

Os efeitos da aplicação de manipueira como biofertilizante no desenvolvimento vegetativo de *Vigna unguiculata* (L.) Walp

The effects of the application of manipueira as biofertilizer on the vegetative development of *Vigna unguiculata* (L.) Walp

Los efectos de la aplicación del manipulador como biofertilizante en el desarrollo vegetativo de *Vigna unguiculata* (L.) Walp

Recebido: 16/04/2020 | Revisado: 20/04/2020 | Aceito: 27/04/2020 | Publicado: 28/04/2020

Elizabelle de Freitas Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0485-6098>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: bellefreitas123@gmail.com

Leonardo Silva de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4539-2717>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: leonardosoliveira2015@gmail.com

Francianne Viera Mourão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5651-5407>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: franci.anne@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho objetivou comparar o método de fertirrigação com aplicação manual direta e com aplicação de modo foliar nas concentrações de 0%, 10%, 15%, 30% e 50%, para identificar o sistema de manejo mais adequado para a utilização de biofertilizante produzido a partir de manipueira com base na fisiologia da *Vigna unguiculata* (L.) Walp durante o desenvolvimento do cultivo com o intuito de mitigar a contaminação ambiental provocada pelo descarte inadequado do efluente gerado na produção de farinha de mandioca no município de Paragominas-PA. Na avaliação física, após o experimento, foi constatado que as maiores concentrações (15%, 30% e 50%), prejudicaram o desenvolvimento vegetativo dos feijões e a infiltração no solo, consequência do processo de salinização. Entretanto, apesar de nenhuma planta alcançar à fase reprodutiva dentro dos 90 dias indicados na literatura, o

biofertilizante se mostrou eficiente na concentração de 10% de manipueira em aplicação direta, onde alcançou melhores resultados germinativos, com mais feijoeiros completando a fase V4 (surgimento de terceira folha trifoliolada com folíolos expandidos), inclusive com relação aos indivíduos da área controle (sem tratamento de fertirrigação).

Palavras-chave: Mandioca; Fertirrigação; Salinização.

Abstract

This study aimed to compare the fertigation method with direct manual application and with foliar application in concentrations of 0%, 10%, 15%, 30% and 50%, to identify the most appropriate management system for the use of biofertilizer produced from manipueira based on the physiology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp during the development of the crop, in order to mitigate environmental contamination caused by inadequate disposal of effluent generated in the production of cassava flour in the municipality of Paragominas-PA. In the physical evaluation, after the experiment, it was found that the highest concentrations (15%, 30% and 50%), hindered the vegetative development of beans and soil infiltration, a consequence of the salinization process. However, although no plant reached the reproductive phase within the 90 days indicated in the literature, the biofertilizer proved to be efficient in the concentration of 10% of manipueira in direct application, where it achieved better germination results, with more beans completing the V4 phase (emergence of a third trifoliolate leaf with expanded leaflets), including in relation to individuals in the control area (without fertigation treatment).

Keywords: Cassava; Fertirrigation; Salinization.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo comparar el método de fertirrigación con la aplicación manual directa y con la aplicación foliar en concentraciones de 0%, 10%, 15%, 30% y 50%, para identificar el sistema de manejo más adecuado para el uso del biofertilizante producido a partir de la manipueira basado en la fisiología de *Vigna unguiculata* (L.) Walp durante el desarrollo del cultivo, con el fin de mitigar la contaminación ambiental causada por la inadecuada disposición de los efluentes generados en la producción de la harina de mandioca en el municipio de Paragominas-PA. En la evaluación física, después del experimento, se encontró que las concentraciones más altas (15%, 30% y 50%), obstaculizaban el desarrollo vegetativo de los frijoles y la infiltración en el suelo, como consecuencia del proceso de salinización. Sin embargo, aunque ninguna planta alcanzó la fase reproductiva en los 90 días

indicados en la literatura, el biofertilizante demostró ser eficiente en la concentración del 10% de manipueira en aplicación directa, donde logró mejores resultados de germinación, con más frijoles completando la fase V4 (aparición de una tercera hoja trifoliada con folíolos expandidos), incluso en relación con los individuos del área de control (sin tratamiento de fertirrigación).

Clave: Yuca; Fertirrigación; Salinización.

1. Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores de mandioca no mundo, com cerca de 26 milhões de toneladas ao ano (Rêgo et al., 2019). Dentre os estados do Brasil, o Pará se destaca por compor 48% de toda a produção nacional, devido a agricultura familiar estar presente em grande parte dos municípios paraenses (Pires & Martins, 2018).

Em Paragominas, município paraense, o plantio de arroz, feijão e mandioca é predominante entre os produtores da agricultura familiar. Essas culturas visam, primeiramente, garantir a segurança alimentar da família e, quando há excedente de produção, gerar renda monetária para suprir outras necessidades da unidade familiar e produtiva. Dentre os cultivos agrícolas, a mandioca (*Manihot esculenta* spp.) é amplamente comercializada sob a forma de farinha (Soares et al., 2016).

Durante o processo de fabricação da farinha de mandioca, é gerado um líquido de aspecto leitoso amarelado, denominado manipueira (Araújo et al., 2015), com alto teor de cianeto e odor desagradável, resultante do processo de fermentação promovido por microrganismos (Botassini et al., 2017). Devido à sua carga orgânica – alta concentração de Nitrogênio (N) e Fósforo (P), tem gerado degradação de solos e provocado a eutrofização de rios e córregos.

Apesar de existirem alternativas para diminuir o grau contaminante, como fertirrigação, defensivos agrícolas e adubação foliar (Silva et al., 2018), muitas vezes, os agricultores familiares sem conhecimento dos efeitos negativos sobre o meio ambiente, depositam o resíduo em locais inapropriados e prejudicam o solo (Souza et al., 2015).

As atividades promovidas no solo, como agricultura e criação de animais (Brizzi et al., 2017), são a principal causa da perda de qualidade, aumento da compactação, redução da capacidade de armazenamento e infiltração de água e erosão, de modo que a importância da estrutura do solo tem sido foco de preocupação por parte dos produtores agrícolas (Zaninetti et al., 2016 e Martins & Santos, 2017).

Como alternativa ao problema, o plantio de *Vigna unguiculata* (L.) Walp, devido a sua capacidade de desenvolver-se em curto período de tempo e em ambiente com condições adversas (Silva, Santos et al., 2019), é capaz de auxiliar na melhoria da estrutura e da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, viabilizar adição de nutrientes e matéria orgânica, amenizar os efeitos da erosão além de melhorar a infiltração e retenção de água (Pires et al., 2018).

No entanto, apesar da resistência da planta, é essencial realizar intervenções no solo visando na produtividade dos grãos (Santana et al., 2018). Nesse sentido, o uso de biofertilizantes (adubo líquido orgânico) pode ser uma alternativa eficaz para o agricultor, pois a matéria orgânica além de fornecer nutrientes, favorece a eficiência de retenção de água por meio do sistema radicular (Silva, Santos et al., 2019).

Nesse âmbito, a manipueira, devido a composição química presente de ácido cianídrico (HCN) e riqueza em macro e micronutrientes: como potássio (K), nitrogênio (N), magnésio (Mg), fósforo (P), cálcio (Ca) e enxofre (S), é capaz de elevar a produtividade de culturas como a *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Araújo et al., 2015; Azevedo et al., 2018; Silva et al., 2018).

Com base nesses aspectos, o aproveitamento de resíduos de mandioca para a produção agrícola torna-se possível devido as alterações químicas que o biofertilizante pode proporcionar no solo (Coelho et al., 2017), indicando um potencial tratamento, de modo que não resulte em modificações prejudiciais na exaustão e supressão de nutrientes e na qualidade física e química (Carvalho et al., 2017).

Contudo, a utilização inadequada do método de aplicação do biofertilizante na fertirrigação pode provocar salinização e sodificação no solo, variando de acordo com a qualidade da água empregada e do material fertilizante (Vasconcelos et al., 2016). Esse processo pode influenciar negativamente no desenvolvimento vegetativo das plantas com a diminuição da germinação, o que pode inviabilizar a produção (Luiz et al., 2017).

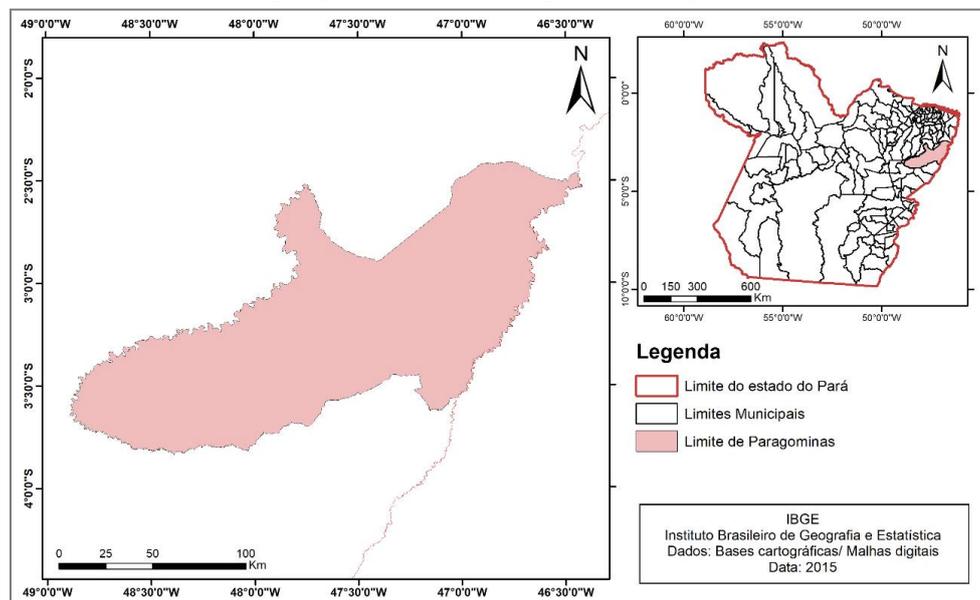
Portanto, diante do exposto, o presente trabalho objetivou comparar o método de fertirrigação com aplicação manual direta e aplicação de modo foliar, para identificar o sistema de manejo mais adequado para a utilização de biofertilizante produzido a partir de manipueira com base na fisiologia da *Vigna unguiculata* (L.) Walp durante o desenvolvimento do cultivo, com o intuito de mitigar a contaminação ambiental provocada pelo descarte inadequado do efluente gerado na produção de farinha de mandioca no município de Paragominas-PA.

2. Material e métodos

2.1. Caracterização da área de estudo

O município de Paragominas, situado às margens da rodovia Belém – Brasília (BR – 010), a 320 quilômetros da cidade de Belém, possui uma área de 19.309,90 km², estrutura geográfica com os paralelos 02° 59' 42" ao sul e 47° 21' 10" a Oeste do meridiano de Greenwich. Paragominas faz parte da Mesorregião Sudeste Paraense, no Estado do Pará e limita-se com o Maranhão, a leste, e com quatro municípios paraenses: Ipixuna do Pará e Nova Esperança do Piriá, ao norte; Ulianópolis, Goianésia do Pará e Dom Eliseu, ao sul. (Pimentel et al., 2018).

Figura 1 – Localização geográfica do município de Paragominas no Estado do Pará.

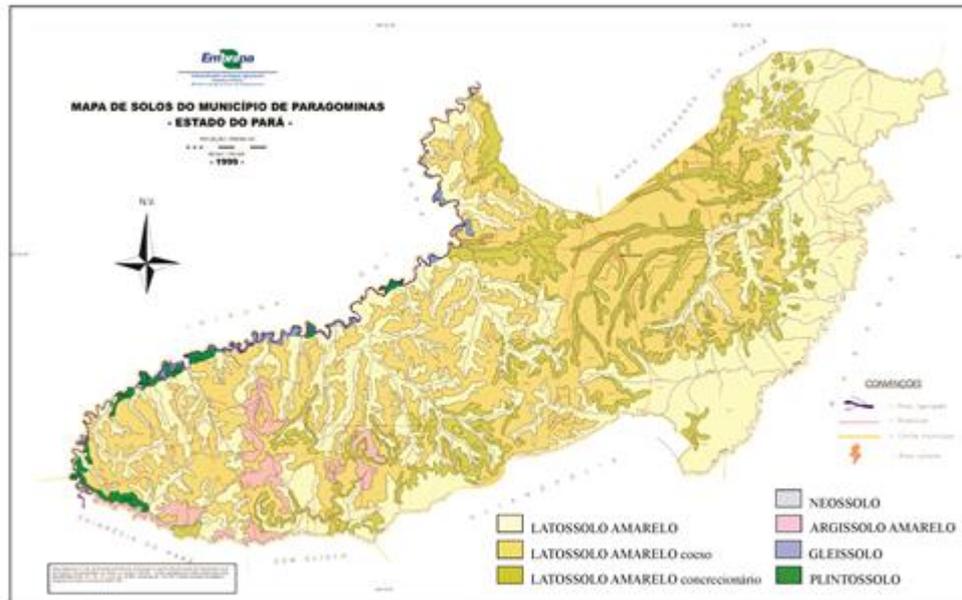


Fonte: autores (2020).

Paragominas possui clima do tipo Aw (quente e úmido, com temperatura média anual de 26,3°C) em cerca de 80% do território, o outro clima encontrado na região é do tipo Am, com precipitações inferiores a 60mm. Os valores de precipitação pluviométrica anuais variam de 857,8 mm a 2.787,7 mm, com média anual de 1.800 mm (Silva, Barbosa et al., 2019).

As principais classes de solos identificados no município são: Latossolo Amarelo, Podzólico Amarelo e Glei Pouco Húmico, além dos Argissolos (Figura 2). A vegetação é classificada e caracterizada em ambientes fitoecológicos de floresta densa (ou floresta equatorial umidade terra firme), floresta ombrófila aberta mista de cipó e palmeira, e floresta ombrófila densa aluvial – ou floresta equatorial úmida de várzea (Sena et al., 2019).

Figura 2 – Classes de solos do município de Paragominas.



Fonte: Embrapa (1999).

A coleta do solo foi realizada na Universidade do Estado do Pará, Campus VI no Bairro Angelim. O solo, identificado como Latossolo Amarelo, possui aspecto de compactação e ausência de cobertura vegetal, deixando-o exposto e suscetível a erosão. O teste de fertilidade do solo realizado apresentou as seguintes características (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise de atributos químicos do solo.

Prof. (cm)	P mg/dm ³	K	Na	Al	Ca	Ca+Mg	pH. água	H+Al cmol _c /dm ³	CTC		Saturação	
									Total cmol _c /dm ³	Efetiva cmol _c /dm ³	Base V%	Alumínio m%
0-20	3,0	41,6	8,8	0,0	2,0	2,8	6,31	3,98	6,94	2,98	42,72	0,67

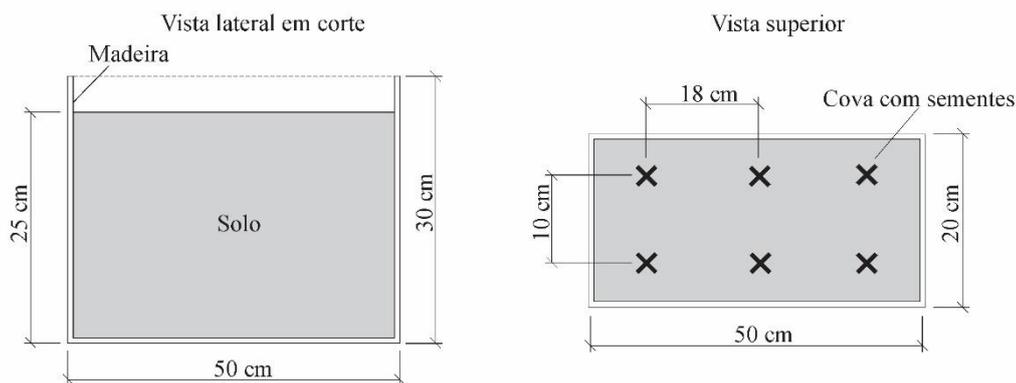
Fonte: autores (2020).

2.2. Dimensionamento do contentor e distribuição das sementes

Para a realização do experimento, utilizou-se nove contentores de madeira de 50 x 20cm preenchidos com o solo revolvido da área de estudo, o plantio foi realizado em seis covas por contentor com três sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp em cada uma como Guimarães et al. (2017) sugere em seus experimentos (Figura 3).

Como a produtividade dos grãos é relativa na agricultura, o ato de semear mais de uma semente por cova é uma prevenção, pois nem todas atingem a fase germinativa. No entanto, sem o desbaste (retirada do excesso de mudas que brotaram na mesma cova de plantio), a cultura é conseqüentemente maior em decorrência da densidade dos feijoeiros que apresentaram mais produtividade de grãos, como afirmam Almeida et al. (2019), por isso não houve desbaste dos feijoeiros.

Figura 3 – Caracterização de um contentor.



Fonte: autores (2020).

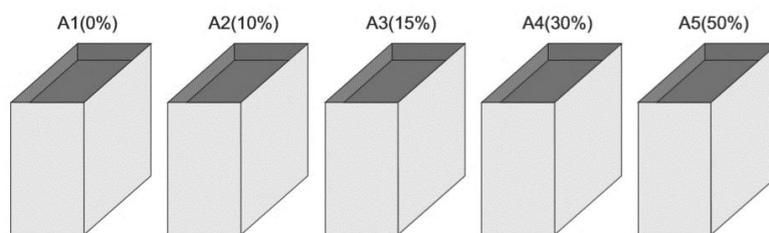
2.3. Elaboração do Biofertilizante

A manipueira foi adquirida na feira do produtor rural de Paragominas e, posteriormente, foi depositada em recipiente plástico com tampa perfurada para permitir a saída de gases durante a fermentação em um período de 15 dias de acordo com a metodologia de Neves et al. (2017). Em seguida, o efluente foi diluído em água potável para obter concentrações de 0%, 10%, 15%, 30% e 50% e aplicado sobre os feijões nos contentores, a aplicação se deu em dois sistemas de manejo de fertirrigação: aplicação manual direta (forma tradicional de irrigação sobre o solo) e aplicação de modo foliar (pulverização sobre as folhas do vegetal).

2.4 Fertirrigação com aplicação manual direta sobre o solo

As mudas foram dispostas a céu aberto para resistir às variantes climáticas que ocorrem naturalmente no local, como precipitações, radiação solar e ventos. Para obter o controle da lâmina d'água de aproximadamente 300mm, um dosador e um regador manual foram utilizados. As áreas com aplicação manual direta foram denominadas de A1, A2, A3, A4 e A5 (Figura 4), com biofertilizante nas concentrações de 0%, 10%, 15%, 30% e 50% de manipueira, na devida ordem. As sementes do contentor com concentração de 0% serviram como testemunha.

Figura 4 - Distribuição dos contentores com aplicação direta de biofertilizante.

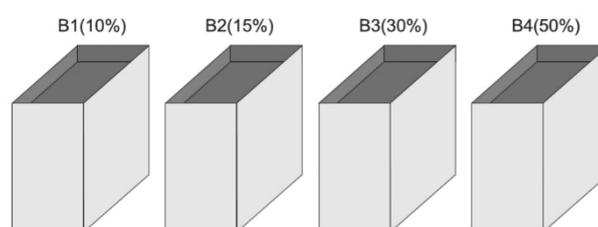


Fonte: autores (2020).

2.4 Fertirrigação com aplicação de modo foliar

Nas áreas de aplicação foliar, os contentores foram denominados de B1, B2, B3 e B4 com, respectivamente 10%, 15%, 30% e 50% de concentração de manipueira em água potável (Figura 5) e mantiveram-se as mesmas características do sistema de manejo anterior, como variantes climáticas e a lâmina d'água, com exceção do modo de aplicação do produto, onde foi utilizado um pulverizador manual para aplicação do biofertilizante diretamente sobre a superfície das folhas.

Figura 5 - Distribuição dos contentores com aplicação foliar de biofertilizante.



Fonte: autores (2020).

Os dois sistemas de fertirrigação ocorreram durante o período de agosto a novembro de 2019. Fisiologicamente, foram avaliadas as possíveis alterações na taxa de germinação, na altura das plantas e o desenvolvimento do sistema radicular, realizado 90 dias após a emergência das plântulas para as amostragens. As aplicações de biofertilizante foram realizadas 5 vezes por semana durante o crescimento da *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

2.5. Análise estatística

Os dados quantitativos obtidos durante a realização do experimento foram analisados através do *Microsoft Office Excel*® 2013 para a elaboração dos gráficos utilizados nesse estudo. Para a descrição fenológica do feijão caupi, levou-se em consideração o estudo de Laing et al. (1984), que caracteriza as fases vegetativa e reprodutiva (Tabela 2).

Tabela 2: Frequência das fases vegetativa e reprodutiva.

Fases Vegetativa		Fases Reprodutiva	
V0	Germinação - iniciada a germinação da semente;	R5	Pré-floração - após emissão do primeiro botão ou racimo floral;
V1	Emergência - 50% dos cotilédones fora do solo;	R6	Floração - primeira flor aberta;
V2	Folhas primárias - par de folha primária expandida;	R7	Formação de legumes - primeira vagem com a corola desprendida;
V3	Primeira folha trifoliolada - com folíolos expandidos;	R8	Enchimento de legumes - início de inchamento das vagens;
V4	Terceira folha trifoliolada - com folíolos expandidos.	R9	Maturação - quando a primeira vagem começa a descolorir ou secar.

Fonte: autores (2020).

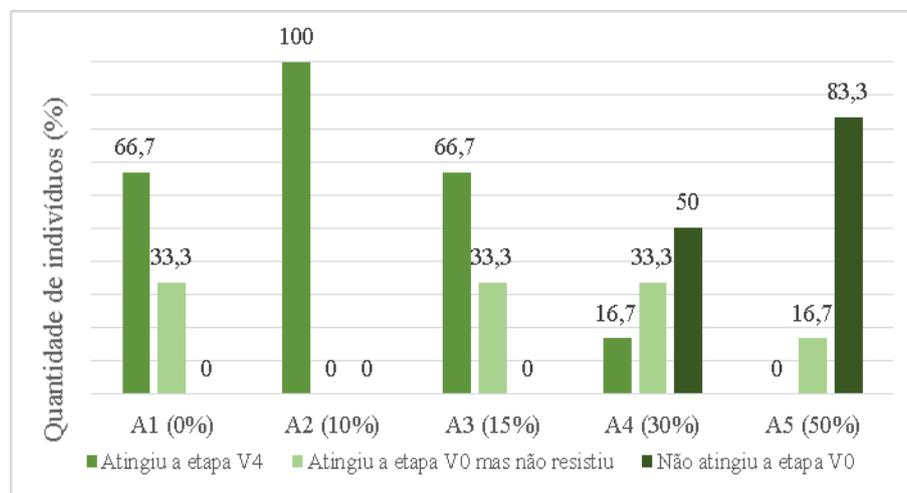
A fase vegetativa é composta pelas etapas V0 (germinação - iniciada a germinação da semente), V1 (emergência - 50% dos cotilédones fora do solo), V2 (surgimento de folhas primárias - par de folha primária expandida), V3 (aparecimento da primeira folha trifoliolada - com folíolos expandidos), e V4 (surgimento da terceira folha trifoliolada - com folíolos expandidos); e a fase reprodutiva pelas etapas R5 (pré-floração - após emissão do primeiro botão ou racimo floral), R6 (floração - primeira flor aberta), R7 (formação de legumes - primeira vagem com a corola desprendida), R8 (enchimento de legumes - início de

inchamento das vagens) e R9 (maturação - quando a primeira vagem começa a descolorir ou secar) (Silva et al., 2017).

3. Resultados

Os resultados do estudo experimental sobre os efeitos da aplicação de manipueira como biofertilizante no desenvolvimento vegetativo de *Vigna unguiculata* (L.) Walp em Paragominas, demonstraram que o método de fertirrigação com aplicação manual direta sobre o solo é o mais adequado de acordo com a fisiologia apresentada pelos feijoeiros (Figura 6).

Figura 6 – Etapas fenológicas da *Vigna unguiculata* (L.) Walp nas áreas de aplicação direta.



Fonte: autores (2020).

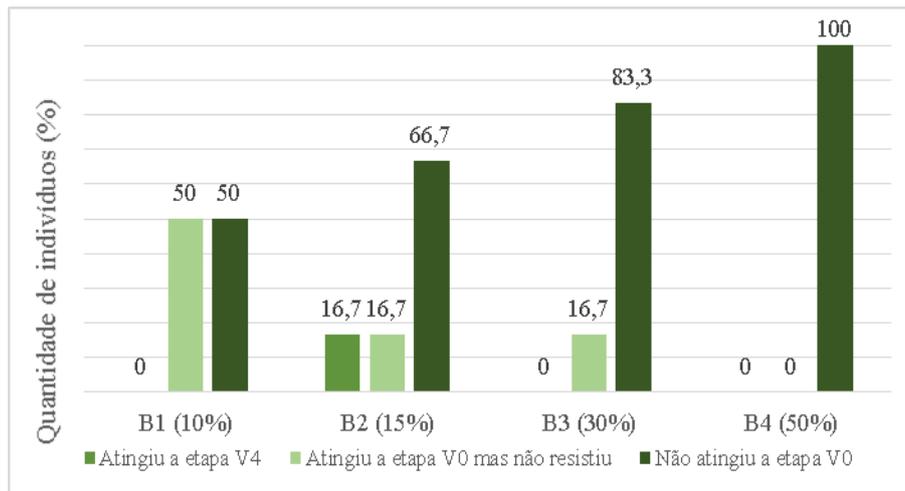
Na figura 7 é possível observar que dentre as concentrações, a de 10% (A2) proporcionou a maior quantidade de indivíduos que atingiram a etapa V4 da fase vegetativa (100%) com surgimento da terceira folha trifoliolada que antecede a pre-floração (R5). Com exceção da testemunha, conforme a concentração de manipueira no biofertilizante aumentou, a quantidade de indivíduos que atingiram a etapa V4 diminuiu e a de plantas que não conseguiram germinar (etapa V0) e/ou germinaram mas morreram elevou-se, com destaque para o contentor A5 (50%) com 83,3% das sementes que não conseguiram germinar.

Segundo Luiz et al. (2017) e Negrão et al. (2017), as altas concentrações de manipueira podem ter prejudicado o desenvolvimento das plantas com danos a fisiologia dos vegetais, provocado pelo excesso de nutrientes, incluindo sódio (Na), que pode ter

potencializado a salinização do solo e, como efeitos gerais dessa instabilidade, o crescimento e a produtividade das plantas foram gravemente prejudicados.

Com relação ao sistema de aplicação de modo foliar, a quantidade de plantas que atingiram a etapa V4 foi consideravelmente menor (Figura 7), e a mortalidade maior em relação ao sistema de aplicação de modo direto sobre o solo.

Figura 7 – Etapas fenológicas da *Vigna unguiculata* (L.) Walp. nas áreas de aplicação foliar.

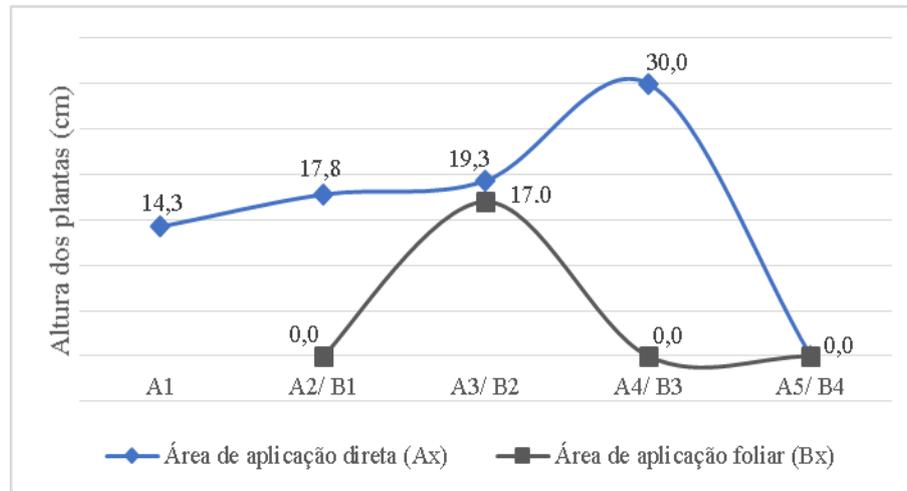


Fonte: autores (2020).

Como observado na figura 8, no contentor B4 (50%), nenhuma das sementes conseguiram alcançar a etapa V0, enquanto na área B3 (30%) germinaram 16,7% dos feijões, mas durante a aplicação foliar as plantas apresentaram amarelecimento, ressecamento das folhas com aceleração no processo de queda. Possivelmente, de acordo com Azevedo et al. (2018), o contato direto do biofertilizante sobre as folhas foi responsável pelas necroses foliares.

Quanto à altura dos feijões, a aplicação do biofertilizante nos contentores A2 (10%), A3 (15%) e A4 (30%), foi possível perceber o aumento significativo com relação ao tratamento controle A1 (0%) (Figura 8). É válido ressaltar que o contentor A4 apresentou o feijoeiro com maior desenvolvimento vegetativo, mas houve o ressecamento do solo e de grande parte das sementes provocado pela salinização.

Figura 8 – Comparação da média de altura das plantas em aplicação direta e foliar.



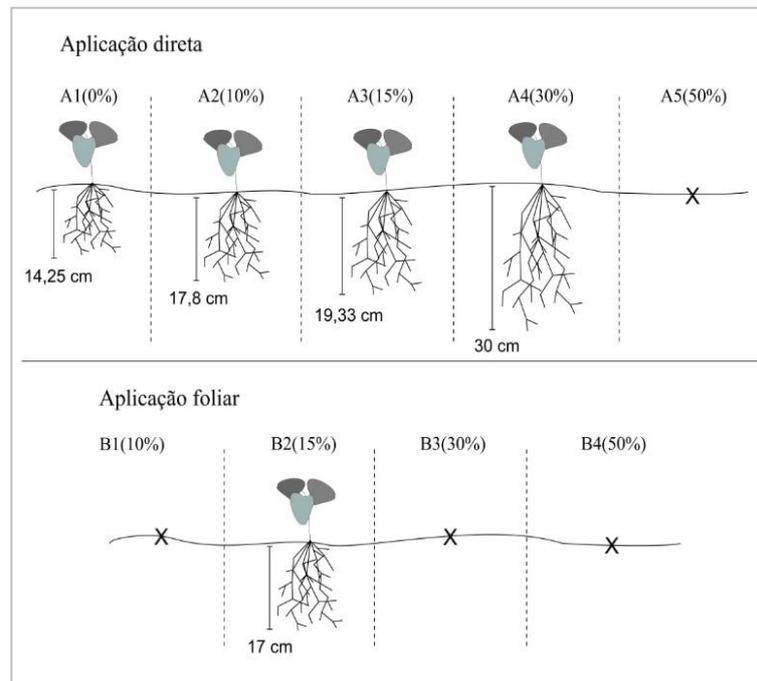
Fonte: autores (2020).

Observa-se na Figura 9, que o manejo com aplicação direta de biofertilizante sobressaiu-se com relação ao modo de aplicação foliar, conforme a elevação da concentração do biofertilizante a altura dos feijoeiros aumentou. Convém ressaltar que, mesmo com o excesso de sais presente no solo, o contentor A4 (30%) apresentou indivíduo com bom desenvolvimento, pois a resistência das sementes à salinização é variável (Luiz et al., 2017).

Com relação à aplicação foliar, como observado na Figura 9, somente a área B2 (15%) conseguiu manter indivíduos até a fase V4, com média de 17cm de altura, os demais contentores com sistema de aplicação foliar não mantiveram os feijoeiros vivos, e por isso não foi possível comparar resultados no mesmo sistema de tratamento.

Com relação à média do desenvolvimento do sistema radicular, a aplicação direta, mais uma vez, sobressaiu-se com relação a foliar, uma vez que a eficiência da adubação depende do tipo de sistema empregado (Araújo et al., 2015). Não houve acúmulo de biomassa para fornecimento de nutrientes para o sistema radicular, por isso, sua evolução dependeu diretamente do biofertilizante, sendo proporcional ao aumento da concentração de manipueira aplicada, com exceção ao tratamento de 50%, onde não ocorreu germinação das sementes (Figura 9).

Figura 9 – Resultado da média de crescimento do sistema radicular.



Fonte: autores (2020).

Apesar de nenhum dos indivíduos chegarem à fase reprodutiva, impossibilitando assim a coleta dos frutos para a análise de produtividade, o efluente mostrou-se uma possível fonte de adubação uma vez que, houve indivíduos submetidos a fertirrigação que apontaram maior taxa germinativa, altura e desenvolvimento do sistema radicular com relação à testemunha.

4. Conclusão

. De modo geral, o método de fertirrigação com a concentração de 10% e aplicação manual direta sobre o solo é o mais recomendado para a utilização de biofertilizante produzido a partir de manipueira no cultivo de *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

A principal limitação do estudo foi a obtenção da manipueira *in natura* pois geralmente, quando não descartada, é comercializada na forma de tucupi com condimentos que podem alterar as propriedades químicas do produto.

Devido a variabilidade da composição química da manipueira e a diversidade de solos, sugere-se novos estudos sobre o efluente com o intuito de obter maior controle dos valores de nutrientes aplicados no solo como forma de melhorar a produtividade da cultura que será

utilizada e evitar impactos negativos ao solo.

Agradecimentos

À Universidade do Estado do Pará pela disponibilização do espaço para a realização do experimento, a todos os amigos, familiares que nos apoiaram, ao Dr. em geologia e geoquímica Sérgio Brazão e Silva e ao Dr. em botânica Sérgio Heitor Sousa Felipe pelas contribuições e auxílio para realização do estudo.

Referências

Almeida, L. R. C., Oliveira, G. M., Rocha, D. F., Silva, B. A., Pereira, A. V. A., Oliveira, W. A. (2019). Desempenho produtivo do feijão-caupi “verde” cultivado sob diferentes espaçamentos em Juazeiro BA. *Agrometeoros*, 27(2), 429-434.

Araújo, N. C., Oliveira, S. J. C., Ferreira, T. C., Lima, V. L. A., Queiroz, A. J. P., & Araújo, F. A. C. (2015). Crescimento e produtividade de milho fertilizado com manipueira como fonte alternativa de nutrientes. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, 9(2), 31-35.

Azevedo, L. C., Martins, I. C. S., Silva, V. L., & Sousa Ribeiro, C. (2018). Salinidade do solo em ambiente protegido. *Campo Digital*, 13(1), 52-69.

Botassini, M., Sanches, R. E., Mannigel, A. R., Longhini, K. L., & Nascimento, L. M. B. (2017). Avaliação da aplicação de manipueira no crescimento e desenvolvimento de plantas de feijão carioca. In: *X Encontro Internacional de Produção Científica*. Maringá-PR.

Brizzi, R. R., Portocarrero, H., Costa, N. M. C., & Souza, A. P. (2017). Análise de condicionantes físicos do horizonte A do Latossolo Amarelo como subsídio a compreensão de processos erosivos. In: *XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física*. Campinas-SP. p. 4600-4604.

Carvalho, E., Silva, A. R., Veloso, C., Teixeira, P. D. S., & Camargo Junior, A. D. (2017). Efeito de sistemas de manejo sobre atributos físicos em Latossolo amarelo muito argiloso em Paragominas-PA. In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In:

Congresso Técnico Científico Da Engenharia e da Agronomia; Semana Oficial da Engenharia e da Agronomia, 74., 2017, Belém, PA. A responsabilidade da Engenharia e da Agronomia para o desenvolvimento do país. [Brasília, DF]: Confea, 2017.

Coelho, D. S., Silva, J. A. B., Nascimento, R. L., Souza Costa, J. D., & Seabra, T. X. (2017). Germinação e crescimento inicial de variedades de feijão caupi submetidas a diferentes concentrações salinas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(2), 261-266.

EMBRAPA. *Mapa de solos do Município de Paragominas - Estado do Pará* (1999). Disponível em: <<http://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/991877/mapa-de-solos-do-municipio-de-paragominas---estado-do-para>>. Acesso em: 26 de out. 2019.

Guimarães, M. A., Lemos Neto, H. S., Araújo, R. B., Lima Neto, B. P., Silva, V. B., & Mesquita, R. O. (2017). Sistemas de tutoramento e espaçamentos de plantio na produção de feijão de metro. *Horticultura Brasileira*, 35(4), 613-620.

Laing, D. R., Jones, P. G., & Davis, J. H. C. (1984). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *The physiology of tropical field crops*. New York: John Wiley and Sons. 305-351.

Luiz, T. B. P., Silva, J. L. S., Schröder, T., & Descovi Filho, L. L. V. (2017). Mapeamento de risco de sodificação de solos em microbacia hidrográfica no Rio Grande do Sul. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(1), 68-73.

Martins, F. P., & dos Santos, E. L. (2017). Taxa de infiltração da água e a resistência do solo a penetração sob sistemas de uso e manejo. *Acta Iguazu*, 6(4), 28-40.

Negrão, S., Schmöckel, S. M., Tester, M. (2017). Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. *Annals of Botany*, 119(1), 1–11.

Neves, A. C., Bergamini, C. N., Leonardo, R. O., Gonçalves, M. P., Zenatti, D. C. & Hermes, E. (2017). Effect of biofertilizer obtained by anaerobic digestion of cassava effluent on the development of crambe plants. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(10), 681-685.

Pimentel, G. M., Pocard-Chapuis, R. J. M., Silva, C. N. (2018). Delimitação de unidades de paisagem: do conceito geossistêmico ao método aplicado ao Município de Paragominas/PA. *Boetim de Geografia*, 36(1), 62-75.

Pires, G. S., & Martins, C. M. (2018). A influência das instituições locais no arranjo produtivo da mandioca no Estado do Pará. In: *IX Colóquio Organizações, Desenvolvimento e Sustentabilidade-CODS e II Congresso Brasileiro de Gestão*, Belém-PA. p. 529-542.

Pires, P. C. G., de Oliveira, P. N., Veras, L. M., Gualter, R. M., & da Encarnação Ferrão, G. (2018). Sustentabilidade do uso da terra no cerrado maranhense: soja e feijão-caupi. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 7(4), 589-608.

Rêgo, A. P. B., Cunha, J. R. B., Santos, R. S., de Assis, F. G. D. V., & Leal, P. L. (2019). Produção de enzimas CMCase e pectinase por processo fermentativo utilizando casca de café suplementada com manipueira como substrato. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 8(1)104-121.

Santana, J. S., Feitoza, M. L., Oliveira, G. C., & Silva, W. A. (2018). Avaliação de NPK e doses de biofertilizante orgânico no crescimento do feijão-caupi. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, 12(5), 2877-2889.

Sena, K. K. K., Silva Campos, P. S., Rodrigues, H. C. T., Chase, O. A., Marques, G. T., Reis Moraes, R. I., ... & dos Santos Galate, R. (2019). Análise geoestatística em povoamento de floresta nativa no município de Paragominas-Pará/Geostatistical analysis in native forest stand in the municipality of Paragominas-Pará. *Brazilian Journal of Development*, 5(10), 18695-18713.

Silva, C., Souza, T., & Oliveira, E. (2018). Produtividade do milho sob uso de manipueira. In: *VI Congresso Latino-Americano, X Congresso Brasileiro e V Seminário do DF e Entorno*. Brasília-DF. vol. 13, n. 1.

Silva, E. M., Santos, M. M., Lopes, M. B. S., Fidelis, R. R., Rocha, W. S., & Júnior, A. F. C. (2019). Eficiência de rizóbios sob doses de fósforo na cultura do feijão-caupi. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 9(2) 67-77.

Silva, R., Gonçalves, I. S., Oliveira, G., Leitão, M. M. V. B. R., Santiago, E. J. P., & Pereira, A. V. A. (2017). Caracterização fenológica associada a graus-dia em genótipos de feijão-caupi para o Submédio do Vale do São Francisco. In: *IV Inovagri International Meeting, XXVI CONIRD-Congresso Brasileiro de Irrigação e Drenagem e III SBS-Simpósio Brasileiro de Salinidade*.

Silva, R. S., Barbosa, C. O., Monteiro, F. G., Correa, D. L., & da Silva Gomes, A. (2019). Análise multitemporal de parte da Reserva do Alto Rio Guamá, Paragominas, PA. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 39(1), 1-10.

Soares, D. A. S., dos Santos Leite, A., Lobato, M. M., & de Castro, C. J. N. (2016). Usos do território em Paragominas (PA): espaço geográfico e classes sociais. *Revista Tocantinense de Geografia*, 5(8), 1-29.

Souza, S. O., da Silva, A. P. B., da Silva, R. M., Oliveira, L. C., Goveia, D., & Botero, W. G. (2015). Resíduos de casas de farinha do agreste alagoano. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 9(1), 65-7.

Vasconcelos, R. R. A., Graciano, E. S. A., Fontenele, A. J. P. B., & Barros, M. D. F. C. (2016). Qualidade da água drenada e desenvolvimento do feijão-caupi em solos salino-sódicos após uso de gesso associado à lâmina de lixiviação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 10(3), 640-650.

Zaninetti, R. A., Moreira, A., & Moraes, L. A. C. (2016). Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Amarelo na conversão de floresta primária para seringais na Amazônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(9), 1061-1068.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Elizabelle de Freitas Ferreira – 33,34%

Leonardo Silva de Oliveira – 33,33%

Francianne Viera Mourão – 33,33%