tinham área útil de 8,0 m<sup>2</sup>, sendo 4,0 m de comprimento e 2,0 m de largura.



**FIGURA 3** – Florescimento das espécies de adubos verdes: crotalária (a), estilosantes (b), milheto (c) e vegetação espontânea (d).

As plantas presentes na vegetação espontânea foram identificadas e classificadas quanto à sua rota fotossintética. Foram depositadas no Herbário DDMS da Universidade Federal da Grande Dourados (Tabela 1).



**TABELA 1** – Classificação quanto à rota fotossintética e voucher das plantas presentes na vegetação espontânea, depositadas no Herbário DDMS, da Universidade Federal da Grande Dourados. UFGD, Dourados – MS, 2019.

<b>Família</b>	<b>Nome científico</b>	<b>RF</b>	<b>Voucher</b>
Asteraceae	<i>Gamochaeta purpúrea</i> (L.) Cabrera	C3	6288
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	C3	6289
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	C3	6286
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	C3	6284
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	C3	6332
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	C3	6335
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	C4	6343
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop	C4	6339
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	C4	6340
Poaceae	<i>Paspalum pumilum</i> Nees	C4	6338
Poaceae	<i>Paspalum virgatum</i> L.	C4	6342
Poaceae	<i>Urochloa humidicola</i> (Rendle) Morrone e Zuloaga	C4	6341
Poaceae	<i>Urochloa plantagina</i> (Link) R. D. Webster	C4	6336

\*RF – Rota fotossintética (BUNCE; ZISKA, 2000; DIAS-FILHO, 2002; MACHADO et al., 2006; PARTELLI et al., 2010).

O terreno foi preparado com uma aração e uma gradagem. A crotalária e o milho foram semeados em linhas contínuas, com espaçamento entre linhas de 0,25 m e 0,40 m, utilizando-se 25 (35 sementes/metro) e 20 (100 sementes/metro) kg ha<sup>-1</sup> de sementes, respectivamente. O estilosantes foi semeado a lanço em toda a área útil das parcelas correspondentes ao tratamento, utilizando-se 4 kg ha<sup>-1</sup> de sementes.

Foram semeados os adubos verdes visando o corte após a semeadura na mesma época, sendo respeitado seu período de florescimento [estilosantes – 100 dias após a semeadura (DAS); crotalária – 90 DAS; milho – 60 DAS, todos conforme recomendação do fabricante], sendo o primeiro (estilosantes) semeado em 4 de janeiro de 2017. Quando as plantas apresentavam aproximadamente 50% de floração foram cortadas rente ao solo, com roçadeira de lâmina, deixadas como cobertura do solo.

As mudas de pimenta rosa foram propagadas em viveiros com sombrite de 50% de luminosidade, por semeadura direta com transplante, utilizando-se sementes colhidas no HPM e semeadas em bandejas de polietileno de 128 células, preenchidas com substrato Bioplant<sup>®</sup> para hortaliças. Aos 70 dias após a semeadura, as mudas foram repicadas para tubetes onde permaneceram até o momento do transplante definitivo. Os tratamentos culturais nas bandejas compreenderam irrigações diárias e controle de plantas infestantes, realizados manualmente. O transplante das mudas de pimenta rosa no campo foi realizado quando apresentavam 15,00 cm de altura média, o que ocorreu aos 105 dias

após a semeadura e cinco dias após o corte (DAC) das espécies de adubos verdes. O espaçamento entre plantas de pimenta rosa e fileiras foi de 1,0 x 1,0 m.

A irrigação a campo foi realizada pelo sistema de aspersão, procurando-se manter o solo com  $\pm 70\%$  da capacidade de campo. Não houve controle de plantas infestantes durante o ciclo de cultivo dos adubos verdes, devido ao seu rápido desenvolvimento. Durante o ciclo de cultivo das plantas de pimenta rosa foram feitas capinas manuais de plantas infestantes, dentro das parcelas.

O bokashi foi ativado conforme recomendação do fabricante, utilizando-se 10% do biofertilizante FertBokashi<sup>®</sup>, 10% de açúcar mascavo e 80% de água não clorada, permanecendo por 15 dias em repouso, em recipiente escuro e fechado. A dose utilizada foi a recomendada pelo fabricante, de 100 L ha<sup>-1</sup> da solução ativada, sendo a solução pulverizada com máquina costal sobre a massa remanescente dos adubos verdes que estavam sobre o solo; cuidou-se para não atingir as plantas de pimenta rosa, a fim de não causar danos. As aplicações foram feitas a cada 30 dias, até os 240 dias após o transplante – DAT, sendo a primeira imediatamente após o transplante das mudas de pimenta rosa.

## **3.2 Avaliações agronômicas**

### **3.2.1 Adubos verdes**

Para avaliar a produção de massa dos adubos verdes e da vegetação espontânea foi utilizado um quadro de ferro de 1,00 x 1,00 m de área interna, que foi lançado dentro de cada parcela de forma aleatória e imediatamente foi feito o corte das plantas rente ao solo. O material vegetal foi pesado, retiradas amostras de 100 g da massa de cada parcela, as quais foram colocadas dentro de cada um de quatro “litter bags” (fabricados com material plástico – malha de nylon de 2,00 mm) com dimensões de 0,04 m<sup>2</sup> (0,20 x 0,20 m) e posteriormente, distribuídos sobre o solo das respectivas parcelas. Também foram separados 100 g de massa fresca de cada parcela para determinação proporcional da massa seca inicial, sendo o restante devolvido à área experimental. O restante das plantas foram cortadas e todo material deixado sobre o solo.

Aos 45, 90, 135 e 180 DAC foram recolhidos um “litter bag” por parcela para avaliação da massa fresca remanescente dos adubos verdes. Para obtenção das massas secas, as massas frescas dos adubos verdes sofreram pré-limpeza para remoção de partículas maiores de solo, e, em seguida foram lavadas com água deionizada para remoção das demais partículas de solo. Posteriormente, foram acondicionadas em sacos

de papel para secagem em estufa de circulação de ar forçada, a  $60^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ , até atingir a massa constante e assim pesadas em balança com precisão de 0,0001 g. As amostras secas foram moídas em moinho do tipo Willey e submetidas à análise química para determinação de macronutrientes, como descrito por Malavolta et al. (1997).

### **3.2.2 Pimenta rosa**

Durante o ciclo de cultivo das plantas de pimenta rosa, avaliaram-se em intervalos de 30 dias, até os 270 DAT, a altura de plantas (utilizando régua graduada em mm); diâmetro do caule na altura do coleto (com paquímetro digital em mm) e índice de clorofila, utilizando-se clorofilômetro portátil FALKER.

De 270 até 284 DAT realizou-se a colheita manual dos frutos das plantas femininas (constituíam 46,09% do total das plantas) de pimenta rosa a cada dois dias, devido à espécie não ter maturação uniforme, usando como indicativo do ponto de colheita a cor rósea avermelhada. Avaliaram-se as suas massas frescas e, para obtenção da massa seca, os frutos foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação de ar forçada a  $60^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ , até obtenção de massa constante. Aos 270 DAT das plantas de pimenta rosa, colheram-se três plantas competitivas por parcela, cortando-as rente ao solo. Avaliaram-se as massas frescas e secas de caules e folhas, pesando-as em balança com precisão de 0,0001 g, além da mensuração da área foliar utilizando-se integrador de área LI-COR 3100 C. A área foliar específica foi calculada a partir da área foliar dividida pela massa seca de folhas (BENINCASA, 2003). Para obtenção das massas secas de caules e folhas, 200 g de massa fresca referente a cada parcela foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação de ar forçada a  $60^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ , até obtenção de massa constante e, posteriormente, realizou-se a proporção em função da massa fresca.

### **3.3 Análise de dados**

Os dados das massas dos adubos verdes, da pimenta rosa e dos teores de nutrientes dos adubos verdes foram submetidos à análise de variância e quando detectadas diferenças significativas pelo teste F, as médias foram submetidas ao teste de Tukey, para os adubos verdes e teste t (LSD), para bokashi. Os dados em função das diferentes épocas foram analisados como parcelas subdivididas no tempo e ajustadas a equações de regressão, todos até 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Adubos verdes

#### 4.1.1 Produção de massa e decomposição dos adubos verdes

As massas frescas e secas remanescentes dos adubos verdes foram influenciadas significativamente pela interação épocas de avaliação e adubos verdes (Quadro 1).

**QUADRO 1** – Resumo da análise de variância para massas frescas (MFRe) e secas (MSRe) remanescentes de adubos verdes cortados na floração e depositados em “litter bags” deixados sobre o solo, com aplicação do biofertilizante bokashi, avaliados em cinco épocas, após o transplante das mudas de pimenta rosa. UFGD, Dourados – MS, 2019.

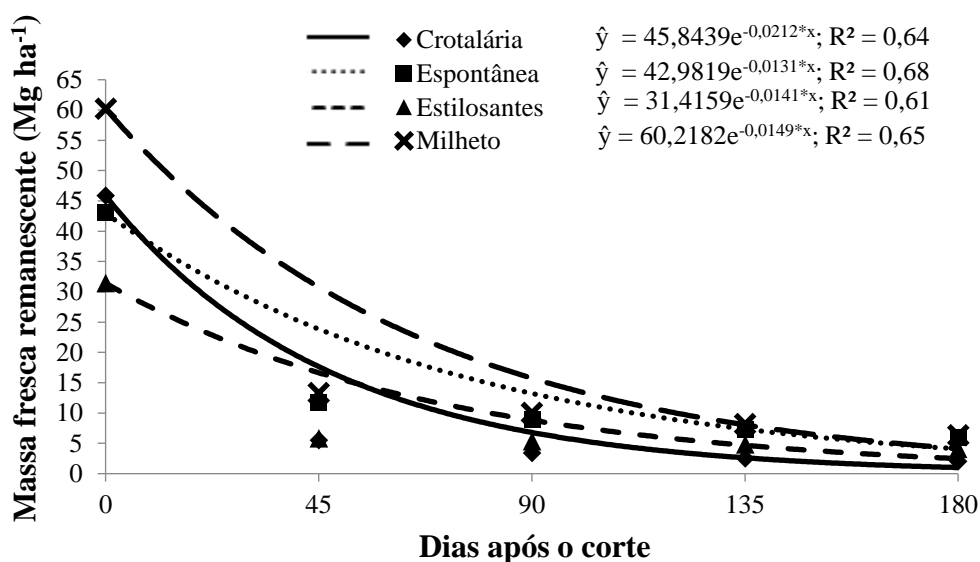
Fontes de Variação	Quadrado Médio		
	G.L	MFRe	MSRe
Blocos	3	145,99787*	4,51100*
Adubos verdes (AV)	3	673,91552*	33,58469*
Bokashi	1	22,42942ns	0,19109ns
AV*bokashi	3	31,96372ns	0,56681ns
Erro A	21	9,72538	0,48823
Épocas	4	9.602,81082*	399,32340*
Épocas*AV	12	184,02911*	14,33546*
Épocas*bokashi	4	5,35677ns	0,32519ns
Épocas*AV*bokashi	12	4,38183ns	0,13096ns
Resíduo	96	5,32191	0,42186
C.V. (%) Erro A	-	21,87	31,81
C.V. (%) Resíduo	-	16,17	29,57

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo; G.L – grau de liberdade.

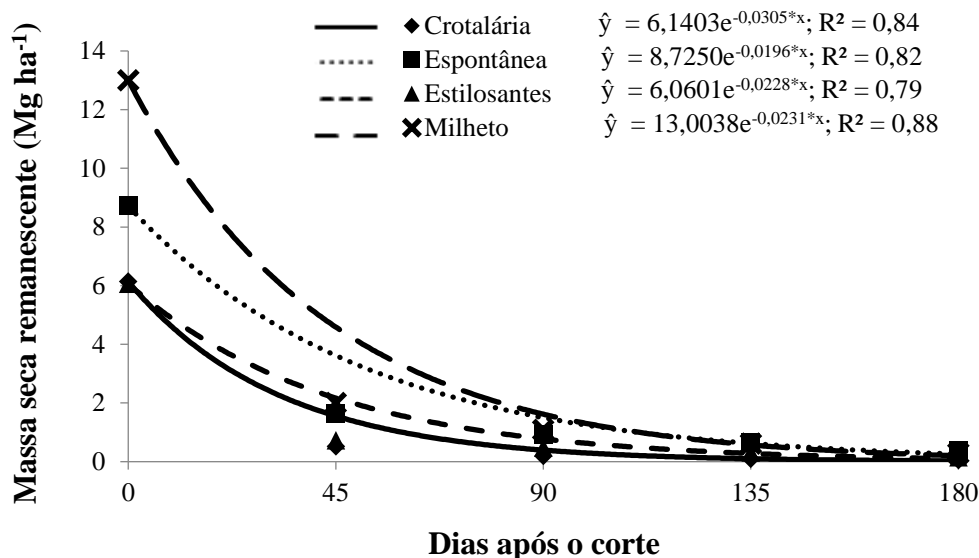
As maiores massas frescas (Figura 4) e secas (Figura 5) dos adubos verdes foram observadas logo após o seu corte (0 DAC), sendo a maior massa fresca as das plantas de milho (60,22 Mg ha<sup>-1</sup>) seguida da crotalária (45,84 Mg ha<sup>-1</sup>), da vegetação espontânea (42,98 Mg ha<sup>-1</sup>) e do estilosantes (31,42 Mg ha<sup>-1</sup>). Os resultados das massas secas foram, parcialmente, diferentes, uma vez que as maiores massas secas foram das plantas de milho (13,00 Mg ha<sup>-1</sup>) seguidas da vegetação espontânea (8,72 Mg ha<sup>-1</sup>), da crotalária (6,14 Mg ha<sup>-1</sup>) e do estilosantes (6,06 Mg ha<sup>-1</sup>). Esses resultados obtidos permitem supor que as plantas de milho têm boa capacidade de adaptação aos solos do Cerrado, devido a possuírem sistema radicular profundo, o que permite extrair água e nutrientes das camadas subsuperficiais do solo (DOMUKOSKI et al., 2014); além disso, por ser planta C4 (SILVA et al., 2015), possui melhor aproveitamento de água e melhor eficiência fotossintética, podendo utilizar em seus processos metabólicos, especialmente

para obter maior acúmulo de massa (SILVA et al., 2015), constitui-se assim, em excelente material para cobertura vegetal do solo. O decréscimo acentuado nas massas frescas dos adubos verdes entre 0 – 45 DAC (Figura 4) pode ser explicado pela perda excessiva da água, por difusão da umidade na forma de vapor, facilitada nesse período por estar nos tecidos mais externos dos órgãos das plantas (ROTZ, 1995). Outro fator a se levar em consideração no período de 0 – 45 DAC é que a temperatura média de 23 °C e a precipitação de 261,6 mm (Figura 2) podem ter favorecido a reprodução de microrganismos decompositores nos materiais vegetais, conseqüentemente auxiliando sua decomposição acelerada (MADIGAN et al., 2016).

A massa seca das plantas de milho (13,00 Mg ha<sup>-1</sup>) ficou próxima dos 14,00 Mg ha<sup>-1</sup> citados por Soratto et al. (2012), quando estudaram a produção de massa das plantas de milho, em cultivo solteiro com corte no florescimento. As menores massas fresca e seca das plantas de estilosantes, em relação à dos demais adubos verdes, logo após o corte, podem estar relacionadas a características da espécie (FERREIRA; COSTA, 1979), dentre elas, o fato de ser planta C3 (MARTINEZ et al., 2014) possuindo menores eficiência no uso da água e fotossintética quando relacionado ao milho (C4) (SILVA et al., 2015; TAIZ et al., 2017).



**FIGURA 4** – Massa fresca remanescente de plantas de adubos verdes cortados na floração e depositados em “litter bags” na superfície do solo, em função de dias após o corte, durante o cultivo das plantas de pimenta rosa. Médias em função do uso de bokashi foram agrupadas. \*Significativo a 5% de probabilidade. UFGD, Dourados – MS, 2019.



**FIGURA 5** – Massa seca remanescente de plantas de adubos verdes cortados na floração e depositados em “litter bags” na superfície do solo em função de dias após o corte, durante o cultivo das plantas de pimenta rosa. Médias em função do uso de bokashi foram agrupadas. \*Significativo a 5% de probabilidade. UFGD, Dourados – MS, 2019.

As massas frescas remanescentes dos adubos verdes aos 180 DAC foram, em ordem decrescente, de 4,12 Mg ha<sup>-1</sup> (milheto); 4,07 Mg ha<sup>-1</sup> (vegetação espontânea); 2,48 Mg ha<sup>-1</sup> (estilosantes) e 1,01 Mg ha<sup>-1</sup> (crotalária); porém, a maior massa seca remanescente (0,26 Mg ha<sup>-1</sup>) no mesmo período, foi apresentada pela vegetação espontânea, seguida do milheto (0,20 Mg ha<sup>-1</sup>), do estilosantes (0,10 Mg ha<sup>-1</sup>) e da crotalária (0,03 Mg ha<sup>-1</sup>) (Figuras 2 e 3). A maior massa seca da vegetação espontânea aos 180 DAC pode estar relacionada à ocorrência de aproximadamente 54% de plantas das Poaceae (Tabela 1), que geralmente apresentam maiores relações C/N, resultando em maior persistência do material vegetal. O contrário ocorreu com a crotalária devido à sua menor relação C/N. Favero et al. (2000) observaram que a relação C/N de espécies das Poaceae geralmente são de 23,39; enquanto que Pereira et al. (2016) observaram relação C/N de 12,60 para a crotalária.

Ao se relacionar as massas frescas e secas iniciais com as finais, dos adubos verdes, observa-se que a vegetação espontânea apresentou as menores reduções de massa fresca (90,53%) e seca (97,02%), seguida do estilosantes, milheto e crotalária, que apresentaram 92,11 e 98,35%; 93,16 e 98,46%; 97,80 e 99,51%, respectivamente.

O fato de a crotalária apresentar as reduções mais expressivas de massas fresca e seca, provavelmente, seja devido à sua baixa relação C/N (PEREIRA et al., 2016). O contrário ocorreu com a vegetação espontânea, que mesmo sem ter produzido a maior

quantidade de massa fresca inicial ( $42,98 \text{ Mg ha}^{-1}$  – Figura 4) apresentou maior massa seca remanescente, aos 180 DAC ( $0,26 \text{ Mg ha}^{-1}$  – Figura 5). Esse fato pode estar relacionado à maior relação C/N das plantas espontâneas presentes na área (*Digitaria insularis*, *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Paspalum pumilum*, *Paspalum virgatum*, *Urochloa humidicola* e *Urochloa plantagina*), que devido à menor concentração de N, dificultam a atividade e o crescimento de microrganismos responsáveis pela mineralização do carbono orgânico, favorecendo assim a decomposição (FAVERO et al., 2000; FOLONI et al., 2016).

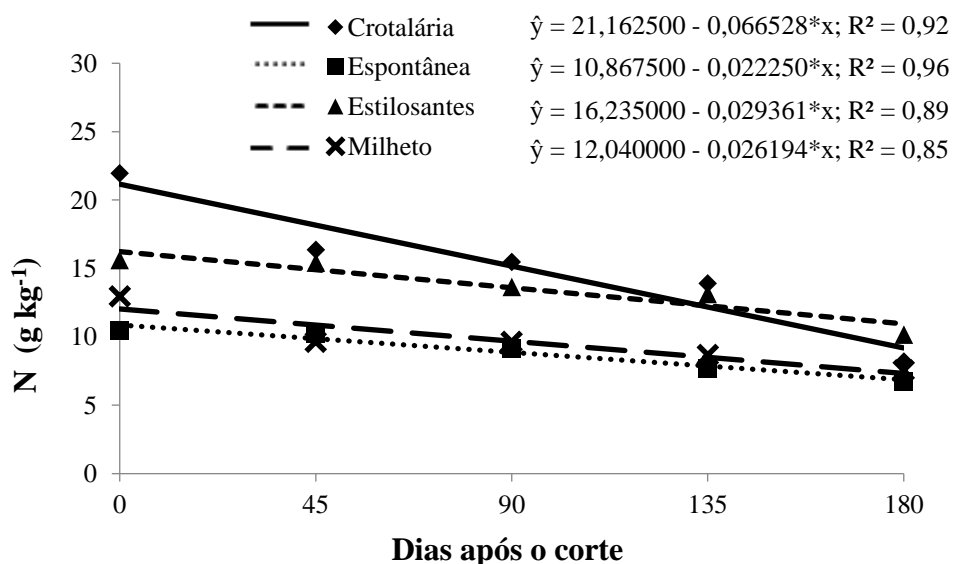
#### 4.1.2 Liberação de nitrogênio, fósforo e potássio

Os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas massas remanescentes das plantas dos adubos verdes foram influenciados significativamente pela interação épocas de avaliação e espécies de adubos verdes (Quadro 2). Os maiores teores foram observados no dia do corte (Figura 6), sendo o maior teor de N na massa remanescente da crotalária ( $21,16 \text{ g kg}^{-1}$ ), seguida do estilosantes ( $16,23 \text{ g kg}^{-1}$ ), milheto ( $12,04 \text{ g kg}^{-1}$ ) e da vegetação espontânea ( $10,87 \text{ g kg}^{-1}$ ). O fato de as plantas de crotalária apresentarem o maior teor de N em sua massa remanescente pode estar relacionado com a fixação biológica de N, pelas bactérias do gênero *Rhizobium* presentes no solo, através de uma relação de simbiose (WUTKE et al., 2014). O menor teor de N da vegetação espontânea no dia do corte pode ser explicado pela presença de espécies de Poaceae com elevada relação C/N em seu arranjo estrutural, pelo maior teor de fibras e pela ausência de simbiose das bactérias com essas plantas, resultando em menor acúmulo de N no material vegetal (FOLONI et al., 2016). Cavalcante et al. (2015) estudando a produção de adubos verdes encontraram teores de N semelhantes ao deste trabalho nos resíduos de *Crotalaria spectabilis* ( $21,7 \text{ g kg}^{-1}$ ), mas na vegetação espontânea, encontraram teores ( $13,7 \text{ g kg}^{-1}$ ) ligeiramente superiores, provavelmente pela diferença de espécies de plantas presentes nas vegetações espontâneas, além do tipo de solo e precipitações.

**QUADRO 2** – Resumo da análise de variância dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas massas remanescentes das plantas de adubos verdes, cortadas na floração e depositados em “litter bags” deixados sobre o solo, com aplicação do biofertilizante bokashi, avaliados em cinco épocas, após o transplante das mudas de pimenta rosa. UFGD, Dourados – MS, 2019.

Fontes de Variação	Quadrado Médio			
	G.L	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Blocos	3	55,79142*	0,74378*	3,18638*
Adubos verdes (AV)	3	369,31208*	3,25468*	19,75108*
Bokashi	1	0,00625ns	0,00429ns	0,07615ns
AV*bokashi	3	0,98241ns	0,00123ns	0,25392ns
Erro A	21	0,58760	0,00685	0,06670
Épocas	4	218,34459*	17,44233*	1187,00607*
Épocas*AV	12	23,14401*	0,11678*	12,96036*
Épocas*bokashi	4	2,47046ns	0,01077ns	0,04246ns
Épocas*AV*bokashi	12	1,33538ns	0,00345ns	0,09966ns
Resíduo	96	1,27094	0,00860	0,15590
C.V. (%) Erro A	-	6,48	5,39	6,39
C.V. (%) Resíduo	-	9,53	6,04	9,77

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo. G.L – grau de liberdade.



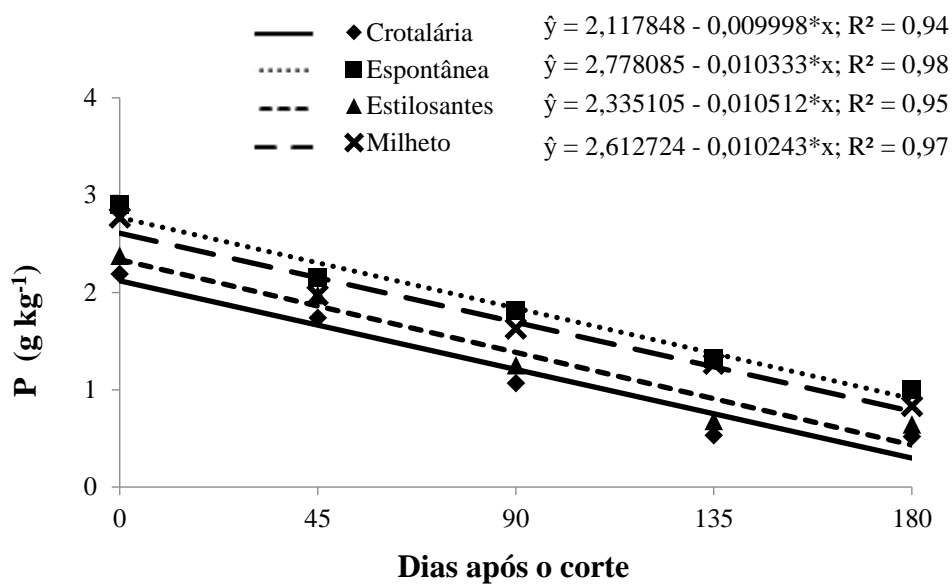
**FIGURA 6** – Teores de nitrogênio nas massas remanescentes das plantas de adubos verdes, cortadas na floração e depositadas em “litter bags” na superfície do solo, em função de dias após o corte, durante o cultivo das plantas de pimenta rosa. Médias em função do uso de bokashi foram agrupadas. UFGD, Dourados – MS, 2019.



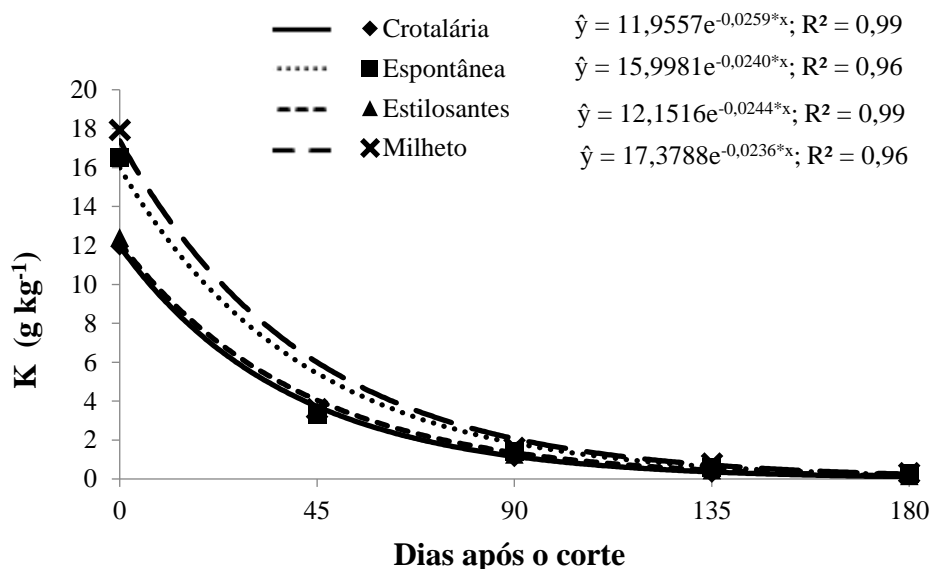
Os teores de N nos adubos verdes e vegetação espontânea detectados aos 180 DAC (Figura 6) corresponderam à vegetação espontânea, milho, crotalária e estilosantes, em ordem crescente: 6,86; 7,33; 9,19 e 10,95 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. O menor teor de N na vegetação espontânea mostrou relação com o menor teor de N inicial (0 DAC) em sua massa remanescente, mantendo-se assim essa tendência (SORATTO et al., 2012). Por outro lado, o maior teor de N inicial na massa remanescente da crotalária não se manteve aos 180 DAC, momento em que o estilosantes apresentou maiores valores. Isso deve-se provavelmente ao fato de a relação C/N do estilosantes ser maior que da crotalária; conseqüentemente, apresentando maior estabilidade na liberação do nutriente (COSTA et al., 2015).

A liberação mais rápida de N ao longo do tempo por parte da massa remanescente da crotalária pode estar relacionada à sua menor relação C/N, possuindo assim menor resistência à decomposição e liberação do nutriente. Porém, com o passar do tempo houve tendência à estabilização da liberação de N, por parte das massas remanescentes de todos os materiais, já que a relação C/N fica maior devido às partes mais lignificadas serem as últimas a se decomporem (SORATTO et al., 2012).

Os maiores teores de P e K nos adubos verdes foram detectados na massa remanescente do dia do corte (Figuras 7 e 8), sendo a redução ao longo do tempo, linear para P e exponencial para K, com a mesma tendência para todas as massas remanescentes. Os maiores teores de P foram observados na vegetação espontânea (2,78 g kg<sup>-1</sup>), seguida do milho (2,61 g kg<sup>-1</sup>), do estilosantes (2,34 g kg<sup>-1</sup>) e da crotalária (2,12 g kg<sup>-1</sup>), enquanto os menores teores de P, observados aos 180 DAC, sendo que a crotalária apresentou o menor teor (0,32 g kg<sup>-1</sup>), seguida do estilosantes (0,44 g kg<sup>-1</sup>), do milho (0,77 g kg<sup>-1</sup>) e da vegetação espontânea (0,92 g kg<sup>-1</sup>), (Figura 7). Para K, os maiores teores foram observados no milho (17,38 g kg<sup>-1</sup>), seguido da vegetação espontânea (16,00 g kg<sup>-1</sup>), do estilosantes (12,15 g kg<sup>-1</sup>) e da crotalária (11,96 g kg<sup>-1</sup>), enquanto os menores aos 180 DAC, na crotalária (0,11 g kg<sup>-1</sup>), seguida do estilosantes (0,15 g kg<sup>-1</sup>), da vegetação espontânea (0,21 g kg<sup>-1</sup>) e do milho (0,25 g kg<sup>-1</sup>), (Figura 8).



**FIGURA 7** – Teores de fósforo nas massas remanescentes das plantas de adubos verdes, cortadas na floração e depositadas em “litter bags” na superfície do solo, em função de dias após o corte, durante o cultivo das plantas de pimenta rosa. Médias em função do uso de bokashi foram agrupadas. \*Significativo a 5% de probabilidade. UFGD, Dourados – MS, 2019.



**FIGURA 8** – Teores de potássio nas massas remanescentes das plantas de adubos verdes, cortadas na floração e depositadas em “litter bags” na superfície do solo, em função de dias após o corte, durante o cultivo das plantas de pimenta rosa. Médias em função do uso de bokashi foram agrupadas. \*Significativo a 5% de probabilidade. UFGD, Dourados – MS, 2019.

O fato de as massas remanescentes do milho e da vegetação espontânea apresentarem maiores teores de P e K no dia do corte, em relação às da crotalária e do estilosantes, pode ser resultado do elevado potencial de ciclagem desses nutrientes pela

planta de milho e por algumas plantas das espécies presentes na vegetação espontânea (54% Poaceae); isso, porque seus sistemas radiculares crescem mais em profundidade e com áreas maiores, assim conseguindo extrair P e K das camadas subsuperficiais do solo (SILVA et al., 2017). Os maiores teores de P e K na massa remanescente, aos 180 DAC, no milho e na vegetação espontânea, em relação à crotalaria e ao estilosantes, provavelmente devem-se aos maiores teores iniciais (Figuras 7 e 8). Perin et al. (2010) também encontraram maior teor de P na vegetação espontânea ( $3,75 \text{ g kg}^{-1}$ ) em relação à crotalaria e milho, e até maior do que o do presente estudo, provavelmente, pela diversidade nas espécies de plantas apresentadas nas vegetações espontâneas, além das condições diferentes de fertilidade do solo. O maior teor de K encontrado na massa inicial do milho, em relação à da crotalaria, no dia do corte, coincide com o relatado por Soratto et al. (2012), que encontraram valores de 22,68 e 15,83  $\text{g kg}^{-1}$  no milho e crotalaria, respectivamente.

Os decréscimos acentuados dos teores de K (Figura 8) apresentados pelos adubos verdes entre 0-45 DAC são decorrentes do fato de o nutriente não apresentar nenhuma ligação com os componentes estruturais do tecido vegetal, além de formar ligações fracas de fácil reversibilidade com complexos orgânicos. Assim, logo após o corte das plantas dos adubos verdes, quando iniciaram seu processo de decomposição, ocorreu rompimento das membranas do tecido vegetal, o que conseqüentemente propiciou a rápida liberação do nutriente. Outro fator que pode ter auxiliado a rápida liberação do K foi a precipitação de 261,6 mm (Figura 2), que ocorreu entre 0-45 DAC, que provavelmente removeu sua fração solúvel. Após a rápida liberação de K até os 45 DAC, houve tendência de redução na taxa de liberação desse nutriente, provavelmente, pela baixa concentração restante nos tecidos vegetais (MALAVOLTA et al., 1997; MARSCHNER, 2012) (Figura 8). Após o corte dos adubos verdes o material vegetal remanescente apresentou decréscimo acentuado no teor de K, ou seja, ocorreu rápida liberação do nutriente para o meio; esse decréscimo coincidiu com o relatado por Crusciol et al. (2008), Teixeira et al. (2011) e Mauad et al. (2013), quanto à sua rápida liberação.

## **4.2 Pimenta rosa**

### **4.2.1 Crescimento de plantas**

A altura de plantas e o índice de clorofila das plantas de pimenta rosa foram influenciados significativamente pela interação épocas de avaliação, adubos verdes e

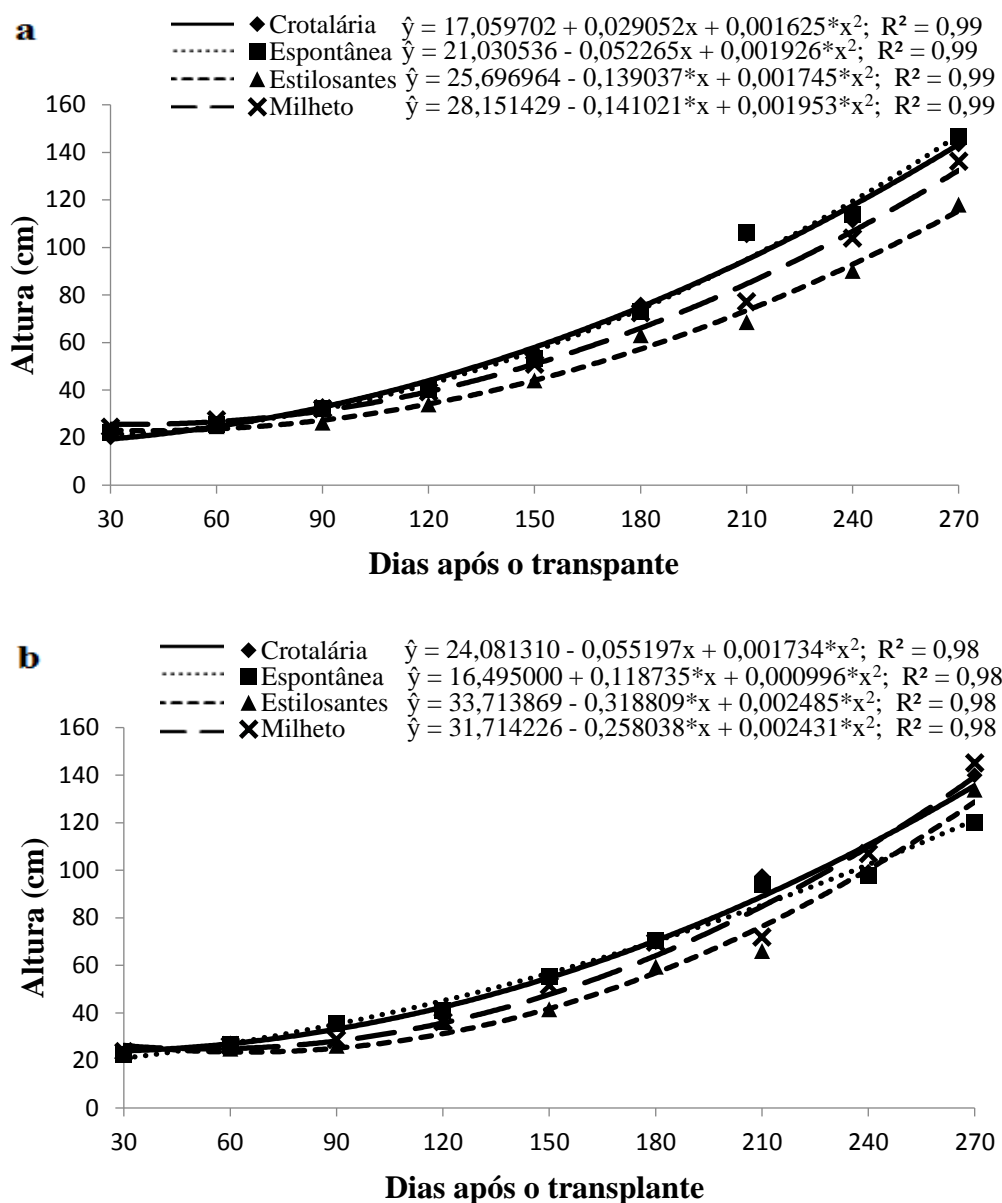
bokashi; enquanto que o diâmetro do caule foi influenciado significativamente pelas épocas de avaliação e pelos adubos verdes de forma isolada (Quadro 3).

**QUADRO 3** – Resumo da análise de variância das características avaliadas no crescimento das plantas de pimenta rosa cultivadas em sucessão a adubos verdes e com aplicação de bokashi. UFGD, Dourados – MS, 2019.

Fontes de Variação	Quadrado Médio			
	GL	Altura	Diâmetro	Índice de clorofila
Blocos	3	4.045,93112*	162,48885*	802,63119*
Adubos verdes (AV)	3	1.708,73464*	8,84593 ns	83,65671*
Bokashi	1	167,15537 ns	0,00004 ns	57,22717*
AV*bokashi	3	183,43957*	5,54405 ns	34,75017*
Erro A	21	52,27630	2,09569	4,32227
Épocas	8	48.617,05824*	1.568,97811*	1.644,37845*
Épocas*AV	24	257,49093*	1,69620 ns	58,08895*
Épocas*bokashi	8	58,50162 ns	0,28822 ns	12,71541*
Épocas*AV*bokashi	24	108,39419*	2,87179 ns	10,03488*
Resíduo	192	35,90108	2,13454	3,64223
C.V. (%) Erro A	-	11,57	15,50	4,01
C.V. (%) Resíduo	-	9,59	15,64	3,68

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo. G.L – grau de liberdade.

A altura das plantas de pimenta rosa apresentou crescimento quadrático (Figura 9), sendo a maior altura (147,32 cm) das plantas cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e com aplicação de bokashi, aos 270 dias após o transplante (DAT), seguidas das cultivadas em sucessão à crotalária e com aplicação de bokashi (143,37 cm), milho e sem aplicação de bokashi (139,25 cm), crotalária e sem aplicação de bokashi (135,59 cm), milho e com aplicação de bokashi (132,45 cm), estilosantes e sem aplicação de bokashi (128,79 cm), vegetação espontânea e sem aplicação de bokashi (125,16 cm). As plantas que foram cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e com aplicação de bokashi tiveram alturas maiores em 27,69% (31,95 cm) do que das plantas cultivadas em sucessão ao estilosantes e com aplicação de bokashi, que tiveram o menor valor, de 115,37 cm (Figura 9).



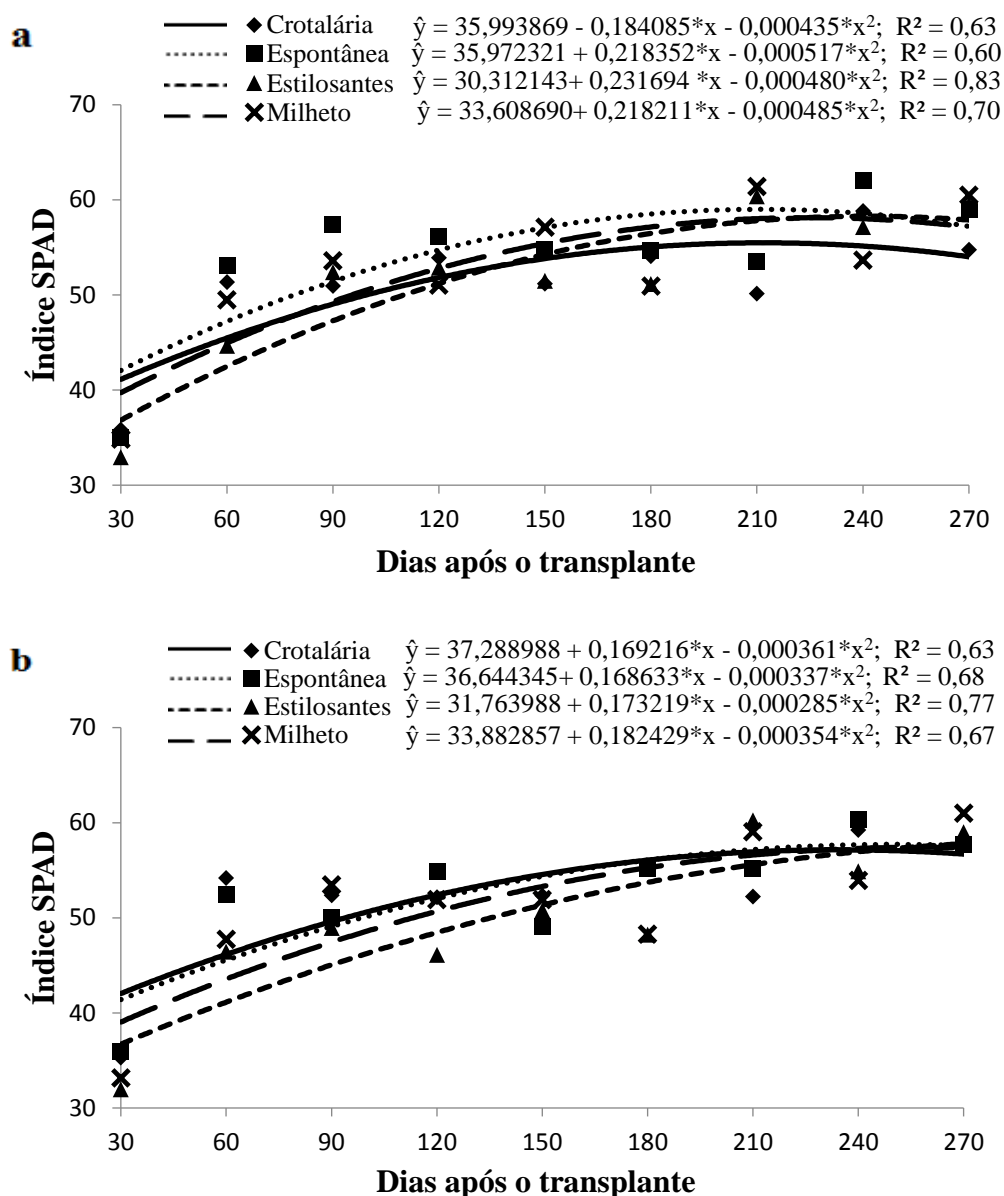
**FIGURA 9** – Altura das plantas de pimenta rosa, cultivadas em sucessão a adubos verdes, com (a) ou sem (b) aplicação de bokashi. \*Significativo a 5% de probabilidade. UFGD, Dourados – MS, 2019.

A maior altura das plantas de pimenta rosa (Figura 9a) cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e com aplicação de bokashi pode estar relacionada a uma simbiose entre a cobertura do solo e o condicionador do solo, visto que, na ausência da aplicação de bokashi as alturas (Figura 9b) foram inferiores em 17,71%. Esse resultado provavelmente relaciona-se ao fato de que a cobertura da vegetação espontânea pode ter favorecido a multiplicação dos microrganismos benéficos às plantas de pimenta rosa (GUIMARÃES et al., 2017), além de atuar na melhoria da qualidade microbiológica e química do solo pela aplicação de bokashi (SCOTTON et al., 2017).

A menor altura das plantas de pimenta rosa (Figura 9a) decorrente da sucessão ao estilosantes e da aplicação de bokashi pode estar relacionada à pequena produção de massa seca pelo adubo verde, pois com menor cobertura do solo, os microrganismos fornecidos pela aplicação de bokashi podem não ter tido condições favoráveis para seu pleno desenvolvimento (GUIMARÃES et al., 2017). Além disso, a menor cobertura do solo pode ocasionar redução das melhorias físicas (CARDOSO et al., 2014) e químicas do solo que estão relacionadas aos teores de nutrientes do material vegetal (SORATTO et al., 2012). Moreira et al. (2016) encontraram valores inferiores para a altura de plantas de pimenta rosa aos 270 DAT, ao estudarem sua sucessão aos adubos verdes mucuna preta e feijão de porco, as quais foram de 109,75 e 105,76 cm, respectivamente.

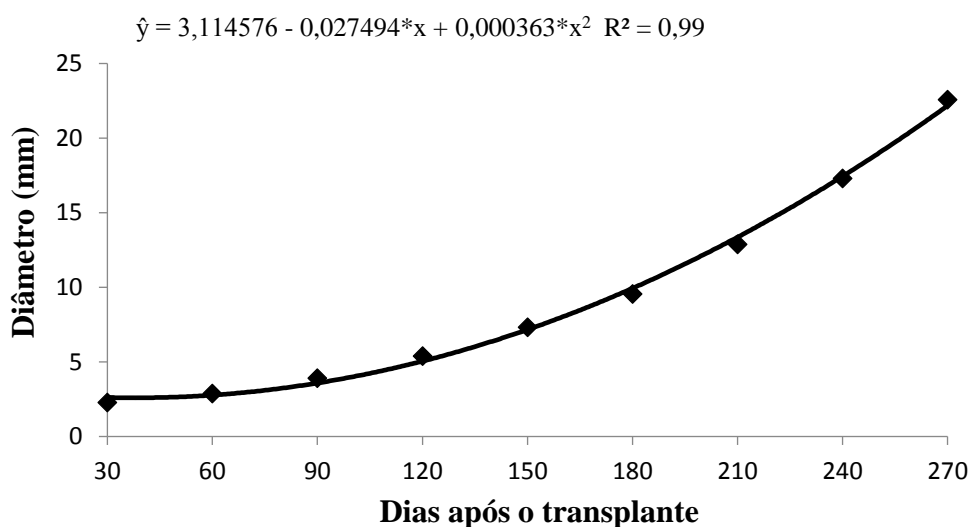
Os índices de clorofila (SPAD) apresentaram curvas de crescimento quadráticas ao longo do ciclo de cultivo das plantas de pimenta rosa, sendo semelhantes quando cultivadas em sucessão à vegetação espontânea, estilosantes e milho, sendo que os maiores índices foram observados onde houve aplicação de bokashi, perfazendo valores máximos de 59,03; 58,27; 58,15, respectivamente, aos 211, 241 e 225 DAT das mudas de pimenta rosa (Figura 10a). Na ausência de bokashi, o menor índice de clorofila (57,11) foi observado nas folhas das plantas de pimenta rosa cultivadas em sucessão à crotalária (Figura 10b). Maiores índices de clorofila podem ser resultado das melhorias biológicas (PENTEADO, 2003), além do fornecimento de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) ao solo (CASTRO et al., 2016); entretanto, no presente estudo os índices ficaram próximos, fato esse que pode estar relacionado à metodologia de coleta, não existindo uma folha diagnóstica para a espécie.

Os menores índices de clorofila (Índice SPAD) das folhas das plantas de pimenta rosa foram observados no início do ciclo de cultivo, aos 30 DAT. Esse fato pode estar relacionado ao estresse pós transplante das mudas para o campo, o qual provavelmente dificultou a absorção de N e outros nutrientes pelas suas raízes, consequentemente diminuindo o acúmulo de N, além de outros nutrientes nas folhas, nas primeiras avaliações (DAIE, 1996). A determinação do índice de clorofila é baseado na cor verde da folha, destacando-se como importante parâmetro para avaliar o estado de N da planta em tempo real (GIL et al., 2002), por haver correlação positiva entre a intensidade da cor verde e a concentração de N na folha (FONTES, 2014).



**FIGURA 10** – Índice de clorofila das folhas de plantas de pimenta rosa cultivadas em sucessão a adubos verdes, com (a) ou sem (b) aplicações de bokashi. \*Significativo a 5% de probabilidade. UFGD, Dourados – MS, 2019.

O diâmetro dos caules na altura do coleto das plantas de pimenta rosa apresentou curva de crescimento quadrático (Figura 11), sendo o maior (22,15 mm) constatado aos 270 DAT, independentemente do tipo de adubo verde e aplicação de bokashi (Figura 11), prevalecendo as características da espécie para esse órgão, considerando-se o ciclo curto avaliado da planta (TAIZ et al., 2017).



**FIGURA 11** – Diâmetro de caule na altura do coleto de plantas de pimenta rosa. Médias em função dos adubos verdes e uso de bokashi foram agrupadas. \*Significativo a 5% de probabilidade. UFGD, Dourados – MS, 2019.

#### 4.2.2 Área foliar e produção de massa das plantas e frutos de pimenta rosa

A área foliar, massa fresca de folhas e as massas fresca e seca de frutos das plantas de pimenta rosa foram influenciadas significativamente pela interação adubos verdes e bokashi; as massas fresca e seca de caule foram influenciadas significativamente pelos adubos verdes e bokashi de forma isolada; a massa seca de folhas foi influenciada significativamente pelos adubos verdes de forma isolada; e a área foliar específica não foi influenciada pelos fatores em estudo (Quadro 4).



**QUADRO 4** – Resumo da análise de variância da área foliar (AF), área foliar específica (AF<sub>e</sub>), massas frescas de folhas (MFF), caule (MFC) e frutos (MFFR) e massas secas de folhas (MSF), caule (MSC) e frutos (MSFR) de plantas de pimenta rosa, aos 270 DAT, cultivadas em sucessão a adubos verdes e com aplicação de bokashi. UFGD, Dourados – MS, 2019.

Fontes de Variação	Quadrado Médio				
	GL	AF	AF <sub>e</sub>	MFF	MFC
Blocos	-	38.769.977,0*	302,29*	36.247,73*	179.967,72*
Adubos verdes (AV)	3	57.300.408,2*	120,57ns	59.904,57*	56.534,75*
Bokashi	1	142.308,46ns	1,89ns	228,71ns	24.186,25*
AV*bokashi	3	6.939.979,57*	77,08ns	6.266,59*	3.237,93ns
Resíduo	14	1.940.384,71	75,78	1.550,69	4.546,44
C.V. (%)	-	20,24	8,09	17,74	27,71
Fontes de Variação	GL	MFFR	MSF	MSC	MSFR
Blocos	-	5.357,75*	3.523,24*	63.711,8*	1.537,99*
AV	3	3.021,77*	5.382,16*	19.915,8*	753,69*
Bokashi	1	2.434,28*	77,16ns	8.615,58*	642,82*
AV*bokashi	3	1.503,31*	511,72ns	1.398,43ns	327,48*
Resíduo	14	252,73	193,22	1.400,14	70,99
C.V. (%)	-	36,05	21,41	25,80	40,22

(\*) significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo. G.L – grau de liberdade.

As maiores áreas foliares e massas frescas de folhas das plantas de pimenta rosa foram das cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e com aplicação de bokashi. O contrário aconteceu quando se compararam entre os adubos verdes, que foram significativamente diferentes, sendo os valores obtidos com as plantas cultivadas em sucessão à crotalária, estilosantes e principalmente ao milheto, que apresentaram os menores valores com o uso de bokashi (Tabela 2). Esses resultados podem estar relacionados às melhorias biológicas do solo, propiciadas pelas diferentes espécies de adubos verdes, sendo que a vegetação espontânea, por possuir diferentes espécies de plantas em seu arranjo estrutural (Tabela 1), pode ter favorecido a maior diversidade de microrganismos nativos do solo, além de poder ter melhorado as condições para a multiplicação dos microrganismos fornecidos pelo bokashi (GUIMARÃES et al., 2017). Por sua vez, esses microrganismos podem estar relacionados às melhorias químicas e biológicas do solo, uma vez que irão atuar sobre a matéria orgânica, podendo produzir

vitaminas, aminoácidos e polissacarídeos (CASTRO et al., 2016), além de auxiliar na disponibilidade de nutrientes como N e P (PENTEADO, 2003), que são importantes para promoção de expansão e crescimento foliar (MARCHNER, 2012). A área foliar específica não foi influenciada pelos tratamentos, sendo, em média, de 93,27 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>.

**TABELA 2** – Área foliar, massas frescas (MF) de folhas e frutos e massa seca (MS) de frutos de plantas de pimenta rosa aos 270 DAT, cultivadas em sucessão a adubos verdes e com aplicação de bokashi. UFGD, Dourados – MS, 2019.

Atributos	Bokashi	Adubos verdes			
		Milheto	Estilosantes	Crotalária	Espontânea
Área foliar (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	Com	4.709,60 Ab	5.482,11 Ab	4.818,00 Ab	11.975,04 Aa
	Sem	6.766,07 Ab	6.504,00 Ab	5.098,06 Ab	9.710,24 Ba
C.V (%)		20,24			
MF folhas (g planta <sup>-1</sup> )	Com	152,54 Ab	166,34 Ab	171,75 Ab	386,46 Aa
	Sem	166,57 Ab	207,16 Ab	209,27 Ab	315,46 Ba
C.V (%)		17,24			
MF frutos (g planta <sup>-1</sup> )	Com	33,75 Ab	21,07 Ab	75,62 Aa	80,82 Aa
	Sem	34,37 Ab	23,65 Ab	22,80 Bb	55,50 Ba
C.V (%)		36,05			
MS frutos (g planta <sup>-1</sup> )	Com	18,15 Ab	9,75 Ab	34,97 Aa	40,32 Aa
	Sem	19,90 Aa	10,30 Aa	11,32 Ba	22,85 Ba
C.V (%)		40,22			

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas nas colunas dentro de cada característica e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelos testes t e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Outra possibilidade é as maiores áreas foliares e massas frescas de folhas das plantas de pimenta rosa estarem relacionadas às melhorias físicas do solo, que podem ser decorrentes da grande diversidade de espécies presentes na vegetação espontânea (Tabela 1); por algumas apresentarem raízes longas, ou, de maior volume e extensão (STUMPF et al., 2017), podem melhorar a aeração, porosidade, retenção de água e estruturação do solo (CARDOSO et al., 2014). Consequentemente, com as melhorias dos atributos físicos do solo, as plantas de pimenta rosa provavelmente conseguiram desenvolver mais suas raízes, absorvendo nutrientes das camadas mais subsuperficiais do solo (DOMUKOSKI

et al., 2014). Por sua vez, os nutrientes absorvidos podem melhorar os processos fisiológicos das plantas e auxiliar no maior crescimento em área foliar (TAIZ et al., 2017).

Os valores encontrados de área foliar das plantas de pimenta rosa são maiores do que os encontrados por Carnevali et al. (2015), que ao utilizarem cama de frango e Organosuper em cobertura do solo, encontraram valores de áreas foliares de pimenta rosa de 4.205,93 e 2.704,00 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Os menores valores encontrados por esses autores podem estar relacionados à menor idade das plantas de pimenta rosa em seu estudo (240 DAT), além das diferenças nas características físicas e biológicas do solo, já que os resíduos orgânicos em seu estudo apresentavam menores relações C/N (cama de frango = 14; Organosuper = 10) e conseqüentemente menor persistência de seu resíduo sobre o solo (PEREIRA et al., 2016).

As maiores massas fresca e seca de frutos foram das plantas de pimenta rosa cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e com aplicação de bokashi, diferindo significativamente das massas obtidas na sucessão ao milho e ao estílo. Na ausência da aplicação de bokashi, as maiores massas fresca e seca de frutos das plantas de pimenta rosa também foram nas plantas cultivadas em sucessão à vegetação espontânea; porém, somente a massa fresca diferiu significativamente em relação à sucessão aos demais adubos verdes (Tabela 2).

As maiores massas frescas e secas de frutos das plantas de pimenta rosa podem estar relacionadas às melhorias físicas – como porosidade, aeração, retenção de água e estruturação propiciadas por parte das raízes longas e volumosas de algumas Poaceae presentes na vegetação espontânea (CARDOSO et al., 2014; STUMPF et al., 2017), bem como químicas por parte da crotalaria, que destacou-se por possuir elevado teor de N em seu material vegetal (Figura 6). As melhorias físicas e químicas do solo destacam-se como fatores importantes para a produtividade final das plantas, podendo resultar em maior disponibilidade e conseqüentemente absorção de nutrientes pelas raízes das plantas. Os nutrientes serão usados no metabolismo e atuarão na produção de fotoassimilados, que por sua vez serão translocados aos frutos, podendo promover maior produtividade dos frutos (CARDOSO et al., 2014).

As maiores produções de massa seca de frutos das plantas de pimenta rosa, quando cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e com aplicação de bokashi, ainda podem ser conseqüência de maior área foliar das plantas na presença do biofertilizante. Com maior área foliar a planta pode ter maior taxa fotossintética, o que favorece o acúmulo e translocação de fotoassimilados para os frutos, resultando assim em maior

produtividade (BHERING et al., 2013). As plantas de pimenta rosa cultivadas em sucessão à vegetação espontânea, independente ou não do uso de bokashi tiveram massa seca de frutos (Tabela 2) superiores às citadas por Moreira et al. (2016), que obtiveram média de 13,5 g planta<sup>-1</sup>, quando cultivadas em sucessão ao adubo verde mucuna preta.

As maiores massas fresca e seca de caule e seca de folhas das plantas de pimenta rosa foram das cultivadas em sucessão à vegetação espontânea (Tabela 3). Esse fato pode estar relacionado às melhorias físicas do solo (CARDOSO et al., 2014), resultantes do uso da vegetação espontânea, já que a presença de aproximadamente 54 % de plantas das Poaceae (Tabela 1) podem ter favorecido a areação, porosidade e estruturação do solo, devido ao seu maior volume de raízes. Por sua vez, essas melhorias contribuem no processo de absorção de água e nutrientes para as plantas de pimenta rosa (PERIN et al., 2006), processos esses essenciais para o desenvolvimento de seus tecidos (NUNES, et al., 2016).

**TABELA 3** – Massa fresca (MF) de caule e massas secas (MS) de caule e folhas de plantas de pimenta rosa aos 270 DAT, cultivadas em sucessão a adubos verdes. Médias em função do uso de bokashi foram agrupadas. UFGD, Dourados – MS, 2019.

Atributos (g planta <sup>-1</sup> )	Adubos verdes				C.V. (%)
	Milheto	Estilosantes	Crotalária	Espontânea	
MF de caule	202,55 b	196,32 b	202,12 b	369,29 a	27,71
MS de caule	122,65 b	114,58 b	123,34 b	219,66 a	25,80
MS de folhas	52,49 b	54,78 b	48,78 b	103,66 a	21,41

\*Médias seguidas da mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As massas fresca e seca de caule das plantas de pimenta rosa foram maiores sem a aplicação de bokashi, independente da sucessão aos adubos verdes (Tabela 4). Fato esse que diverge dos demais dados de crescimento da planta com o uso do biofertilizante, podendo estar relacionado ao maior gasto de energia para produção de massa fresca de folhas e massas fresca e seca de frutos, em detrimento da menor massa de caule (TAIZ et al., 2017). Caules de pimenta rosa mais bem desenvolvidos são desejáveis pelo fato de se utilizar sua casca na fitoterapia, pois quanto mais caules, maior será o rendimento de casca (LÚCIO et al., 2017). O decocto da casca é usado para tratar cervicites e corrimento genital; além de que seu alto teor de taninos e óleo essencial possibilita sua ação antimicrobiana (SALES et al., 2016).

**TABELA 4** – Massas fresca (MF) e seca (MS) de caule de plantas de pimenta rosa aos 270 DAT, cultivadas com aplicação do biofertilizante bokashi. Médias em função dos adubos verdes foram agrupadas. UFGD, Dourados – MS, 2019.

Atributos (g planta <sup>-1</sup> )	Bokashi		C.V. (%)
	Com	Sem	
MF de caule	215,83 b	270,81 a	27,71
MS de caule	128,65 b	161,46 a	25,80

\*Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

## 5 CONCLUSÕES

As plantas da pimenta rosa produziram mais massa de folhas e frutos quando cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e com aplicação de bokashi.

A maior massa de caule – um órgão usado na fitoterapia – das plantas da pimenta rosa foram daquelas cultivadas em sucessão à vegetação espontânea e menor quando se usou bokashi.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. Histórico da adubação verde. In: CARVALHO, A. M.; AMABILI, R. F. **Cerrado: adubação verde**. 1. ed. Planaltina: Embrapa Cerrado. 2006, p. 23-37.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas** (noções básicas). Jaboticabal: FUNEP, 2003, 41 p.
- BERTOLDI, M. C. **Atividade antioxidante in vitro da fração fenólica, das oleorresinas e do óleo essencial de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BHERING, A. S.; PUIATTI, M.; OLIVEIRA, N. L. C.; CECON, P. R. Desfolha e posição do fruto em meloeiro cv. Don Luis, cultivado em ambiente protegido. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 66-71, 2013.
- BRITO, M. F.; TSUJIGUSHI, B. P.; ROCHA, D. P.; SILVA, R. F. Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 6, n. 3, p. 11-21, 2017.
- BUNCE, J. A.; ZISKA, L. H. Crop Ecosystem Responses to Climatic Change: Crop/Weed Interactions. In: REDDY, K. R.; HODGES, H. F. **Climate change and global crop productivity**. eds. Mississipi: CAB International, 2000. p. 337-338.
- CARDOSO, R. A.; BENTO, A. S.; MORESKI H. M.; GASPAROTTO, F. Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 51-60, 2014.
- CARNEVALI, T. O.; VIEIRA, M. C.; CARNEVALI, N. H. S.; GONÇALVES, W. V.; ARAN, H. D. V. R.; HEREDIA ZÁRATE, N. A. Adubos orgânicos na produção de biomassa de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Cadernos de Agroecologia**, Mato Grosso do Sul, v. 9, n. 4, p. 1-10, 2015.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Colombo: EMBRAPA, 2003. 640 p.
- CASTRO, M. F.; CARVALHO, D. F.; CANEVARI, G. C. Aplicação da técnica de fermentação bokashi na Univiçosa (unidade 3, São José do Triunfo -MG). **Revista Científica Univiçosa**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 110-115, 2016.

CAVALCANTE, V. S.; BARBOZA, J. T. V.; COSTA, L. C.; SANTOS, V. R.; SANTOS, M. J. N. Produção de adubos verdes e a utilização dos resíduos no cultivo da cebolinha. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 24-31, 2015.

CONDÉ, V. F.; OLIVEIRA, D. M. F.; OLIVEIRA, J. E. Z. Incidência e severidade de hérnia das crucíferas em repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) em solo tratado com biofertilizante tipo Bokashi. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 07 – 15, 2017.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2 p. 481-489, 2008.

DAIE, J. Metabolic adjustments, assimilate partitioning, and alterations in source-sink relations in drought-stressed plants. In: ZAMSKY, E.; SCHAFFER, A. A. **Photoassimilate distribution in plants and crops**. 11. ed. New York: Marcel Dekker. 1996, p. 407-420.

DIAS-FILHO, M. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 65-68, 2002.

DOMUKOSKI, J. F.; COSTA, A. C. T.; LÁZARO, R. L. Produção de biomassa do milho em função do espaçamento entrelinhas e da densidade de semeadura. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 13, n. 2, p. 152-160, 2014.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R.C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000.

FERREIRA, M. B.; COSTA, N. M. S. **O gênero Stylosanthes Sw. no Brasil**. 1. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1979. 108 p.

FOLONI, J. S. S.; CATUCHI, T. A.; BARBOSA, A. M.; CALONEGO, J. C.; TIRITAN, C. S. Acúmulo de nutrientes e relação C/N em diferentes estádios fenológicos do milho submetido à adubação nitrogenada. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista, v. 10, n. 1, p. 1-9, 2016.

FONTES, P. C. R. Mineral nutrition of vegetable crops: horizons and challenges for an agronomist. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 247-253, 2014.

FREIRES, I. A.; ALVES, L. A.; JOVITO, V. C.; ALMEIDA, L. F. D.; CASTRO, R. D.; PADILHA, W. W. N. Atividades antibacteriana e antiaderente in vitro de tinturas de *Schinus terebinthifolius* (aroeira) e *Solidago microglossa* (arnica) frente a bactérias formadoras do biofilme dentário. **Odontologia Clínico-Científica**, Recife, v. 9, n. 2, p. 139-143, 2010.



GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FERREIRA, F. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.

GUIMARÃES, N. F.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A.; MENEGHIN, S. P.; SOUZA, M. D. B.; MORINIGO, K. P. G. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 1, p. 34-44, 2017.

JOHANN, S.; PIZZOLATTI, M. G.; DONNICI, C. L.; RESENDE, M. A. Antifungal properties of plants used in Brazilian Traditional Medicine against clinically relevant fungal pathogens. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n. 4, p. 632-637, 2007.

KIM, S. Y.; LEE, C. H.; GUTIERREZ, J.; KIM, P. J. Contribution of winter cover crop amendments on global warming potential in rice paddy soil during cultivation. **Plant and Soil**, Berlim, v. 366, n. 1-2, p. 273-286, 2013.

KORIN Agricultura Natural. **Bokashi** (2019). [Acessado em: 10 jun. 2019]. Disponível em: <http://www.korin.com.br/produtos/insumos/bokashi/>.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Characterization of the functional reproductive system of the pink-pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 198-201, 2004.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 577 p.

LUCENA, P. L.; RIBAS FILHO, J. M.; MAZZA, M.; CEZCZKO, N. G.; DIETZ, U. E.; NETO, M. A. C.; HENRIQUES, G. S.; SANTOS, J.; CESCHIN, A. P.; THIELE, E. S. Evaluation of the aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) in the healing process of surgical incision in the bladder of rats. **Acta cirúrgica brasileira**, v.21, n. 2, p.46-51, 2006.

LÚCIO, A. A.; MACHADO, A. C.; MOREIRA, R. R. D.; SALGUEIRO, L.; CAVALEIRO, C. F. M. Determinação da composição química do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira da-praia). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, Araraquara, v. 38, n. 1, p. 1, 2017.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, M. S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; BENDER, K. S.; BUCKLEY, D. H.; STAHL, D. A. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. 1032 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3. ed. Amsterdam: Elsevier, Academic Press, 2012. 684 p.

MARTINEZ, C. A.; BIANCONI, M.; SILVA, L.; APPROBATO, A.; LEMOS, M.; SANTOS, L. Moderate warming increases PSII performance, antioxidant scavenging systems and biomass production in *Stylosanthes capitata* Vogel. **Environmental and Experimental Botany**, Greenburgh, v. 102, n. 7, p. 58-67, 2014.

MAUAD, M.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; HEINZ, R.; GARBIATE, M. V. Straw persistence and nutrient release from crambe abyssinica according to the time of management. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 56, n. 1, p. 53-60, 2013.

MOREIRA, D. G.; VIEIRA, M. C.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; CARNEVALI, T. O.; TORALES, E. P.; TABALDI, L. A.; LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M. Produtividade de vinagreira, pimenta rosa e carobinha cultivadas em sucessão a mucuna preta e feijão de porco. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 326-335, 2016.

MOUSTAFA, A. M. Y. Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of *Schinus terebenthifolius* of Egyptian origin. **International Journal of Essential Oil Therapeutics**, Durham, v. 1, n. 16, p. 91-95, 2007

NUNES, A. R. A.; FERNANDES, A. M.; LEONEL, M.; GARCIA, E. L.; MAGOLBO, L. A.; CARMO, E. L. Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandioquinha-salsa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 2, p. 242-247, 2016.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; FREITAS, S. P.; ESPINDOLA, J. A. A. Aspectos fitossociológicos e manejo de plantas espontâneas utilizando espécies de cobertura em cafeeiro Conilon orgânico. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 605-618, 2010.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**. 1. ed. Viçosa: Gráfica Impress, 2003. 235 p.

PEREIRA, N. S.; SOARES, I.; MIRANDA, F. R. Decomposição e liberação de nutrientes por espécies de leguminosas utilizadas como adubo verde no agropólo Jaguaribe-Apodi, CE. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 6, p. 970-975, 2016.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; CECON, P. R.; GUERRA, J. G. M.; FREITAS, G. B. Sunnhemp and millet as green manure for tropical mayze production. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 5, p. 453-459, 2006.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; CABALLERO, S. S. U.; GUERRA, J. G. M.; GUSMÃO, L. A. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalária e milho solteiros e consorciados. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 2, p. 274-281, 2010.

PINTO, L. P.; KORBER, A. H. C.; NEIVERTH, A.; TAMKE, R.; RECKZIEGEL, J. E.; FIDLE, K. Aplicação de diferentes doses de adubo orgânico do tipo bokashi em duas variedades de alface *Lactuca sativa* L. **Revista Desafios**, Palmas, v. 4, n. 4, p. 1-7, 2017.

QUEIRES, L. C.; CRÉPIN, M.; VACHEROT, F.; TAILLE, A.; RODRIGUES, L. E. In vitro effects of polyphenols extracted from the aroeira plant (*Schinus terebinthifolius* Raddi) on the growth of prostate cancer cells (Lncap, Pc-3 and Du145). **Brazilian Journal of Medicine and Human Health**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 71-82, 2013.

ROTZ, C. A. Field curing of forages. In: MOORE, K. J., KRAL, D. M., VINEY, M. K. **Post-harvest physiology and preservation of forages**. eds. Madison: American Society of Agronomy Inc., 1995, p. 39-66.

SALES, M. D. C.; SARTOR, E. B.; GENTILLI, R. M. L. Etnobotânica e Etnofarmacologia: Medicina Tradicional e Bioprospecção de Fitoterápicos. *Salus Journal Health Sciences*, Vitória, v. 1, n. 1, p. 17-26, 2016.

SANTOS, A. C. A.; ROSSATO, M.; SERAFINI, L. A.; CRIPPA, L. B.; SARTORI, V. C.; DELLACASSA, E.; MOYNA, P. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 154-159, 2010.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa solos. 5. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2018. 306 p.

SCHMOURLO, G.; ANKLI, A.; HEINRICH, M.; BORK, P. Screening of antifungal agents using ethanol precipitation and bioautography of medicinal and food plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 96, n. 3, p. 563-568, 2005.

SCOTTON, J. C.; PEREIRA, J. S.; CAMPOS, A. A. B.; PINTO, D. F. P.; COSTA, W. L. F.; HOMMA, S. K. Different sources of inoculum to the bokashi provides distinct effects on the soil quality. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 7, n. 3, p. 32-38, 2017.

SILVA, K. F.; MENEZES, F. M. N.; OLIVEIRA, M. F.; SILVA, N. L.; GUEDES, F. L.; POMPEU, R. C. F. F.; SOUZA, H. A. Produção, clorofila e eficiência do uso da água em milho cultivado em solo de área degradada. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 573-584, 2015.

SILVA, M. A.; AREVALO JÚNIOR, J. C.; COSTA, G. D.; LIMA, D. S. F.; ALMEIDA, L. M. F.; MATSUMOTO, L. S. Produção de diferentes forrageiras durante o outono na região norte do Paraná. **Revista Acadêmica de Ciência Animal**, Bandeirantes, v. 15, n. 2, p. 373-374, 2017.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; NETO, J. F.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalaria e milho, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1462-1470, 2012.

STUMPF, L.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S.; FERNANDES, F. F.; DA SILVA, T. S.; AMBUS, J. V. Gramíneas perenes e sua relação com a recuperação de atributos físicos de um solo degradado construído. **Interciencia**, Caracas, v. 42, n. 2, p. 101-107, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Artmed: Porto Alegre, 2017. 888 p.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 867-876, 2011.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 635-643, 2011.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. eds. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 59-167.