IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAgro 2019

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SORGO BRS PONTA NEGRA ADUBADO
COM BIOFERTILIZANTE BOVINO EM SOLO ÁCIDO E DE BAIXA
FERTILIDADE NATURAL DO CERRADO PIAUIENSE**

**DESARROLLO INICIAL DE SORGO BRS PONTA NEGRA FERTILIZADO CON
BIOFERTILIZANTE BOVINO EN SUELO ACIDO CON BAJA FERTILIDAD
NATURAL DEL CERRADO PIAUIENSE**

**INITIAL DEVELOPMENT OF BRS PONTA NEGRA SORGHUMFERTILIZED
WITH BOVINE BIOFERTILIZER IN ACID AND LOW NATURAL FERTILITY
SOIL OF THE PIAUÍ STATE CERRADO**

Apresentação: Comunicação Oral

Lucas da Rocha Franco¹; Bruno dos Santos Santiago²; Gustavo Nobre Lima³; José Maurício Maciel Cavalcante⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0127>

Resumo

O sorgo é uma alternativa de forragem para região Nordeste por sua adaptação à baixa pluviosidade, elevadas temperaturas e pouca exigência quanto à fertilidade do solo. A cultivar BRS Ponta Negra destaca-se ainda por sua tolerância à acidez e toxicidade de alumínio no solo, o que a torna uma opção de cultivo no Cerrado Nordeste. Entretanto, o sorgo apresenta melhor desenvolvimento em solos com correção de nutrientes e acidez, comumente realizado com uso de fertilizantes químicos. Porém, em virtude dos custos elevados destes fertilizantes, outras alternativas têm sido buscadas, destacando-se os biofertilizantes, produtos da fermentação de dejetos animais, que além de fornecer nutrientes prontamente disponíveis às plantas, também promovem aumento do pH em solos ácidos, propriedades interessantes para os solos do Cerrado, caracterizados pela sua baixa fertilidade e elevada acidez. Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso do biofertilizante bovino no desenvolvimento inicial do sorgo BRS Ponta Negra cultivado em solo ácido e de baixa fertilidade nativo do Cerrado. O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Piauí - Campus Uruçuí. O biofertilizante utilizado consistiu na fermentação de 40 L de esterco bovino em igual quantidade de água em biodigestor artesanal por 60 dias. Sementes de sorgo BRS Ponta Negra foram alocadas em vasos plásticos de 12,0 litros contendo solo classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, caracterizado como solo ácido, rico em alumínio e de baixa fertilidade após análise química. A estes substratos foram adicionados os tratamentos 0%; 2,5%; 5,0% e 7,5% (v/v) de

¹Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí, lucasfrancorocha@hotmail.com

²Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí, brunosantiago@hotmail.com

³Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí, gustavonobreagro@gmail.com

⁴Doutor, Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí, mauricio.cavalcante@ifpi.edu.br

biofertilizante, num delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Sessenta dias após semeadura foram avaliadas a altura das plantas, diâmetro do colmo, comprimento da lâmina foliar e largura da lâmina foliar. As variáveis foram submetidas à análise de variância e de regressão ao nível de significância de 5%. O aumento da dose de biofertilizante promoveu o desenvolvimento do sorgo BRS Ponta Negra para os parâmetros avaliados ($p < 0,01$), sendo a dose de 7,5% a que apresentou maior resposta ($p < 0,01$). O desenvolvimento inicial do sorgo forrageiro cultivar BRS Ponta Negra é favorecido pelo uso de biofertilizante bovino em solos ácidos e de baixa fertilidade natural do Cerrado Piauiense, sem prévia correção de acidez e fertilidade, sendo a dose de 7,5% de biofertilizante bovino a que apresentou melhores resultados dentre as dosagens avaliadas.

Palavras-Chave: Adubação orgânica, *Sorghum bicolor*, Cerrado.

Resumen

El sorgo forrajero es una alternativa a lo Nordeste para su adaptación a la escasez de precipitaciones, las altas temperaturas y bajos requisitos en cuanto a la fertilidad del suelo. El cultivar BRS Ponta Negra también se destaca por su tolerancia a la acidez y la toxicidad del aluminio en el suelo, lo que lo convierte en una opción para el cultivo en el Cerrado Nordeste. Sin embargo, el sorgo presenta un mejor desarrollo en suelos con corrección de nutrientes y acidez, comúnmente hecho con el uso de fertilizantes químicos. Sin embargo, debido a los altos costos de estos fertilizantes, se han buscado otras alternativas, destacando los biofertilizantes, productos de fermentación a partir de desechos animales, que además de proporcionar nutrientes fácilmente disponibles para las plantas, también promueven un aumento del pH en suelos ácidos, propiedades interesantes para los suelos de Cerrado, caracterizados por su baja fertilidad y alta acidez. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el uso del biofertilizante bovino en el desarrollo inicial del sorgo BRS Ponta Negra cultivado en suelos ácidos y de baja fertilidad natural nativos del Cerrado. El experimento se realizó en el Instituto Federal de Piauí - Campus Uruçuí. El biofertilizante utilizado consistió en la fermentación de 40 L de estiércol de ganado en una cantidad igual de agua en biodigestores artesanales durante 60 días. Semillas de sorgo BRS Ponta Negra se colocaron en macetas de plástico de 12,0 litros que contenían suelo clasificado como Latosol amarillo distrófico, caracterizado como suelo ácido, rico en aluminio y de baja fertilidad después del análisis químico. A estos sustratos se agregaron los tratamientos 0%; 2,5%; 5,0% y 7,5% (v/v) con biofertilizante en un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Sesenta días después de la siembra, se evaluaron la altura de la planta, el diámetro del tallo, el largo y el ancho del limbo de la hoja. Las variables analizadas fueron sometidas a análisis de varianza y de regresión para el nivel de significación de 5%. El aumento de la dosis de biofertilizante promovió el desarrollo de sorgo BRS Ponta Negra para los parámetros evaluados ($p < 0,01$), y la dosis es de 7,5% lo que mostró mayor respuesta ($p < 0,01$). El desarrollo inicial de la cultivar de sorgo forrajero BRS Ponta Negra se ve favorecida por el uso de biofertilizantes bovinos en suelos ácidos y la baja fertilidad natural de Cerrado Piauiense, sin corrección previa de acidez y fertilidad, siendo la dosis del 7,5% de biofertilizante bovino que presentó mejores resultados entre las dosis evaluadas.

Palabras Clave: Fertilizante orgánico, *Sorghum bicolor*, Cerrado.

Abstract

The sorghum is an alternative of forage to the Northeast region due to its adaptation to low

rainfall, high temperatures and little demand for soil fertility. The cultivar BRS Ponta Negra is also noted for its tolerance to acidity and aluminum toxicity in the soil, which makes it an option for cultivation in the Northeast Cerrado. However, the sorghum presents better development in soils with nutrient and acidity correction, commonly made with the use of chemical fertilizers. However, due to the high costs of these fertilizers, other alternatives have been considered, highlighting the biofertilizers, animal waste fermentation products, which in addition to providing readily available nutrients to plants; also promote pH elevation in acidic soils, interesting properties for the Cerrado soils, characterized by their high acidity and low fertility. This study aimed to evaluate the use of bovine biofertilizer in the initial development of sorghum BRS Ponta Negra grown in acidic and low natural fertility soils native of the Cerrado. The experiment was conducted at the Federal Institute of Piauí - Campus Uruçuí. The biofertilizer used consisted of the fermentation of 40 L of cattle manure in an equal amount of water in handmade biodigester for 60 days. The BRS Ponta Negra sorghum seeds were placed in 12.0 liter plastic pots containing soil classified as Dystrophic Yellow Latosol, characterized as acid soil, rich in aluminum and low fertility after chemical analysis. To these substrates were added the treatments 0%; 2,5%; 5,0% e 7,5% (v/v) of biofertilizer in a completely randomized experimental design with four treatments and four replications. Sixty days after sowing, plant height, stem diameter, leaf blade length and leaf blade width were evaluated. The analyzed variables were subjected to analysis of variance and regression at a significance level of 5%. The increase of biofertilizer dose promoted the development of BRS Ponta Negra sorghum for the evaluated parameters ($p < 0.01$) and the 7.5% dose presented the highest response ($p < 0.01$). The initial development of forage sorghum cultivar BRS Ponta Negra is favored by the use of bovine biofertilizer in acid and low natural fertility soils of Cerrado Piauiense, without correction of acidity and fertility and the 7.5% dose of bovine biofertilizer presented the best results among the evaluated dosages.

Keywords: Organic fertilizer, *Sorghum bicolor*, Cerrado.

Introdução

O sorgo é uma cultura que se adequa às condições edafoclimáticas da região Nordeste, graças à sua adaptação a regiões de baixa pluviosidade, elevadas temperaturas e pouco exigência quanto à fertilidade do solo, demonstrando ser uma boa alternativa na produção de forragem nesta região (TAVARES; CAVALCANTE JÚNIOR, 2015). A cultivar BRS Ponta Negra destaca-se entre as diversas cultivares de sorgo, por sua tolerância à acidez e toxicidade de alumínio no solo, com boa produção de matéria seca e de grãos, o que a torna uma opção de cultivo no Nordeste (SANTOS *et al.*, 2007).

Apesar de sua rusticidade, o sorgo apresenta melhor desenvolvimento em solos com correção de acidez, ricos em matéria orgânica e nutrientes (LANDAU; SANS, 2010). A adubação de solos destinado às culturas comumente tem sido feito uso de fertilizantes inorgânicos tais como ureia, sulfato de amônio, cloreto de potássio, dentre outros. Entretanto, em virtude dos custos elevados dos fertilizantes químicos e a limitação de sua disponibilidade

em regiões distantes dos centros produtores destes insumos, outras alternativas têm sido buscadas para promover a fertilidade dos solos (MARRIEL *et al.*, 1987; ARAÚJO *et al.*, 2008). Dentre estas alternativas, destaca-se a adubação orgânica, que apresenta importante potencial de aplicação na agropecuária, possibilitando minimizar o uso de fertilizantes inorgânicos, reduzindo os custos de produção (JUNQUEIRA *et al.* 2014).

Dentre as alternativas de adubos orgânicos, tem-se destacado nos últimos anos os biofertilizantes, resultantes da fermentação dos resíduos de origem animal ou vegetal, com produção de biogás, contendo composição complexa de nutrientes essenciais às plantas (SILVA *et al.*, 2007; BARROS, 2011). Assim, por sua constituição e composição, o biofertilizante é um adubo orgânico de alta qualidade, contendo macros e micronutrientes necessários ao desenvolvimento de culturas, além de sua matéria orgânica ser responsável pela melhoria na estrutura do solo e elevando o pH em solos ácidos (OLIVEIRA *et al.*, 1984; ARAÚJO, 2007; BARROS, 2011).

Desta forma, os biofertilizantes podem apresentar benefícios ao desenvolvimento do sorgo BRS Ponta Negra. Tendo em vista que esta cultivar apresenta rusticidade às condições de clima e solo na região de Cerrado e que o uso do biofertilizante pode atuar tanto na substituição aos adubos químicos, além de sua ação de condicionamento do solo, minimizando sua acidez, o uso do biofertilizante pode favorecer o desenvolvimento do sorgo cultivado em solos de baixa fertilidade natural do Cerrado, tornando-se um importante recurso, principalmente para pequenos produtores rurais, que poderiam dispor de um fertilizante de múltiplas finalidades, economicamente viável, gerador de renda e ambientalmente sustentável.

Trabalhos tem sido realizado sobre o uso de biofertilizantes no cultivo do sorgo, demonstrando resultados satisfatórios para a cultura (FARIAS *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2013). Entretanto, estes trabalhos avaliaram o uso de biofertilizante em solos corrigidos e adubados previamente. Tendo em vista o potencial do biofertilizante tanto para a adubação bem como condicionador dos solos, há carência de estudos sobre o uso de biofertilizante no desenvolvimento do sorgo em solos de baixa fertilidade natural, típicos do Cerrado.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo o de avaliar o uso de diferentes doses de biofertilizante bovino no desenvolvimento inicial do sorgo forrageiro BRS Ponta Negra cultivado em solos ácidos e de baixa fertilidade natural nativos do Cerrado.

Fundamentação Teórica

O sorgo é uma gramínea forrageira produtora de grãos rústica, adaptada a regiões de baixa pluviosidade, elevadas temperaturas e pouco exigente quanto à fertilidade do solo e, por estas características, é uma importante alternativa para produção de forragem no Nordeste brasileiro (TAVARES; CAVALCANTE JÚNIOR, 2015).

O cultivo de sorgo tem sido amplamente utilizado para produção de silagem por sua facilidade de cultivo, tolerância à seca e capacidade de rebrota apresentando maior rusticidade e tolerância ao déficit hídrico em comparação ao milho, menor custo de produção, boa produtividade e maior facilidade de compactação durante o processo de ensilagem (MIRANDA *et al.* 2001; ALBUQUERQUE *et al.*, 2011; RODRIGUES, 2014). Assim, estas e outras características confere ao sorgo grande potencial para utilização na alimentação de rebanhos.

Apesar de ser considerado uma forrageira tolerante a solos de baixa fertilidade, o sorgo tem melhor desenvolvimento em solos bem preparados, com correção de acidez (pH entre 5,5 e 6,5), ricos em matéria orgânica, topografia plana e sem excesso de umidade (LANDAU; SANS, 2010). Dentre as diferentes cultivares comerciais de sorgo de boa rusticidade, destaca-se a cultivar BRS Ponta Negra, cultivar do tipo forrageiro, de pequeno porte; precoce, com ciclo médio de 90 dias até a colheita; boa produtividade de grãos, tolerância ao alumínio no solo e à seca (SANTOS *et al.*, 2007; SANTOS; GRANGEIRO, 2013).

A região do Cerrado brasileiro e em particular a região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), vem se consolidando como importante fronteira agrícola (BOLFE *et al.*, 2016). Esta região se caracteriza por possuir duas estações climáticas bem definidas: um período chuvoso, que se estende de outubro a abril (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2004; BOLFE *et al.*, 2016), quando há abundância de recursos forrageiros, seja de pastagem nativa ou cultivada; e um período seco nos demais meses, quando há forte restrição de disponibilidade de forragem. Assim, uma das estratégias para contornar esta restrição é a adoção de técnicas de conservação de forragem, particularmente a ensilagem. Neste sentido, a produção de silagem de sorgo forrageiro seria uma importante opção aos produtores. Tendo em vista que predominam nos cerrados solos profundos e bem drenados, mas de baixa fertilidade, altos teores de alumínio e elevada acidez (RAMOS; PIMENTEL, 1985), a BRS Ponta Negra seria uma cultivar de sorgo de escolha a ser recomendada principalmente a pequenos produtores.

Entretanto, para se manter elevadas produtividades das culturas, faz-se necessário o

uso mais intensivo de fertilizantes químicos. Porém, com custos relativamente elevados, particularmente para pequenos produtores, torna-se importante a busca de alternativas mais baratas. Neste sentido, a adoção de adubos orgânicos seria uma alternativa que permitiria a redução do uso dos fertilizantes químicos, como permite dar um destino adequado aos resíduos orgânicos gerados dentro da propriedade como fonte de nutrientes para a agropecuária, especialmente para adubação de pastagens (SILVA *et al.*, 2014).

A adoção da adubação orgânica possibilita a melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, permitindo, além do fornecimento de nutrientes, maior aeração, maior retenção de água, melhoria da capacidade de troca catiônica do solo e um ambiente adequado ao estabelecimento e à atividade microbiológica no solo, bem como da questão ambiental, pelos riscos de contaminação de solos e recursos hídricos pelo manejo inadequado dos fertilizantes químicos, que reforçam o uso da adubação orgânica como uma alternativa de fertilização de pastagens (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2016).

Entre os diferentes tipos de adubos orgânicos encontra-se os biofertilizantes. Os biofertilizantes são compostos líquidos produtos da fermentação de materiais orgânicos realizadas em biodigestores com produção de biogás (SILVA *et al.* 2007). Os esterco são as principais fontes de matéria prima para elaboração dos biofertilizantes por sua facilidade de obtenção, baixo custo, composição de macro e micronutrientes e, principalmente, serem ricos em microorganismos que promoverão a fermentação (ARAÚJO, 2007).

Os biofertilizantes tem sido comumente utilizado na agricultura orgânica e os bons resultados de sua aplicação no cultivo de hortaliças e cereais despertou interesse de seu uso em espécies forrageiras, por possibilitar uma redução de custos com a adubação de pastagens, podendo ser utilizada na fertirrigação; necessidade de se dar um destino adequado aos dejetos e efluentes da produção animal, além de geração de energia com a produção de biogás (LEHMANN *et al.*, 2016).

Pelo fato de ser encontrada facilmente nas propriedades rurais, é uma matéria prima de custo baixo, com altas quantidades de microrganismos fermentadores e apresentar nutrientes em quantidades satisfatórias para a nutrição das plantas, o que faz com que a produção de biofertilizante seja bastante viável no país (SILVEIRA JÚNIOR, 2013).

Os biofertilizantes são, portanto, adubos orgânicos de alta qualidade pela sua constituição e composição complexa e variável, contendo os macros e micronutrientes necessários à nutrição vegetal, disponibilizados de forma mais facilmente absorvível para as

plantas, além da presença de ácidos húmicos, que irão possibilitar melhor estruturação do solo (ARAÚJO, 2007; SILVA *et al.* 2007).

Aplicados ao solo, a matéria orgânica dos biofertilizantes forma complexos orgânicos estáveis, retendo os nutrientes que ficam mais disponíveis para a planta e evita sua lixiviação, além de reduzir a perda de bases essenciais no solo, influenciando na acidez do solo, de modo que a aplicação de biofertilizantes apresenta efeitos no aumento do pH em solos ácidos (OLIVEIRA *et al.* 1984).

Os biofertilizantes aumentam o teor de nutrientes como o fósforo, seja pelo aporte extra dos mesmos pelo biofertilizante, seja pela solubilização de fontes destes nutrientes pouco disponíveis para as plantas, libera-os gradativamente sob formas mais solúveis e trocáveis (OLIVEIRA *et al.*, 1984).

A melhoria das características físicas e químicas do solo pelos biofertilizantes resultam num aumento no desenvolvimento e produção vegetal, com aumento da porosidade, circulação de água e efeito protetor da matéria orgânica no solo, favorecendo um bom desenvolvimento de plantas (OLIVEIRA *et al.*, 1984).

Apesar da rusticidade do sorgo, este apresenta melhores respostas em condições de correção de acidez do solo e de sua fertilidade, havendo, por isso, a necessidade de forte influxo de fertilizantes e corretivos, estes não estão plenamente disponíveis a pequenos e médios produtores, em virtude tanto dos custos como da exigência de aquisição de grandes quantidades destes insumos em sua comercialização, distante da necessidade e realidade dos mesmos. Assim, torna-se interessante a busca por alternativas que possam responder aos pequenos produtores na correção da fertilidade de seus solos. Neste aspecto, a adubação orgânica, em particular dos biofertilizantes, pode ser uma alternativa que não só minimiza o uso de fertilizantes químicos onerosos e não renováveis, além de permitir fazer uso de resíduos orgânicos gerados dentro da propriedade como fonte de nutrientes para a agropecuária (SILVA *et al.*, 2014). Considerando que os solos da região dos Cerrados comumente apresentam baixos teores de nutrientes e matéria orgânica, além de elevada acidez, a adição de biofertilizantes pode ser uma boa fonte recuperadora de solos e, conseqüentemente, favorecer a produção agropecuária (OLIVEIRA *et al.*, 1984).

Metodologia

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Instituto Federal do Piauí

(IFPI), Campus Uruçuí (Uruçuí, PI), localizado na Mesorregião do Sudoeste Piauiense, Microrregião do Alto Parnaíba, a 07°17'S e 44°30'W de longitude, de clima tropical quente e semiúmido do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, apresentando média anual de temperatura e precipitação 28-30°C e 1000-1200 mm, com vegetação predominantemente de Cerrado (ANDRADE JÚNIOR, 2004; FUNDAÇÃO CEPRO, 2014).

Foi utilizado a formulação “Vairo” para a produção de biofertilizante por sua simplicidade no preparo e bom desempenho (SILVA *et al.* 2007). Resumidamente, 40 L de esterco fresco bovino foram adicionados a 40 L de água em biodigestor artesanal constituído por uma bombona plástica de 100 L e por uma mangueira de ½” acoplada em uma de suas extremidades à tampa da bombona e outra a uma garrafa com água para permitir o escape de biogás mas sem a entrada de ar. O sistema foi mantido vedado por 60 dias para ocorrência do processo fermentativo em condições anaeróbias, que foi considerado encerrado quando não se percebeu mais a presença de bolhas na garrafa.

Foram utilizados vasos de capacidade de 12,0 L contendo substrato constituído de solo retirado de área de mata nativa classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2013), caracterizado como solo ácido, rico em alumínio e de baixa fertilidade natural após análise química (Tabela 1), coletado na profundidade de 0-20 cm e devidamente peneirado.

Tabela 1. Análise química de solo utilizado como substrato utilizado para plantio de sorgo BRS Ponta Negra adubada com diferentes doses de biofertilizante

pH (H ₂ O)	P (mg/kg)	Ca	Mg	Na (cmolc/kg)	K	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	V%	C	N (g/kg)	M.O.
4,0	2	0,2	0,2	0,03	0,04	4,63	1,05	9	5,78	0,59	9,96

Fonte: Própria (2019)

O biofertilizante bovino foi aplicado aos substratos nos vasos nas concentrações de 0; 2,5; 5,0 e 7,5% (v/v) em aplicação única no dia do plantio.

Foram utilizadas sementes comerciais de sorgo BRS Ponta Negra, sendo alocadas 10 sementes/vaso e realizado desbaste dez dias após a semeadura, deixando uma planta por vaso que foram cultivadas durante 60 dias. Os vasos foram irrigados diariamente, mantendo a umidade a 80% da capacidade de campo.

Aos 60 dias após plantio, foram avaliados os seguintes parâmetros:

a) Altura da planta: medida da superfície do solo até a lígula visível da primeira folha abaixo do cartucho foliar, com auxílio de fita métrica;

- b) Diâmetro do colmo: diâmetro na região mediana do 2º entrenó a partir da base, tomado com uso de paquímetro digital;
- c) Comprimento da lamina foliar: comprimento da primeira folha completamente expandida (a partir da base) medido da base do limbo até extremidade da folha;
- d) Largura da lâmina foliar: largura entre as duas bordas da folha.

O experimento foi conduzido por delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (correspondentes aos quatro níveis de adição de biofertilizante), com quatro repetições. As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância, seguido do teste de Tukey ao nível de probabilidade de 5%, sendo o efeito da dose de biofertilizante avaliado por análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com uso do programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta sumário dos resultados da análise de variância e de regressão dos parâmetros morfométricos avaliados aos 60 dias pós plantio do sorgo cultivar BRS Ponta Negra adubados com diferentes doses de biofertilizante bovino. Foram encontradas diferenças estatísticas entre as doses de biofertilizante para todos os parâmetros avaliados ($p < 0,01$), sugerindo efeito das diferentes doses de biofertilizante no desenvolvimento destes parâmetros (Tabela 2). Além disso, conforme o parâmetro avaliado, foram encontradas respostas tanto linear (CLF), quadrática (AP e LLF) e cúbica (DC) com a dose de biofertilizante empregada (Tabela 2).

Tabela 2. Sumário da análise de variância (valor de F e coeficiente de variação) para os parâmetros altura de plantas (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da lâmina foliar (CLF) e largura da lâmina foliar (LLF) de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) variedade BRS Ponta Negra aos 60 dias pós plantio em função da dose de biofertilizante bovino, cultivado em solo ácido e de baixa fertilidade natural do Cerrado Piauiense

Fonte de variação	AP	DC	CLF	LLF
Dose de biofertilizante	67,10**	108,61**	22,58**	44,50**
Regressão linear	194,11**	312,87**	120,39**	120,39**
Regressão quadrática	7,02*	4,33 ^{ns}	11,20 ^{ns}	11,20**
Regressão cúbica	0,16 ^{ns}	8,62**	1,91 ^{ns}	1,91 ^{ns}
CV (%)	17,16	9,97	30,76	27,92

AP: Altura da planta; DC: Diâmetro do colmo; CLF: Comprimento da lâmina foliar; LLF: Largura da lâmina foliar;

CV: Coeficiente de variação; *Significativo ($p < 0,05$); **Altamente significativo ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo

Fonte: Própria (2019)

A Figura 1 apresenta a resposta dos parâmetros altura de plantas (AP), diâmetro do

colmo (DC), comprimento da lâmina foliar (CLF) e largura da lâmina foliar (LLF) de sorgo BRS Ponta Negra aos 60 dias pós-plantio em função da dose de biofertilizante bovino utilizada. O aumento da dose de biofertilizante promoveu o desenvolvimento do sorgo BRS Ponta Negra aos 60 dias pós-plantio para os parâmetros avaliados ($p < 0,01$) (Figura 1). Excetuando para o diâmetro do colmo, não foi observado limiar de resposta com as doses de biofertilizante utilizadas, sugerindo a possibilidade de se obter maiores respostas para estes parâmetros com uso de doses de biofertilizante superiores às utilizadas neste trabalho.

Figura 1: Altura de plantas (A), diâmetro do colmo (B), comprimento da lâmina foliar (C) e largura da lâmina foliar (D) de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) variedade BRS Ponta Negra aos 60 dias pós-plantio em função da dose de biofertilizante bovino, cultivado em solo ácido e de baixa fertilidade natural do Cerrado Piauiense

Fonte: Própria (2019)

Pela equação de regressão para o diâmetro do colmo, este parâmetro atinge máximo de resposta entre as doses utilizadas de 5% e 7,5% de biofertilizante (estimada pela equação de regressão em 6,8% com diâmetro de 1,45 cm). O colmo tem importante papel no acúmulo de reservas da planta de sorgo, a exemplo dos carboidratos solúveis, principais carboidratos envolvidos nos processos fermentativos na conservação de silagens (FORMIGA *et al.*, 2012; PERAZZO *et al.*, 2013; FONSECA *et al.*, 2014), além do fato de que sua espessura está

diretamente ligada à sua capacidade de translocação de água e nutrientes na planta e resistência ao acamamento (MATEUS *et al.*, 2011). Neste sentido, o parâmetro diâmetro do colmo é um indicativo da capacidade de acúmulo destas reservas na planta. No presente trabalho, aumentos significativos no diâmetro do colmo foram observados com as doses de 2,5% e 5,0% quando comparado com a ausência de aplicação biofertilizante (0%), sugerindo que o maior aporte de nutrientes proporcionado pelo biofertilizante favoreceram o desenvolvimento do colmo e, consequentemente, em sua capacidade de acúmulo de reservas. Entretanto, não foi observado aumento deste parâmetro na concentração de 7,5% de biofertilizante em comparação com 5,0%. Os valores médios para este parâmetro foram de $1,3 \pm 0,2$ cm e de $1,4 \pm 0,1$ cm, para as doses de 5,0% e 7,5% de biofertilizante, respectivamente. Estes valores são próximos aos encontrados para diâmetro do colmo por diversos autores (FONSECA *et al.* 2014; PERAZZO *et al.*, 2013; MATEUS *et al.*, 2011), de modo que estes valores para diâmetro do colmo estejam próximos do diâmetro típico da planta.

A dose de biofertilizante de 7,5% apresentou maior resposta dentre as doses testadas para os altura de planta, comprimento e largura da lâmina foliar ($p < 0,01$) (Figura 1). Para o parâmetro diâmetro do colmo, a dose de 7,5% foi superior às de 0% e 2,5% ($p < 0,01$), não diferindo estatisticamente da dose de 5,0% ($p > 0,05$). De fato, a resposta do sorgo para os parâmetros avaliados na dose de 7,5% foi significativa quando comparado com a ausência deste fertilizante orgânico (0%), com aumentos percentuais médios de 1016%, 556%, 1275% e 642% para os parâmetros AP, DC, CLF e LLF, evidenciando o efeito benéfico da aplicação de biofertilizante bovino no desenvolvimento do sorgo BRS Ponta Negra cultivado em solos ácidos e de baixa fertilidade natural.

Este forte incremento no desenvolvimento do sorgo com o aumento da dose de biofertilizante relaciona-se com uma maior intensidade de absorção de nutrientes observado no seu crescimento inicial, quando este é mais vigoroso, com rápido desenvolvimento e acúmulo de biomassa (CRUZ *et al.*, 2009). Deste modo, é possível inferir que o biofertilizante bovino provê prontamente nutrientes à planta de sorgo, resultando em rápida resposta em seu desenvolvimento com o aumento da dose de biofertilizante.

Trabalhos têm sido realizados visando avaliar o efeito do biofertilizante na cultura do sorgo, com resultados contraditórios. Diferentes dosagens de fertilizantes exerceram efeitos positivos no peso de sementes por panícula e o número de sementes por panícula de sorgo

(FARIAS *et al.* 2011), produção de massa verde, comprimento da panícula e produção de massa verde das panículas (SANTOS *et al.*, 2013), efeitos estes atribuídos ao potencial nutricional do biofertilizante. Entretanto, outros trabalhos não verificaram efeitos do uso do biofertilizante na altura e produção de matéria seca no sorgo (MATOS *et al.* 2015), ou na atenuação dos efeitos da salinidade nos parâmetros morfométricos e de produção (TAVARES; MOTA; CAVALCANTE JÚNIOR, 2015; SOUSA *et al.*, 2018). Os resultados obtidos no presente trabalho, onde os parâmetros morfométricos avaliados no sorgo responderam positivamente com a dosagem de biofertilizante, podem ser atribuídos à disponibilidade de nutrientes do biofertilizante bovino para esta cultura.

Além de fornecer nutrientes, os biofertilizantes também possuem ação condicionadora no solo, elevando o valor de saturação de bases (MATOS *et al.*, 2015), manutenção do pH do solo e maiores incrementos da matéria orgânica (SILVA *et al.*, 2009), evidenciando seu poder condicionador e fertilizante sobre a qualidade do solo (SILVA *et al.*, 2009). A presença de ácidos orgânicos, assim como carbonatos e bicarbonatos em resíduos orgânicos de origem animal, quando aplicados ao solo, possibilitam um melhor tamponamento no seu pH, neutralização do alumínio, manutenção ou formação de bases permutáveis como Ca, Mg, K e Na, de modo a contribuir com a redução da acidez nos solos (RAIJ, 1991; WHALEN *et al.*; 2000; SILVA *et al.*, 2008). Um aumento do pH no solo bem como redução de sua acidez potencial foram observados com uso de esterco líquido de bovinos de leite em confinamento (SILVA *et al.*, 2008). Estas propriedades dos biofertilizantes no condicionamento do solo, aliado ao pronto fornecimento de nutrientes à cultura, podem ter contribuído no desenvolvimento do sorgo em solos ácidos, sem prévia correção de sua acidez e fertilidade.

Conclusões

O desenvolvimento inicial do sorgo forrageiro variedade BRS Ponta Negra é favorecido pelo uso de biofertilizante bovino em solo ácido e de baixa fertilidade natural do Cerrado Piauiense, sem prévia correção de acidez e fertilidade, sendo a dose de 7,5% (v/v) de biofertilizante bovino a que apresentou melhores resultados dentre as dosagens avaliadas.

Referências

ALBUQUERQUE. C. J. B.; PINHO. R. G. V.; RODRIGUES. J. A. S.; BRANT. R. S.; Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte

de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.3, p. 494- 501, 2011.

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L.G.M. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte (Embrapa Meio-Norte. Documentos; 101), 2004.

ARAÚJO, J.F. **Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinha (*Annonasquamosa* L.) no Submédio São Francisco**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007

ARAÚJO, L. C.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, E. M.; CUNHA, O. F. R. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do capim-Mombaça. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, n. 1, p. 65-72, 2008.

BARROS, T. D. **Biofertilizante**. Campinas: Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2011.

BOLFE, E. L.; VICTÓRIA, D. C.; CONTINI, E.; BAYMA-SILVA, G.; SPINELLI-ARAÚJO, L. GOMES, D. MATOPIBA em crescimento agrícola aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 4, p. 38-62, 2016.

CRUZ, S.J.S.; OLIVEIRA, S.C.; CRUZ, S.C.S.; MACHADO, C.G.; PEREIRA, R.G. Adubação fosfatada para a cultura do sorgo granífero. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.91-97, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FARIAS, A.A.; OLIVEIRA, F.S.; COSTA, Z.V.B.; ALVES, A.S.; MESQUITA, E.F.; SANTOS, J.G.R. Produtividade do sorgo granífero adubado com esterco e biofertilizante bovino. **Engenharia Ambiental**, v 8, n. 3, p. 127-137, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, V.A.; BEBÉ, F.V.; BRITO, C.F.B.; RAMOS, A.G.O. Crescimento de plantas de sorgo em função de adubação fosfatada. Enciclopédia Biosfera, **Centro Científico Conhecer**, v.10, n.19, p.642-662, 2014.

FORMIGA, M. S.; FERREIRA, A. C.; KALINE D. TRAVASSOS, K. D.; BARACUHY, J. G. V.; LIMA, V. L. A.; DANTAS, J. P. A marcha de absorção de nutrientes (NPK) no sorgo granífero sacarino. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, n.1, p.3- 12, 2012.

FUNDAÇÃO CEPRO. **Diagnóstico socioeconômico do município de Uruaçu. 2014**. Disponível em: http://www.cepro.pi.gov.br/download/201106/CEPRO21_0b5fab9677.pdf (acessado em 22 setembro de 2019)

JUNQUEIRA, J.B.; CANGANI, M.T.; RONDINI, R.; LUCAS JUNIOR, J. Utilização de biofertilizante e composto na produção de forragem. In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA, 2014, Campo Grande. **Anais**. Jaboticabal: Sbea, 2014.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Cultivo de sorgo: Clima**. (Sistema de Produção, 2). 6. ed. 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/sorgo_6_ed/clima>. acesso em: 29 de set. 2019.

LEHMANN, A.C.S. ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; CENTURION, S. R.; CRONE, C.; NEVES, F. O. Uso do biofertilizante na adubação do capim Piatã e seus impactos na qualidade da forragem. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, p. 6-12, 2016.

MARRIEL, I. E.; KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, H. L. Tratamento e utilização e resíduos orgânicos. **Informe agropecuário**, n. 147, p. 24-36, 1987.

MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, E.; PARIZ, C.M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J.P.F. **Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

MATOS, C. F.; PINHEIRO, E.F.M.; PAES, J.; LIMA, E.; MARQUES, A.S.; CAMPOS, D.V.B. Efeito da aplicação de biofertilizante de dejetos de bovino no solo e cultura dos sorgo. In: Geração Distribuída e Energia no Meio Rural - X AGRENER, 2015, São Paulo. X AGRENER, 2015.

MIRANDA, J. E. C; PEREIRA, J.R; **Tipos de Sorgo para Silagem**. Embrapa Gado de Leite, Artigo técnico, 2001. Disponível em: <<http://www.centraldapecuaria.com.br/>> Acesso em: 29 setembro 2019.

OLIVEIRA, I.P. de; MOREIRA, J.A.A.; SOARES, M. **Uso de biofertilizante na agricultura**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF (EMBRAPA-CNPAF. Comunicado Técnico, 17), 1984.

PERAZZO, A.F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J. P. F.; AQUINO, M.M.; SILVA, T.C.; BEZERRA H.F.C. **Características agrônômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido**. Ciência Rural, Santa Maria, v.43, n.10, p.1771-1776, 2013.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Ceres/Potafos, 1991. 343p.

RAMOS, G. M.; PIMENTEL, J.C.M. **Capim-andropogon (*Andropogongayanus* Kunth var. *Bisquamulatus*): informações sobre seu comportamento nos cerrados piauienses**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE (Circular Técnica no. 6), Teresina, 1985.

RODRIGUES, J. A. S. Híbridos de sorgo forrageiro: onde estamos? Para onde vamos? In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p. 301-328, 2014.

SANTOS, F.G. et al. **BRS Ponta Negra variedade de Sorgo Forrageiro**. Comunicado Técnico, EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, setembro, 2007.

SANTOS, J.F.; GRANGEIRO, J.I.T. Desempenho produtivo de cultivares de sorgo forrageiro e granífero na Paraíba. **Tecnologia& Ciência Agropecuária**, v.7, n.2, p.49-55, 2013.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; SILVA, E. D.; SOUSA, J. S. Produção de sorgo em função de cultivares e biofertilizantes bovino líquido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, p.156-162, 2013

SANTOS JÚNIOR, E.; NETTO, A. J.; MAGALHAES, M. A.; CAVALCANTE, I. T. R.; ALENCAR, E. J. S. Adubação nitrogenada orgânica em plantas forrageiras no semiárido. In: I Congresso Internacional da diversidade do semiárido. **Anais...** Campina Grande. 2016.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. A.; SILVA, M. S. L.; MATOS, A. N. B. **Preparo e Uso de Biofertilizantes Líquidos**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido (Comunicado Técnico da Embrapa Semi-Árido, 130), 2007.

SILVA, J. C. P. M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S. de; VELOSO, C. M.; SILVA, L. F. C. e. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral sobre atributos químicos de um Latossolo Bruno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 2563-2572, 2008.

SILVA, A. A. **Viabilidade técnica e econômica da implantação da biodigestão anaeróbia e aplicação de biofertilizante nos atributos de solo e plantas**. 2009. 168f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

SILVA, P. P.; FERREIRA, R. S.; TEODORO, P. E.; TORRES, F. E.; ARIMA, G. M.; CAPPI, N.; RIBEIRO, L. P. Resposta de cultivares de *Brachiaria brizantha* a doses de biofertilizantes de aves. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, p. 286-289, 2014.

SILVEIRA JÚNIOR, O. **Uso de biofertilizante em monocultivos e em consórcio de sorgo forrageiro e capim Piatã**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, 2013.

SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; AGUIAR, E. M.; PRAXEDES, S. C. Efeito da aplicação de biofertilizante líquido no desenvolvimento do sorgo irrigado com água salobra. **Científica**, v. 46, p. 380-397, 2018.

TAVARES, L.M.S.; CAVALCANTE JUNIOR, J.A. Crescimento inicial da cultura do sorgo irrigado com água salina sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino. In: XXV CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2015, **Anais...** São Cristovão. 2015.

TAVARES, L.M.S.; MOTA, L.L.; CAVALCANTE JUNIOR, J.A. Crescimento inicial da cultura do sorgo irrigado com água salina sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino In: XXV CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2015, **Anais...** São Cristovão, 2015.

WHALEN, J.K.; CHANG, C.; CLAYTON, G.W.; CAREFOOT, J.P.

Cattlemanureamendmentscanincreasethe pH ofacidsoils. **Soil Science**
SocietyofAmericaJournal, v.64, p. 962-966, 2000.