



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
INSTITUTO DE SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL  
BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

**LORENA MAUÉS MORAES**

**CRESCIMENTO INICIAL DE *Panicum maximum* SOB A INFLUÊNCIA DE  
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA E DA INOCULAÇÃO COM *Burkholderia  
pyrrocinia***

**BELÉM  
2019**

LORENA MAUÉS MORAES

**CRESCIMENTO INICIAL DE *Panicum maximum* SOB A INFLUÊNCIA DE  
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA E DA INOCULAÇÃO COM *Burkholderia  
pyrocinia***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenadoria do curso de Zootecnia, pertencente  
ao Instituto da Saúde e Produção Animal da  
Universidade Federal Rural da Amazônia, como  
parte final das exigências para a obtenção do título  
de Bacharel em Zootecnia

Área de concentração: Forragicultura

Orientador: Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Felipe Nogueira  
Domingues

**BELÉM  
2019**

---

Moraes, Lorena Maués

Crescimento inicial de *Panicum maximum* sob a influência de profundidades de semeadura e da inoculação com *Burkholderia pyrocinia*. / Lorena Maués Moraes. – Belém, 2019.  
29 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) –  
Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva.

1. *Panicum maximum* – Semeadura. 2. *Burkholderia pyrocinia* – Bactérias Promotoras de Crescimento. 3. Microbiolização de Sementes. 4. Plantas Forrageiras – Plantio de Sementes. 5. Rizobactérias. I. Silva, Thiago Carvalho da (orient.) II. Título

---

CDD – 584.9

LORENA MAUÉS MORAES

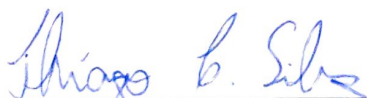
**CRESCIMENTO INICIAL DE *Panicum maximum* SOB A INFLUÊNCIA DE  
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA E DA INOCULAÇÃO COM *Burkholderia  
pyrrocinia***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do curso de Zootecnia, pertencente ao Instituto da Saúde e Produção Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte final das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia. Área de concentração: Forragicultura.

19 / 02 / 2019

**Data da Aprovação**

Banca Examinadora:



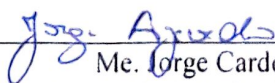
Orientador

Dr. Thiago Carvalho da Silva  
Universidade Federal Rural da Amazônia



Membro 1

Dra. Gisele Barata da Silva  
Universidade Federal Rural da Amazônia



Membro 2

Me. Jorge Cardoso de Azevedo  
Universidade Federal Rural da Amazônia

Ao meu avô José de Sena Maués (in memorian),  
com amor e saudades. Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem que me foi concedida durante toda esta longa caminhada, sem a sua ajuda nada disso seria possível.

À minha mãe Iracema Moraes que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me dando forças nos momentos difíceis de desânimo e cansaço.

Ao meu pai Jorge Moraes que batalhou por anos para proporcionar a melhor educação para suas filhas e detentor da frase: “A herança que vou deixar para minhas filhas será a educação” que levarei para toda a minha vida. O sr. foi meu maior incentivador, pai.

Às minhas irmãs, Letícia e Luciana, por todo apoio que tive durante a graduação e em especial à Luciana que não me desamparou nas horas em que mais precisei de ajuda para a realização deste trabalho.

Aos meus animais de estimação, pelo amor incondicional e gestos de carinho que recebi nos momentos de alívio de estresse.

À minha melhor amiga Luana Aires, que me consolou nos momentos em que eu pensei em desistir e a sua ajuda foi imensurável para a realização deste trabalho. Sou muito grata pelo apoio, pelo incentivo e por acreditar em mim. Levarei a sua amizade para vida toda.

Às minhas bichas Crislene Monteiro, Amanda Mendonça e Brenda Reis, que foram a minha companhia diária no decorrer da graduação e me proporcionaram momentos incríveis. Eu amo vocês.

Ao meu orientador, Thiago Silva, pela confiança, auxílio e orientação. Obrigada por todo apoio, atenção, disponibilidade e dedicação para a realização e conclusão do trabalho.

Ao professor Felipe Domingues, pela co-orientação que foi muito importante para a execução do projeto.

Aos professores Aníbal e Cristian que me deram a oportunidade de fazer parte do Grupo de Estudos em Ruminantes e Forragicultura da Amazônia - GERFAM. Fazer parte deste grupo me direcionou nas escolhas para a minha carreira.

Às amigas que cultivei ao longo da convivência no GERFAM: Victória, Hélio, Larissa, Nauara e a todos meus companheiros do grupo, em especial aos que me ajudaram de forma direta na execução deste trabalho.

Aos demais professores e colegas que contribuíram para realização deste trabalho e aos meus amigos e familiares que contribuíram de alguma forma para que eu chegasse até aqui.

## RESUMO

A inoculação com bactérias promotoras de crescimento em plantas forrageiras pode ser uma alternativa para auxiliar o crescimento do capim em profundidades mais elevadas. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da *Burkholderia pyrrocinia* (BP) e da profundidade de semeadura (PS) sobre o crescimento inicial de plântulas de capim *Panicum maximum* cultivar Massai. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo 6×2 (6 profundidades de semeadura, com e sem inoculação de *Burkholderia pyrrocinia*) com 6 repetições por tratamento, onde cada repetição correspondeu a uma planta/tubete (275,16 cm<sup>3</sup>). Foram utilizadas as seguintes profundidades de semeadura: 0, 1, 2, 3, 6 e 12 cm. Avaliou-se a porcentagem de germinação (G, %), porcentagem de emergência (E, %), índice de velocidade de emergência (IVE), as características morfométricas: altura de planta, comprimento e largura da lâmina foliar, área foliar e comprimento de raiz e massa de forragem de parte aérea e raiz: massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca e seca da raiz, relação massa seca da parte aérea/raiz, porcentagem de parte aérea e raiz. Não foi observado efeito da interação com BP e PS sobre as variáveis analisadas. Foi observado maior G (%) e E (%) sem o uso de BP, no entanto, observou-se maior IVE com presença da bactéria. Observou-se efeito quadrático da PS para a G (%) e E (%) com a máxima germinação de 80,31% em 5,09 cm e máxima emergência de 77,84% em 4,82 cm e considerável redução das variáveis nas profundidades superficiais e entre o intervalo de 6 a 12 cm, entretanto a semeadura em profundidades entre 2,0 a 5,0 cm possibilitaram condições ambientais propícias para germinação e emergência das plântulas. Houve efeito linear da PS para o IVE, observando aumento da variável à medida que se aumentava a profundidade de semeadura. Não houve alteração das características morfométricas e de massa de forragem de parte aérea e raiz com o uso de PS e BP. Dessa forma, com exceção da velocidade de emergência que é maior com a utilização da bactéria, a inoculação com *Burkholderia pyrrocinia* não afeta a porcentagem de germinação e de emergência, nem as características morfométricas e de massa de forragem. As profundidades de 2,0 a 5,0 cm propiciam condições para maior germinação e emergência das plântulas de *Panicum maximum* cv. Massai, com aumento da velocidade de emergência a medida que se aumenta a profundidade. No entanto, é necessário realizar mais estudos com a *Burkholderia pyrrocinia* em outras espécies forrageiras com intuito de conhecer os efeitos da inoculação sobre o crescimento inicial da gramínea em maiores profundidades.

**Palavras-chave:** Germinação. Integração lavoura-pecuária. Plantas forrageiras. Rizobactérias.

## ABSTRACT

Inoculation of growth promoting bacterium in forage plants may be an alternative to assist grass growth at higher depths. The objective of this study was to evaluate the effect of *Burkholderia pyrrocinia* (BP) and sowing depth (SD) on the initial growth of *Panicum maximum* (Massai cultivate). The experiment was carried out in a greenhouse at the Federal Rural University of Amazônia in Belém, in a completely randomized design in a  $6 \times 2$  double factorial scheme (6 sowing depths, with and without inoculation) with 6 replicates per treatment, where each replicate corresponded to one plant / tube (275.16 cm<sup>3</sup>). The following seeding depths were used: 0, 1, 2, 3, 6 and 12 cm. The percentage of germination (G,%), percentage of emergence (E,%), emergence speed index (ESI), morphometric characteristics: plant height, leaf blade length and width, leaf area and length of root and forage mass of aerial part and root: fresh and dry mass of the aerial part, fresh and dry mass of the root, relation dry mass of the aerial part / root, percentage of aerial part and root was evaluate. No interaction effect was observed with BP and SD on the analyzed variables. It was observed higher G (%) and E (%) without the use of BP, however, it was observed a higher ESI with presence of the bacterium. The quadratic effect of SD for G (%) and E (%) with maximum germination of 80.31% in 5.09 cm and maximum emergence of 77.84% in 4.82 cm and significant reduction of the variables in the superficial depths and between the 6 to 12 cm interval, however the sowing at depths between 2.0 and 5.0 cm provided favorable environmental conditions for germination and emergence of the seedlings. There was a linear effect of SD for ESI, observing increase of variable as sowing depth increased. There was no change in the morphometric and mass characteristics of aerial and root forage with the use of SD and BP. Thus, with the exception of the emergence rate that is higher with the use of the bacterium, inoculation with *Burkholderia pyrrocinia* does not affect the germination and emergency percentage, nor the morphometric and forage mass characteristics. The depths of 2.0 to 5.0 cm provide conditions for greater twinning and emergence of *Panicum maximum* cv. Massai, with increasing emergence speed as the depth increases. However, it is necessary to carry out further studies with *Burkholderia pyrrocinia* on other forage species in order to know the effects of the inoculation on the initial growth of the grass in greater depths.

**Keywords:** Crop and livestock integration. Forage plants. Germination. Rhizobacteria



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Degradação de pastagens.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Profundidade de semeadura.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Bactérias promotoras de crescimento.....</b>	<b>14</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Local e período de experimento.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Teste de germinação inicial das sementes.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Tratamentos e delineamento experimental.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4 Preparo, correção e adubação do solo.....</b>	<b>15</b>
<b>3.5 Microbiolização das sementes.....</b>	<b>16</b>
<b>3.6 Plantio das sementes.....</b>	<b>17</b>
<b>3.7 Variáveis analisadas.....</b>	<b>17</b>
3.7.1 Germinação e emergência.....	17
3.7.2 Características morfométricas.....	18
3.7.3 Massa de forragem de parte aérea e raiz.....	18
<b>3.8 Análise estatística.....</b>	<b>18</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Germinação e emergência.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Características morfométricas.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 Massa de forragem de parte aérea e raiz.....</b>	<b>24</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A degradação de pastagens é resultado principalmente do manejo de pastejo inadequado e a carência de reposição da fertilidade do solo, resultando na menor quantidade e qualidade da forragem produzida afetando negativamente o desempenho animal. Como consequência há o incentivo do desmatamento para formar novas áreas de pastagem, acarretando impactos sobre o desenvolvimento sustentável da produção animal (DIAS-FILHO, 2011). Sendo assim, buscam-se alternativas para recuperação como a intensificação sustentável das pastagens utilizando tecnologias como irrigação, adubação, metas de manejo de pastejo assim como a integração lavoura-pecuária (ILP) (DIAS-FILHO, 2011; CÂNDIDO et al., 2018).

A ILP é uma opção viável para a recuperação de pastagens, pois permite o plantio consorciado de gramíneas com culturas agrícolas, onde interação entre os sistemas potencializa o uso dos ciclos biológicos dos componentes envolvidos, elevando a eficiência no uso dos recursos naturais, com menor impacto sobre o meio-ambiente possibilitando a recuperação e a formação de novos pastos (CÂNDIDO et al., 2018; DIAS-FILHO, 2011; MACEDO, 2009). O consórcio simultâneo pode ocorrer através do atraso no crescimento inicial das gramíneas, para cultura anual se sobressair nos estádios iniciais de seu estabelecimento (PACHECO et al., 2010).

Uma das formas de retardar a emergência das forrageiras em sistemas de ILP seria a semeadura em maiores profundidades. Dessa forma faz-se necessário ter conhecimento dos efeitos de profundidade sobre a emergência das plantas. Pacheco et al. (2010) estudaram as profundidades de semeadura utilizando espécies de *Brachiaria* e *P. maximum*, observando atraso da emergência de 1 a 3 dias, tempo insuficiente para favorecer a cultura anual. Diante disso, o uso de bactérias promotoras de crescimento na formação de pastagens pode possibilitar o crescimento da gramínea em profundidades elevadas favorecendo a cultura anual, além de contribuírem para aumentar a sustentabilidade do sistema já que fixam biologicamente o nitrogênio, podendo diminuir o uso de fertilizantes nas pastagens (GAZOLA et al., 2015).

Essas bactérias se originam da rizosfera, a zona de solo que envolve diretamente o sistema radicular, dentre elas, destacam-se *Azospirillum*, *Pseudomonas* e *Burkholderia*. (BUENO et al., 2017; GAZOLA, 2015; LOPES et al., 2018). Lopes et al. (2018), utilizando a inoculação de *Pseudomonas fluorescens* e *Burkholderia pyrrocinia* em *Brachiaria brizantha* constataram aumento na concentração de nitrogênio, no teor de clorofila, área foliar, número de perfilhos, fotossíntese líquida e produção total de biomassa da gramínea.

Nesse contexto, não há relatos do uso de *B. pyrrocinia* em forrageiras do gênero *Panicum maximum* cv. Massai. Assim, *Burkholderia pyrrocinia* e a profundidade de semeadura podem ter influência no crescimento inicial de *Panicum maximum* assim como podem melhorar ou potencializar essa mesma fase, acarretando a recuperação de pastagens degradadas, o que resulta no aumento da produção de forragem na região. Portanto, o estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da *Burkholderia pyrrocinia* e da profundidade de semeadura sobre o crescimento inicial de plântulas de capim *Panicum maximum* cultivar Massai.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Degradação de pastagens

Pastagens em degradação são aquelas que tornam-se incapazes de sustentar a produção exigida pelos animais, pois encontram-se em um processo de degeneração e baixa produtividade forrageira, perdendo a habilidade de resistir às pragas, doenças e plantas invasoras e como consequência, ocasiona prejuízos financeiros ao produtor e ao meio ambiente, comprometendo a sustentabilidade da produção animal (DIAS-FILHO, 2011; MACEDO, 2009).

Dentre as principais causas da degradação das pastagens destacam-se o incorreto manejo animal como o uso de taxa de lotação acima da capacidade de suporte da pastagem, diminuindo a produtividade das forrageiras; manejo incorreto da pastagem como a ausência de adubação periódica do solo; falhas na formação de pastagens como preparo incorreto do solo, uso de espécies forrageiras impróprias para as condições climáticas da região, utilização de sementes com baixa porcentagem de germinação; e a infestação de pragas e doenças (DIAS-FILHO, 2011; MACEDO, 2009; SILVA, 2018).

Uma das alternativas para solucionar essa problemática, é a implantação da ILP que mostra-se ser uma solução viável para a recuperação de pastagens degradadas, pois potencializa a pecuária permitindo o uso mais eficiente dos insumos utilizados no sistema, com menor dano ao meio ambiente, além do produtor garantir a alimentação dos animais em época de escassez de alimentos (DIAS-FILHO, 2011; SILVA 2018). Garcia et al. (2013), utilizando o consórcio de milho com *Panicum* e *Brachiaria* verificaram que, após o consórcio simultâneo com o milho, houve maior produção de matéria seca para a cultivar Mombaça, não tendo influência sob o teor de nitrogênio foliar, os componentes de produção e a produtividade de grãos de milho, demonstrando que o sistema de ILP é uma opção válida.

De acordo com Crusciol et al. (2009), o consórcio entre plantas forrageiras e lavouras produtoras de grãos se dá por meio da semeadura simultânea das culturas, semeadas na mesma linha concomitante com a adubação ou na entrelinha sem o uso de fertilizantes. A cultura anual se sobressai em seu estabelecimento inicial por conta do atraso da gramínea com o uso de herbicidas ou em profundidades mais elevadas (BORGHI e CRUSCIOL, 2007). No entanto, a semeadura das sementes das gramíneas em maiores profundidades pode gerar condições desfavoráveis para a sua germinação e emergência. Devido a isso, diversos autores desenvolveram estudos para encontrar a profundidade ideal de semeadura de espécies forrageiras sem prejudicar seu crescimento inicial.

## 2.2 Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura possui influência na germinação e emergência da forrageira, pois sementes depositadas em profundidades muito elevadas podem resultar na dificuldade da emergência da plântula devido à alta resistência mecânica do solo sobre as sementes. Por outro lado, uma semeadura superficial deixa as sementes mais susceptíveis às condições ambientais, onde o excesso de exposição ao sol ou de desidratação pode ocasionar interferência no desenvolvimento inicial da planta (RESENDE et al., 2012).

O conhecimento de uma profundidade ideal de emergência da planta com a correta correção do solo e em áreas indicadas à produção de grãos de culturas anuais pode possibilitar consórcio entre forragens e culturas anuais. E para que o consórcio simultâneo seja viável, é necessário que o crescimento inicial das plantas de cobertura seja retardado, para que a cultura anual consiga se destacar nos estádios iniciais de seu estabelecimento (PACHECO et al., 2010).

Diante disso, diversos autores realizaram experimentos que pudessem mostrar qual seria a melhor profundidade de semeio da forrageira que poderia influenciar positivamente em seu estabelecimento. Resende et al. (2007), observaram que nas profundidades de 2,5 e 5,0 cm houve as maiores porcentagens de germinação utilizando as sementes de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*, todavia para as sementes de forrageira *P. maximum* cv. Tanzânia não houve diferenças para as porcentagens de germinação nas diferentes profundidades. Já no estudo de Pacheco et al. (2010), constataram que a partir de 10 cm de profundidade houve redução da área foliar de *Brachiaria brizantha*, e para o *P. maximum*, os valores de área foliar só foram satisfatórios até a profundidade de 4,0 cm. O mesmo trabalho pôde demonstrar que houve aumento da fitomassa verde apenas até a profundidade de 4,0 cm.

Com relação à porcentagem de emergência, Resende et al. (2012) averiguaram que porcentagem de emergência de plântulas das espécies de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* é potencializada na profundidade de 2,5 cm, independente das espécies estudadas. Apesar da relevância dos dados citados, muitos trabalhos ainda estão sendo realizados com o foco em espécies de *Brachiaria* spp., já que em estudos com *Panicum maximum* cv. Tanzânia, observou-se que esse cultivar não demonstrou potencial para o consórcio com culturas anuais em sistema de ILP, por não apresentarem germinação da semente acima de 8 cm de profundidade (PACHECO et al., 2010). Os resultados podem ser melhor visualizados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Resultados de porcentagem de germinação e emergência, fitomassa verde e área foliar de diferentes espécies de forrageiras em profundidades de sementeira, segundo alguns autores.

Espécies	PS, cm	G, %	E, %	Fitomassa verde, g/planta	AF, cm <sup>2</sup> /planta	Autores
	2,5	23,60				Resende et al., 2007
	5,0	32,60				
	10,0	17,60	-	-	-	
	15,0	3,30				
<i>B. decumbens</i>	0,0		4,05			Resende et al., 2012
	2,5		59,08			
	5,0	-	54,17	-	-	
	10,0		39,03			
	15,0		3,35			
	2,5	26,30				Resende et al., 2007
	5,0	26,60				
	10,0	17,60	-	-	-	
	15,0	2,00				
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	0,0			9,07	287,38	Pacheco et al., 2010
	1,0			10,9	329,11	
	4,0			6,54	219,48	
	8,0	-	-	5,70	225,50	
	10,0			0,90	39,64	
	15,0			0,00	0,00	
	0,0		2,21			Resende et al., 2012
	2,5		47,81			
	5,0	-	38,86	-	-	
	10,0		33,67			
	15,0		16,93			
	2,5	7,33				Resende et al., 2007
	5,0	12,00				
	10,0	1,33	-	-	-	
	15,0	0,00				
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	0,0			11,57	273,24	Pacheco et al., 2010
	1,0			15,62	439,21	
	4,0			14,49	395,76	
	8,0	-	-	0,00	0,00	
	10,0			0,00	0,00	
	15,0			0,00	0,00	

PS - Profundidade de sementeira; G - Germinação; E - Emergência e AF - Área foliar

Fonte: PACHECO et al. (2010); RESENDE et al. (2007); RESENDE et al. (2012), adaptado pela autora.

Diante dessa problemática, pode-se buscar alternativas que sejam capazes de trazer resultados que possam garantir um estande adequado de plantas para o plantio de *Panicum maximum* em condições de consórcio com produção graneleira, como o uso de bactérias promotoras de crescimento que representam uma importante opção para o estabelecimento e para a produção de

gramíneas forrageiras, sobretudo em condições de estresse por umidade e temperatura (LOREDO-OSTIL et al., 2004).

## 2.2 Bactérias promotoras de crescimento

As rizobactérias são bactérias oriundas da camada do solo adjacente às raízes da planta, denominado rizosfera. Estas bactérias são conhecidas como promotoras de crescimento por realizar a fixação biológica de nitrogênio, promover o crescimento das plantas por conta da síntese de hormônios vegetais, além de possuírem outros efeitos secundários como a produção de sideróforos (sequestrantes de ferro), solubilização de fosfatos e capazes de controlar patógenos por terem resistência a bactérias, vírus e fungos (GUIMARÃES, 2011; HAEMAD e KIBRET, 2014; MOREIRA, 2010; GAZOLA et al., 2015).

O uso de micro-organismos com a habilidade de promover o crescimento de plantas associado à implantação de pastagens pode ser um aliado no que se diz respeito à produção de biomassa da gramínea. Gazola et al. (2015), usando *Azospirillum brasilense* por meio da aplicação diretamente nas folhas de *Brachiaria decumbens*, verificaram ganhos no comprimento médio de perfilhos, no número de perfilhos em touceiras, em número de folhas e massa fresca e seca da pastagem, além de conceder um aumento no teor de nitrogênio. Em um trabalho com o uso da associação de *Pseudomonas fluorescens* e *Burkholderia pyrrocinia* em solos cultivados com *Brachiaria brizantha*, Lopes et al. (2018), constataram o aumento na produção de biomassa, nos teores de nitrogênio, nitrato e proteína, onde estas bactérias podem ser uma opção viável na produção sustentável dessa cultivar.

Dessa forma, as bactérias promotoras de crescimento podem ter influência durante o semeio de espécies forrageiras devido às suas funções no que se diz respeito ao crescimento e desenvolvimento vegetal. No entanto, aplicações de *Burkholderia pyrrocinia* em outras espécies forrageiras, como o *Panicum maximum*, ainda não foram testadas. Nesse intuito, as pesquisas precisam avançar dentro dessa temática, em busca de resultados promissores que fomentem tanto o aumento da produção de forragem na região, como a recuperação de pastagens degradadas.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local e período de experimento**

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) campus Belém, no estado do Pará com a localização geográfica 01°27'25 "S, 48°26'36"W e segundo a classificação de Koppen, o clima do município de Belém é Af (tropical úmido) com precipitação média anual de 2537 mm.

O estudo teve início no dia 27 de setembro de 2018 e término no dia 28 de dezembro de 2018. As sementes de *Panicum maximum* cv. Massai utilizadas no experimento foram obtidas no comércio local, com origem e idoneidade fitossanitária comprovada. Realizou-se um teste de germinação prévio para saber a porcentagem de germinação das sementes.

#### **3.2 Teste de germinação inicial das sementes**

O teste foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da UFRA. Utilizou-se quatro amostras de 50 sementes que foram colocadas em caixas plásticas do tipo *gerbox* sobre duas folhas de papel toalha *germitest* previamente auto clavadas e umedecidas com quantidade de água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. As caixas foram colocadas em câmaras germinadoras tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) sob temperatura constante de 30°C. A avaliação do teste de germinação foi feita diariamente, durante 7 dias. A partir de contagens diárias foi possível calcular a porcentagem de germinação resultando em 50%.

#### **3.3 Tratamentos e delineamento experimental**

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo 6×2 (6 profundidades de semeadura (PS); com e sem inoculação da *Burkholderia pyrocinia*; BP) com 6 repetições por tratamento, onde cada repetição correspondeu a uma planta/tubete (275,16 cm<sup>3</sup>). Foram utilizadas as seguintes profundidades de semeadura: 0, 1, 2, 3, 6 e 12 cm. Para realização das análises destrutivas, utilizou-se 4 tempos de crescimento: 7°, 14°, 21° e 28° dia após o semeio, totalizando em 28 dias de análise.

#### **3.4 Preparo, correção e adubação do solo**

Para o experimento, foi necessário retirar uma porção do solo de uma área pertencente à UFRA classificado como Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2018), a uma profundidade de 0-20 cm da superfície, que foi secada ao ar e peneirada em peneira com malha de 1 cm para a



remoção de gravetos, pedras, raízes e outros resíduos indesejáveis. Na Tabela 2 é possível observar os atributos físicos e químicos do mesmo.

**Tabela 2** – Resultado da análise do solo.

Solo	pH		C <sub>org</sub>	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	H <sub>2</sub> O	KCl	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmolc/dm <sup>-3</sup>							%
	4,76	4,20	16,48	28,41	2,19	0,14	2,00	1,00	0,90	7,00	3,14	10,14	30,97

**Fonte:** Laboratório de análise de solo - UFRA (2018)

Dessa forma, foi necessário realizar a calagem para atingir 60% de saturação por bases. O calcário utilizado foi o dolomítico com PRNT de 91%, utilizando 0,37 g/tubete (2,7t ha<sup>-1</sup>), totalizando em 106,56 g de calcário e este foi incorporado ao solo 64 dias antes da semeadura. O solo foi armazenado em um local coberto, protegido do sol e chuva até a alocação do mesmo para os tubetes. A adubação mineral de semeadura contou com a aplicação de 10,15 g de NPK na fórmula 8-40-8 (300 kg ha<sup>-1</sup>) As recomendações para calagem e adubação foram realizadas conforme Sousa et al., 2001.

### 3.5 Microbiolização das sementes

Os isolados bacterianos utilizados foram oriundos da coleção *in vitro* do Laboratório de Proteção de Plantas (LPP) na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Belém. Foram utilizados isolados de *Burkholderia pyrrocinia* (BRM-32113) a partir da rizosfera de arroz obtidos previamente por Filippi et al. (2011), que foram armazenados e conservados na coleção *in vitro* do laboratório. Os isolados da bactéria foram cultivados em meio de cultura sólido Kado 523, composto por 25 g de sacarose, 1 g de extrato de levedura, 2 g de caseína, 0,5 g de K<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,2 g de MgSO<sub>4</sub> e 4,25 g de Ágar em 250 ml de água (KADO e HESKETT, 1970) e foram incubados durante um período de 48 h a 28 °C. Logo após, foi preparada uma suspensão bacteriana em água destilada estéril e ajustada a 540 nm de absorbância usando um espectrofotômetro para A<sub>540</sub> = 0,2 (10<sup>8</sup> UFC.mL<sup>-1</sup>).

No dia anterior ao semeio, foi realizada a assepsia das sementes utilizadas no experimento, com álcool 70% por 15 segundos, seguidas de hipoclorito de sódio a 2% durante 30 segundos e lavadas em água destilada estéril por 15 segundos. Logo após, realizou-se a inoculação das bactérias nas sementes (via microbiolização). As sementes foram imersas na suspensão bacteriana (10<sup>8</sup> UFC.mL<sup>-1</sup>) em um Erlenmeyer de plástico, o qual foi colocado em uma câmara incubadora

com agitação constante a 114 rpm a 28 °C por 24 horas, realizando a metodologia proposta por Filippi et al. (2011). As sementes sem a inoculação da bactéria foram imersas em água destilada pelo mesmo período para obter as mesmas condições de umidade das sementes com inoculação. Após as 24h, as sementes foram imediatamente semeadas no solo alocado nos tubetes.

### 3.6 Plantio das sementes

A semeadura foi realizada no dia 30 de novembro de 2018, onde utilizou-se sementes de *Panicum maximum* cv. Massai com e sem a inoculação das bactérias colocando-se duas sementes por tubete nas respectivas profundidades de semeadura (0, 1, 2, 3, 6, e 12 cm). Para a profundidade de 0 cm, as sementes foram colocadas na superfície do solo. A partir da profundidade de 1 cm, foi necessário realizar a abertura de sulcos nas respectivas profundidades de semeadura (1, 2, 3 e 6 cm) com o auxílio de um palito graduado nas profundidades utilizadas. Já para a profundidade de 12 cm, colocou-se o solo a 12 cm da superfície do tubete, no qual depositou-se as sementes e logo após, preencheu-se o espaço restante dos tubetes.

Durante a condução do experimento, regou-se diariamente os tubetes para reposição da água evapotranspirada até a capacidade de campo do solo. Após o aparecimento da plântula, no dia 14 de dezembro de 2018, foi realizado o desbaste de perfilhos de cada tratamento, deixando somente 1 perfilho por tubete. Os tubetes permaneceram na casa de vegetação para análise por 28 dias.

### 3.7 Variáveis analisadas

#### 3.7.1 Germinação e emergência

Após ao semeio, foi realizada a contagem diária do número de sementes germinadas e/ou emergidas para quantificar a porcentagem de germinação (G; %) e de emergência (E; %) das sementes nos diferentes tratamentos e o índice de velocidade de emergência (IVE) que foi calculado por meio da fórmula proposta por Maguire, 1962:

$$IVE = \frac{E1}{T1} + \frac{E2}{T2} + \dots + \frac{En}{Tn}$$

Onde,

IVE: índice de velocidade de emergência

E1 até En: número de plântulas emergidas contadas a cada dia

T1 até Tn: tempo (dias) após à semeadura

Nos dias 7, 14, 21 e 28 após o semeio realizou-se as coletas das características morfológica e a massa de forragem de parte aérea e raiz.

### 3.7.2 Características morfológicas

Antes das análises destrutivas efetuou-se a contagem do número de folhas (NF), número de folhas expandidas (NFE) e com auxílio de uma régua mediu-se a altura da plântula (AP; cm), comprimento da lâmina foliar (CLF; cm), largura da lâmina foliar (LLF; cm). Para a medição da área foliar (AF; cm<sup>2</sup>/perfilho), utilizou-se um medidor de área foliar Li-3100c (Li-cor®). Após estas medições, os perfilhos de cada tratamento foram colhidos dos tubetes, para mensuração quanto ao comprimento de raiz (CR; cm), separando a parte aérea da raiz.

### 3.7.3 Massa de forragem de parte aérea e raiz

As plantas de cada tratamento foram colhidas, levadas ao Laboratório de Nutrição Animal da UFRA (LABNUTAM), onde depositou-se as amostras em uma placa de Petri em uma balança analítica para determinação da produção de massa fresca da parte aérea (MFPA; g/tubete) e massa fresca de raiz (MFR; g/tubete), logo após, as amostras foram colocadas em estufa de ventilação forçada de ar (60 °C/72h).

Após esse período, retiravam-se 30 amostras por vez e deixava-se no dessecador por cerca de 15 minutos para a pesagem e determinação massa seca da parte aérea (MSPA; g/tubete) e massa seca de raiz (MSR; g/tubetes). Com os dados obtidos, foi possível determinar a relação massa seca parte aérea/massa seca raiz (MSPA/MSR), porcentagem de parte aérea (PA; %) e porcentagem de raiz (R; %)

## 3.8 Análise estatística

Para CR, MFR, MSR, G (%) e E (%), utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo 6×2 (6 profundidades – 0, 1, 2, 3, 6 e 12 cm; com e sem bactéria). Já para NF, NFE, AP, CLF, LLF, AF, MFPA, MSPA, MSPA/MSR, PA (%), R (%) e o IVE usou-se o fatorial 5 × 2 (5 profundidades – 0, 1, 2, 3 e 6 cm; com e sem bactéria).

Utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Sendo:

$Y_{ijk}$  é a  $k$ -ésima resposta que recebeu o  $i$ -ésimo nível do fator profundidade de semeadura e o  $j$ -ésimo nível do fator inoculação de bactéria;

$\mu$  é a média comum a todas as observações;

$\alpha_i$  é o efeito do  $i$ -ésimo nível do fator profundidade de semeadura com  $i = 0, 1, 2, 3, 6$  e  $12$ ;

$\beta_j$  é o efeito do  $j$ -ésimo nível do fator inoculação de bactéria com  $j = 0$  e  $1$ ;

$\alpha\beta_{ij}$  é o efeito da interação o  $i$ -ésimo nível do fator profundidade de semeadura e o  $j$ -ésimo nível do fator inoculação de bactéria;

$\varepsilon_{ijk}$  é o erro amostral associado a  $k$ -ésima observação do  $i$ -ésimo nível do fator profundidade de semeadura e o  $j$ -ésimo nível do fator inoculação de bactéria.

Os dados foram submetidos à análise de variância e o efeito da PS foi avaliado por meio de contrastes ortogonais. Em caso de significância dos contrastes foi realizada a análise de regressão, considerando a significância dos parâmetros do modelo. As análises foram realizadas no software SAS 9.0 (Statistical Analysis System) considerando  $\alpha=0,05$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Germinação e emergência

Houve efeito de BP e PS sobre a G (%), E (%) e IVE conforme exposto na Tabela 3.

**Tabela 3** – Valores médios da G (%), E (%) e IVE avaliados das plântulas de *P. maximum* cv. Massai, em função da inoculação de *Burkholderia pyrrocinia* e da profundidade de semeadura.

Variáveis	<i>B. pyrrocinia</i>		Profundidade de semeadura (cm)						EPM	P-valor		
	Sem	Com	0	1	2	3	6	12		BP	PS	BP*PS
G (%)	61,46	51,04	39,58	61,46	67,71	79,17	73,96	15,63	0,01	0,01	<.0001	0,27
E (%)	55,90	47,92	37,50	59,38	67,71	75,00	71,88	0,00	0,58	0,04	<.0001	0,05
IVE	1,01	1,20	0,85	1,05	1,06	1,40	1,17	***	0,04	0,04	0,01	0,28

G (%) - Porcentagem de germinação; E (%) - Porcentagem de emergência; IVE - Índice de velocidade de emergência; EPM - Erro médio padrão; BP - *Burkholderia pyrrocinia*; PS - Profundidade de semeadura e BP\*PS - Interação da *Burkholderia pyrrocinia* com profundidade de semeadura.

\*\*\* Tratamentos nos quais não se observaram emergência de plântulas.

Fonte: A autora

Observou-se maiores médias de G (%) e de E (%) sem a inoculação de BP. Estes resultados podem ter ocorrido devido ao fato de que a BP pode ter proporcionado condições desfavoráveis à germinação, pois ao entrar em contato com a BP, as sementes de *P. maximum* utilizadas podem ter desenvolvido mecanismos que impediram ou dificultaram a ação das atividades metabólicas na semente para o processo de germinação. Possivelmente, pode ter ocorrido a dormência secundária das sementes, onde as sementes que germinam normalmente podem entrar em estado dormente quando há condições externas desfavoráveis à semente e a BP pode ter induzido essa condição (CARDOSO, 2009).

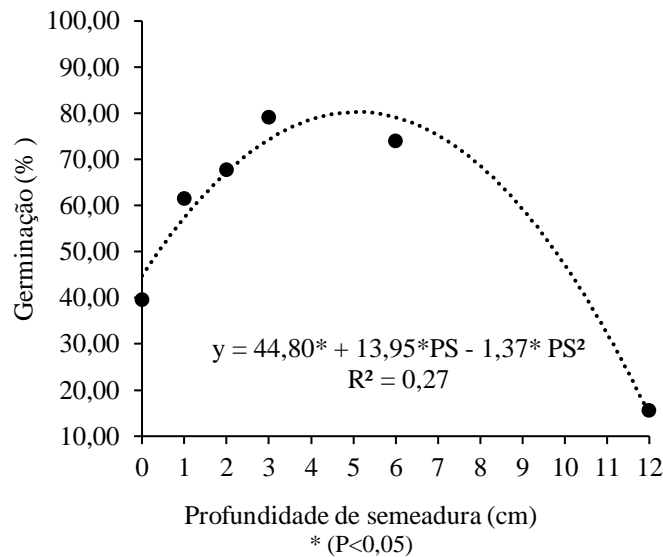
Outro fator que pode ter contribuído para não ter ocorrido efeito da BP sobre essas características, seria a produção de substâncias sintetizadas pelas plantas e liberadas na rizosfera denominadas exsudatos (MONTEIRO et al., 2012), que podem ter inviabilizado a ação benéfica produzida pelas bactérias sobre a plântula.

Já para o IVE, observou-se maior média com a presença de BP. Isso pode ter ocorrido somente após a germinação, quando ocorrerem mudanças favoráveis no ambiente da deposição das sementes para as bactérias, que possibilitaram a ação benéfica da BP sobre as plântulas. Assim,

pode-se inferir que a BP pode ter auxiliado na velocidade de emergência da plântula com a secreção de substâncias microbianas benéficas, possibilitando o adiantamento da emergência.

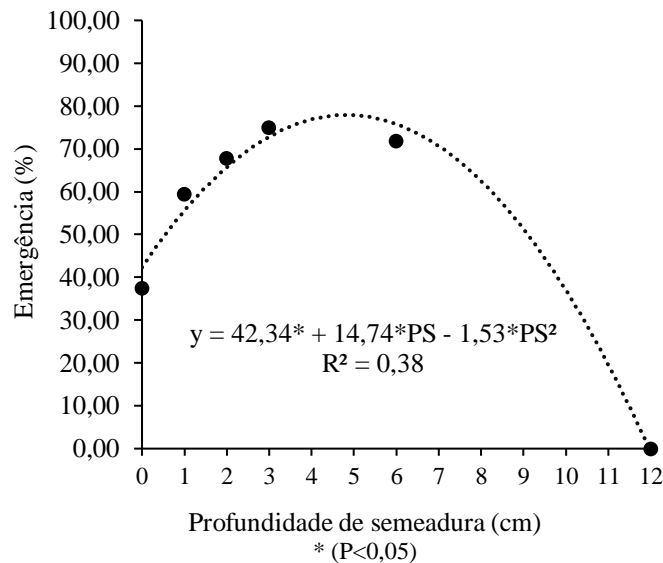
A germinação e emergência apresentaram influência da PS com comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) (Figura 1 e 2). Para a G (%), observou-se a máxima germinação de 80,31% na PS de 5,09 cm, enquanto para E (%), observou-se a máxima emergência de 77,84% em 4,82 cm. Não foi observada a emergência de plântulas a 12 cm de profundidade de semeadura. Os valores de G (%) foram maiores do que os observados no teste inicial de germinação (50%).

**Figura 1** - Germinação de plântulas de *Panicum maximum* cv. Massai em função da profundidade de semeadura.



Fonte: A autora

**Figura 2** - Emergência de plântulas de *Panicum maximum* cv. Massai em função da profundidade de semeadura.



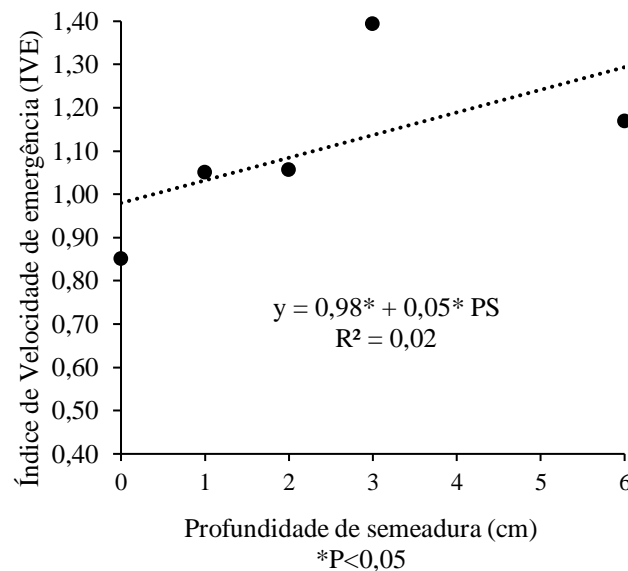
Fonte: A autora

A semeadura superficial e entre o intervalo de 6,0 a 12 cm provocaram considerável redução da germinação e emergência das plantas. A semeadura em profundidades mais rasas, pode deixar as sementes mais susceptíveis às variações ambientais como altas temperaturas, deficiência hídrica, podendo levar à redução da umidade nas plântulas para seu crescimento resultando em baixas populações de plantas (PROCTOR e SULLIVAN, 2013).

Já com uso de profundidades elevadas, as plântulas consomem mais energia durante o processo germinativo devido à menor oxigenação, baixa incidência de luz e menor disponibilidade de água e nutrientes, o aumento da resistência mecânica do solo sobre as sementes o que pode ter proporcionado essa queda na germinação e emergência das plântulas. Entretanto, a semeadura em profundidades entre 2,0 a 5,0 cm, possibilitaram condições ambientais propícias para germinação e emergência das plântulas (CARDOSO, 2009; RESENDE et al., 2012).

Houve efeito da profundidade de semeadura sobre o IVE, apresentando uma resposta linear positiva a esta variável ( $P < 0,05$ ) (Figura 3), observando-se que o aumento na PS resultou no aumento do IVE.

**Figura 3** - Índice de velocidade de emergência de plântulas de *Panicum maximum* cv. Massai em função da profundidade de semeadura



**Fonte:** A autora

Possivelmente as melhores condições edafoclimáticas encontradas nessas profundidades, propiciaram de forma mais fácil a absorção de nutrientes e o sustento da planta, garantindo uma emergência mais rápida das plântulas com o aumento gradual da profundidade de semeadura.

## 4.2 Características morfométricas

Não houve efeito da PS e da BP sobre a AP, CLF, LLF, AF, NF, NFE (Tabela 4) ( $P>0,05$ ), ocorrendo efeito da PS sobre o CR, porém sem contraste significativo para esta variável ( $P>0,05$ ).

**Tabela 4** – Valores médios das variáveis das características morfométricas avaliadas das plântulas de *P. maximum* cv. Massai, em função da inoculação de *Burkholderia pyrrocinia* e da profundidade de semeadura.

Variáveis	<i>B. pyrrocinia</i>		Profundidade de semeadura (cm)						EPM	P-valor		
	Sem	Com	0	1	2	3	6	12		BP	PS	BP*PS
AP (cm)	20,01	23,49	24,33	22,36	22,69	20,54	18,81	***	1,07	0,13	0,62	0,31
CLF (cm)	8,17	8,55	7,93	8,60	8,93	8,82	7,51	***	0,38	0,63	0,71	0,89
LLF (cm)	0,38	0,34	0,38	0,36	0,37	0,36	0,32	***	0,01	0,14	0,76	0,83
AF (cm <sup>2</sup> )	9,72	7,65	7,02	8,75	9,21	10,43	7,99	***	0,86	0,27	0,84	0,78
NF	5	5	5	5	4	5	5	***	0,21	0,94	0,97	0,80
NFE	4	4	4	4	4	4	4	***	0,17	0,55	0,99	0,78
CR (cm)	10,99	12,55	15,10	12,87	14,30	13,66	11,34	3,34	0,58	0,26	0,01	0,74

AP - Altura da planta; CLF - Comprimento da lâmina foliar; LLF - Largura da lâmina foliar; AF - Área foliar; NFT - Número de folhas totais; NFE - Número de folhas expandidas; CR - Comprimento da raiz; EPM - Erro médio padrão; BP - *Burkholderia pyrrocinia*; PS - Profundidade de semeadura e BP\*PS - Interação da *Burkholderia pyrrocinia* com profundidade de semeadura.

\*\*\* Tratamentos nos quais não se observaram emergência de plantas.

**Fonte:** A autora

O tempo de experimento pode não ter sido suficiente para que a BP pudesse ter acrescentados maiores níveis de nitrogênio na planta, já que as coletas foram realizadas até 28 dias. A presença de bactérias promotoras de crescimento em gramíneas não depende apenas da quantidade mas da capacidade de se estabelecerem no ambiente, em condições ideais para a sua proliferação e posterior efeito.

Além disso, após a germinação e emergência das plântulas, inicia-se uma série de processos metabólicos e entre eles, a síntese de substâncias reguladoras de crescimento que influenciam na divisão e alongamento celular vegetal. Sendo assim, sem a influência da BP e da PS sobre as características morfométricas, as sementes podem ter apresentado divisão celular similar entre os tratamentos, pois o crescimento não só depende das condições ambientais como também da informação morfogenética da planta (BOTIM, 2015; PEIXOTO, 2009; SILVA et al., 2005).



### 4.3 Massa de forragem de parte aérea e raiz

Como consequência da ausência do efeito da BP e da PS sobre as características morfométricas, não foi observado diferenças sobre a MFPA, MSPA, MFR, MSR, MSPA/MSR, PA (%) e R (%) ( $P>0,05$ ), conforme exposto na Tabela 5.

**Tabela 5** – Valores médios das variáveis de massa de forragem de parte aérea e raiz avaliadas das plântulas de *P. maximum* cv. Massai, em função da inoculação de *Burkholderia pyrrocinia* e da profundidade de semeadura.

Variáveis	<i>B. pyrrocinia</i>		Profundidade de semeadura (cm)						EPM	P-valor		
	Sem	Com	0	1	2	3	6	12		BP	PS	B*PS
MFPA (g)	0,26	0,21	0,21	0,24	0,25	0,26	0,21	***	0,02	0,41	0,95	0,97
MSPA (g)	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	***	0,01	0,56	0,99	0,99
MFR (g)	0,17	0,16	0,19	0,18	0,24	0,24	0,15	0,01	0,02	0,90	0,46	0,70
MSR (g)	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,00	0,01	0,85	0,30	0,91
MSPA/MSR	1,82	1,52	1,31	1,79	1,71	2,11	1,43	***	0,13	0,27	0,39	0,51
PA (%)	57,62	53,31	52,13	58,47	53,17	57,50	56,06	***	1,08	0,06	0,35	0,73
R (%)	42,38	46,69	47,87	41,53	46,83	42,50	43,94	***	1,08	0,06	0,35	0,73

MFPA - Massa fresca da parte aérea; MSPA - Massa seca da parte aérea; MFR - Massa fresca da raiz; MSR - Massa seca da raiz; MSPA/MSR - Relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz; PA (%) - porcentagem de parte aérea; R (%) - porcentagem de raiz; EPM - Erro médio padrão; BP - *Burkholderia pyrrocinia*; PS - Profundidade de semeadura e BP\*PS - Interação da *Burkholderia pyrrocinia* com profundidade de semeadura.

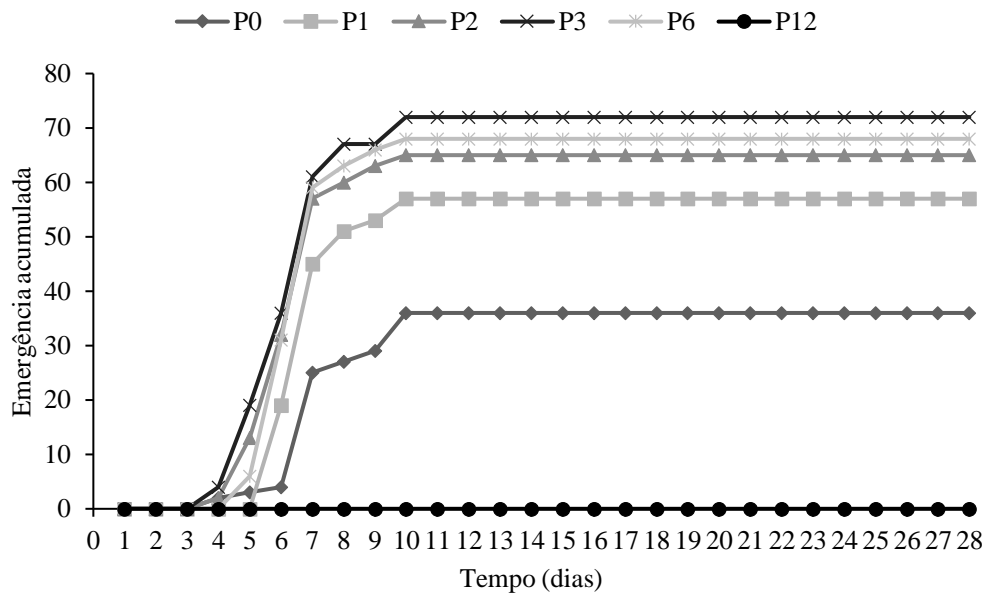
\*\*\* Tratamentos nos quais não se observaram emergência de plântulas.

**Fonte:** A autora

Os argumentos apresentados para os dados de crescimento são consistentes com os dados de produção, pois o fato de o capim não responder à aplicação de BP e da PS para as variáveis avaliadas pode estar associado a mecanismos metabólicos e/ou às características genéticas da espécie. Como não houve mudança nas características morfométricas, as variáveis de massa de forragem de parte aérea e raiz permaneceram inalteradas.

Observou-se que, ao encontrar condições ideais para a semente, ocorreu a germinação e emergência dando início ao processo de crescimento vegetal. Foi possível observar que houve aumento progressivo da emergência entre o 7º e 10º dia, ocorrendo posterior estabilização da emergência e do stand de plantas, exceto na profundidade de 12 cm (Figura 4).

**Figura 4** - Acúmulo de emergência de plântulas de *Panicum maximum* cv. Massai em função da *Burkholderia pyrrocinia* e da profundidade de semeadura durante 28 dias.



Profundidades de semeadura: P0 - Profundidade de 0 cm; P1 - Profundidade de 1 cm; P2 - Profundidade de 2 cm; P3 - Profundidade de 3 cm; P4 - Profundidade de 6 cm e P12 - Profundidade de 12 cm.

**Fonte:** A autora

Observou-se que a estabilização da emergência praticamente segue o mesmo padrão para as profundidades de 0 a 6 cm, não ocorrendo diferenças dadas pelas profundidades sobre o crescimento da plântula, e conseqüentemente nem na massa de forragem.

## 5 CONCLUSÕES

A utilização de *Burkholderia pyrrocinia* associada a profundidades de semeadura para o *Panicum maximum* cv. Massai não afeta a porcentagem de germinação e emergência da planta, as características morfométricas e a massa de forragem, com exceção do índice de velocidade de emergência, que é maior com a inoculação da bactéria.

A semeadura de *Panicum maximum* cv. Massai em profundidades entre 2,0 a 5,0 cm, possibilita condições propícias para maior germinação e emergência das plântulas, com o aumento na velocidade de emergência à medida que se aumenta a profundidade de semeadura.

No entanto, há necessidade de realizar mais estudos com a *Burkholderia pyrrocinia* em outras espécies forrageiras com o intuito de conhecer os efeitos benéficos da bactéria sobre o crescimento de gramíneas em maiores profundidades de semeadura para ter sucesso no consórcio de gramíneas com outras culturas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHEMAD, M.; KIBRET, M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. **Journal of King Saud University-Science**, v. 26, n. 1, p. 1-20, 2014.
- ALVES, E. U.; BRUNO, R. L.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; CARDOSO, E. A.; DORNELLAS, C. S. M.; GALINDO, E. A.; JÚNIOR, J. M. B. Profundidades de semeadura para emergência de plântulas de juazeiro. **Ciência Rural**, p. 1158-1161, 2008.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, p. 163-171, 2007.
- BOTIN, A. L.; CARVALHO, A. de. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 1, p. 83-96, 2015.
- BUENO, A. C. S. O.; CASTRO, G. L. S.; SILVA JUNIOR, D. D.; PINHEIRO, H. A.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. Response of photosynthesis and chlorophyll a fluorescence in leaf scald-infected rice under influence of rhizobacteria and silicon fertilizer. **Plant Pathology**, v. 66, n. 9, p. 1487-1495, 2017.
- CÂNDIDO, Magno José Duarte et al. Potencial e desafios para a produção animal sustentável em pastagens cultivadas do Nordeste. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 20, n. 1, 2018.
- CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, p. 619-631, 2009.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Integração Lavoura-Pecuária: benefícios das gramíneas. **Informações agronômicas**. n. 125, p. 1-15, 2009
- DIAS FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 40, n. sSuplemento Especial, 2011.
- FOLONI, J. S.S.; CUSTÓDIO, C. C.; POMPEI, F. P.; VIVAN, M. R. Instalação de espécie forrageira em razão da profundidade no solo e contato com fertilizante formulado NPK. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, 2009.
- FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B.; SILVA-LOBO, V. L.; CÔRTEZ, M. V. C. B.; MORAES, A. J. G.; PRABHU, A. S. "Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil," **Biological Control**, vol. 58, no. 2, pp. 160–166, 2011.
- GALINDO, F.S.; BUZETTI, S.; FILHO, M. C. M. T.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guineagrass (*Panicum maximum* cv. Mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal Crop Science**, 11, (12), p.1657-1664, 2017.

GARCIA, C. M. D. P.; ANDREOTTI, M.; FILHO, M. C. M. F.; BUZETTI, S.; CELESTRINO, T. D. S.; LOPES, K. S. M. Desempenho agrônômico da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. **Ciência Rural**, p. 589-595, 2013.

GAZOLA, T.; DOMINGUES, M. C. C.; DIAS, M. F.; FILHO, M. L. C.; BELAPART, D.; CASTRO, E. B. de. Efeitos da inoculação de *Azospirillum brasilense* em área de pastagem. **Revista Unimar Ciências**, v. 24, n. 1-2, 2017.

GUIMARÃES, S. L.; SILVA, E. M. B.; KROTH, B. E.; MOREIRA, J. F. C.; REZENDE, D. Crescimento e desenvolvimento inicial de *Brachiaria decumbens* inoculada com *Azospirillum* spp. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 286-295, 2011.

KADO, C. I.; HESKETT, M. G. Selective media for isolation of agrobacterium, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, v. 60, n. 6, p. 969-976, 1970.

LOREDO-OSTIL, C.; LÓPEZ-REYES, L.; ESPINOSA-VICTORIA, D. Plant growth-promoting bacteria in association with graminaceous Species: A Review. **Terra Latinoamericana**, 22 (2), 2004.

LOPES, M. J. S dos, DIAS FILHO, M. B., CASTRO, T. H. R. dos, FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. da. Effect of *Pseudomonas fluorescens* and *Burkholderia pyrrocinia* on the Growth Improvement and Physiological Responses in *Brachiaria brizantha*. **American Journal of Plant Sciences**, v. 9, n. 02, p. 250, 2018.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 133-146, 2009.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MONTEIRO, F. P.; PACHECO, L. P.; LORENZETTI, E. R.; ARMESTO, C.; SOUZA, P. E.; ABREU, M. S. de. Exsudatos radiculares de plantas de cobertura no desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, 2012.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; PETTER, F. A. Profundidade de semeadura e crescimento inicial de espécies forrageiras utilizadas para cobertura do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1211-1218, 2010.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. **Tópicos em ciências agrárias**, p. 38, 2009.

PROCTOR, J.T.A; SULLIVAN, J. A. Effect of seeding depth on seedling growth and dry matter partitioning in American ginseng. **Journal of ginseng research**, v. 37, n. 2, p. 254, 2013.

REZENDE, A. D.; VILELA, H. H., ALMEIDA, G. D. S., LANDGRAF, P. R. C., ANDRADE, G. A.; VIEIRA, P. D. F. Germinação de Sementes de forrageiras em diferentes profundidades de semeadura. In: **Congresso de Forragicultura e Pastagens**. 2007. p. 1-3.

REZENDE, A. V.; ANDRADE, L. P.; SOUZA, G. B. A, RABELO, C. H. S., RABELO, F. H. S., LANDGRAF, P. R. C.; VILELA, H. H. Efeito da profundidade e da mistura de sementes ao adubo químico na emergência de plântulas de espécies forrageiras. **Agrarian**, v. 5, n. 16, p. 115-122, 2012.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CUNHA, T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, A.; SANTOS, F. L. S.; BARRETTO, V. C. M.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, *Urochloa brizantha* cv. marandu e guandu. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 2, p. 39-47, abr./jun. 2018.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 183-194, 2005.

SILVA, R. P.; CORÁ, J. E.; CARVALHO FILHO, A.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A. Efeito da profundidade de semeadura e de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais na temperatura e no teor de água do solo durante a germinação de sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.929-937, 2008.

SOUSA, D. M. G.; VILELA, L., LOBATO, E.; SOARES, W. V. Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no cerrado. **Embrapa Cerrados-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2001.

SOUZA, F. M. M.; SILVA, K., NOBREGA, R. S. A., CARVALHO, F. Diazotrophic associative bacteria: diversity, ecology and potential applications. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74, 2010.