

BIOFERTILIZANTE BOVINO E INOCULAÇÃO COM MICRORGANISMOS EFICIENTES NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE CAPIAÇU NO SEMIÁRIDO¹

BOVINE BIOFERTILIZER AND INOCULATION WITH EFFICIENT MICROORGANISMS IN THE GROWTH AND PRODUCTION OF CAPIAÇU IN THE SEMIARID REGION

Maria do Socorro de Sousa Menezes², Jefrejan Souza Rezende³, Irys de Moura Rêgo⁴, Daniel de Moura Silva⁵, Francisco Edvaldo de Araújo Sousa⁶, Emanuela da Silva Avelino⁷, Rozeano dos Santos Teixeira⁸ e Rhamon Lucas dos Santos Silva⁹

RESUMO

Biofertilizantes bovinos e microrganismos eficientes possuem potencial para melhoria do solo e produtividade das forrageiras. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do biofertilizante bovino e inoculação com microrganismos eficientes no desenvolvimento e produção do Capiaçú no semiárido piauiense. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2, sendo testadas quatro doses: 0; 0,465; 0,930; 1,860 L por vaso de biofertilizante bovino, com presença ou ausência de microrganismos eficientes (EM), com quatro repetições. Quarenta dias antes do plantio as doses de biofertilizantes foram adicionadas ao solo. A solução de EM foi diluída na proporção de 1:1000 e aplicada ao solo. Após 30 dias do plantio foi realizado o desbaste e o corte de uniformização em todas as parcelas. Posteriormente foram realizados mais dois cortes em intervalos de 50 dias. Após os cortes analisou-se as variáveis: altura de planta, número de folhas, número de folhas vivas, número de folhas mortas, número de perfilho, número de folhas por perfilho, biomassa fresca das folhas, biomassa fresca dos colmos, massa seca das folhas, massa seca dos colmos, massa seca total e produtividade. No primeiro corte, a dose de 0,930 L por vaso de biofertilizante promoveu melhor crescimento e produção do Capiaçú e os EM associados ao biofertilizante aumentaram o número de folhas e o perfilhamento do Capiaçú. A aplicação de EM não é recomendada para variáveis de produção. No segundo corte, nem o biofertilizante nem os EM influenciaram o crescimento e produtividade do Capiaçú.

Palavras-chave: Adubação orgânica; Biota do solo; Esterco líquido; *Pennisetum purpureum*.

1 Trabalho de Iniciação Científica. Universidade Estadual do Piauí - UESPI.

2 Bolsista PIBIC-UESPI. Graduada em Engenharia Agrônoma - UESPI, Picos, PI. E-mail: mariamenezes@aluno.uespi.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9752-2783>

3 Orientador. Docente do curso de Engenharia Agrônoma - UESPI, Picos, PI. E-mail: jefrejanosouza@pcs.uespi.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2606-9386>

4 Colaborador. Graduada em Engenharia Agrônoma - UESPI, Picos, PI. E-mail: irysrego@aluno.uespi.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4987-7718>

5 Colaborador. Graduado em Engenharia Agrônoma - UESPI, Picos, PI. E-mail: danielmsilva@aluno.uespi.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1589-8346>

6 Colaborador. Graduado em Engenharia Agrônoma - UESPI, Picos, PI. E-mail: feasousa@aluno.uespi.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4180-0190>

7 Colaborador. Graduada em Engenharia Agrônoma - UESPI, Picos, PI. E-mail: emanuelaavelino@aluno.uespi.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8882-1613>

8 Colaborador. Graduado em Engenharia Agrônoma - UESPI, Picos, PI. E-mail: rozeanosantosteixeira@aluno.uespi.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8668-3330>

9 Colaborador. Graduado em Engenharia Agrônoma - UESPI, Picos, PI. E-mail: rhamonsilva@aluno.uespi.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3743-3355>

ABSTRACT

Bovine biofertilizers and efficient microorganisms have potential to improve soil and forage productivity. This study aimed to evaluate the effect of bovine biofertilizer and inoculation with efficient microorganisms on the development and production of Capiaçú in the semiarid region of Piauí. A completely randomized design was adopted in a 4x2 factorial scheme, where four doses were tested: 0; 0.465; 0.930; 1.860 L per pot of bovine biofertilizer, with the presence or absence of efficient microorganisms (EM) with four replicates. Forty days before planting, the biofertilizer doses were added to the soil. The EM solution was diluted in a ratio of 1:1000 and applied to the soil. After 30 days of planting, thinning was performed followed by a uniformity cut in all plots. Subsequently, two more cuts were performed at 50-day intervals. After the cuts, the following variables were analyzed: plant height, number of leaves, number of live leaves, number of dead leaves, number of tillers, number of leaves per tiller, fresh leaf biomass, fresh stem biomass, dry leaf mass, dry stem mass, total dry mass and productivity. In the first cut, the biofertilizer at a dose of 0.930 L per pot improved the growth and production of Capiaçú and EM associated with biofertilizer increased the number of leaves and tillering of Capiaçú. EM application is not recommended for production variables. In the second cut, neither the biofertilizer nor EM influenced the growth and productivity of Capiaçú.

Keywords: Organic fertilization; Soil biota; liquid manure; *Pennisetum purpureum*.

INTRODUÇÃO

O uso de plantas forrageiras como base da alimentação de ruminantes tem sido amplamente adotado no Brasil, um dos principais produtores de leite e carne do mundo, devido à sua eficiência na redução dos custos de produção promovido pelas condições edafoclimáticas que favorecem a alta produtividade de massa forrageira com excelente valor nutricional (MONÇÃO *et al.*, 2020).

Em relação às plantas forrageiras, o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) é cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais. Essa cultura se destaca como uma das forrageiras mais importantes, sendo utilizada como capineira, para pastejo e na produção de silagem (PEREIRA *et al.*, 2017).

Dentre as cultivares de capim elefante, a BRS Capiaçú apresenta alta produção de biomassa e elevado valor nutricional, no período de escassez de chuva, sendo fornecido como uma alternativa de suplementação volumosa, na forma de silagem e cortado verde no cocho (MONTEIRO *et al.*, 2011). Além disso, a cultivar destaca-se das demais por apresentar facilidade de colheita mecanizada, resistência ao tombamento e touceiras cheias e erguidas (PEREIRA *et al.*, 2016; ROSA *et al.*, 2019).

No semiárido nordestino, a produção de forrageiras não tem apresentado desempenho satisfatório, levando a estacionalidade da produção (SOARES; ALBUQUERQUE; SILVA, 2021; POMPEU, 2024). Essa baixa produtividade está associada, em grande parte, às condições do solo na região semiárida do Nordeste, onde predominam baixos teores de matéria orgânica (DIAS; SILVA; NÓBREGA, 2018), especialmente em solos arenosos. A matéria orgânica beneficia os solos, favorece a agregação, libera macro e micronutrientes, eleva a porosidade e aeração,

aumenta capacidade de troca catiônica (CTC) e contém microrganismos benéficos, aumentando o potencial de produção (KOULL; HALILAT, 2016).

Diante desse cenário, o uso de biofertilizantes bovinos surge como uma estratégia eficiente e de baixo custo para melhorar as propriedades do solo e aumentar a produtividade das culturas (CAMPOS *et al.*, 2008; MELÉM JÚNIOR *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2021).

Alonso e Costa (2017) ao avaliarem o efeito do biofertilizante bovino na produtividade de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (MG5) constataram que os tratamentos que receberam biofertilizante diferiram estatisticamente com o aumento da dose e apresentaram maior produção de massa verde em comparação com a testemunha. Simonetti; Marques; Costa (2016) obtiveram resultado de massa verde semelhante na produção de capim Mombaça, onde a maior dose do biofertilizante superou o tratamento zero.

Outra ferramenta de elevado potencial é a aplicação dos microrganismos eficientes, um consórcio de bactérias e fungos benéficos que promovem a decomposição da matéria orgânica e melhoram a fertilidade do solo (SILVA; CORDEIRO; ROCHA, 2022) disponibilizando assim, os nutrientes às plantas. De acordo com Andrade (2020), nos processos metabólicos de decomposição da matéria orgânica, os microrganismos liberam nutrientes, hormônios, e outros compostos essenciais a microbiota do solo e as plantas. Além disso, propicia a resistência das plantas ao ataque de insetos e doenças, pela liberação de compostos.

Considerando a importância do Capiapu para a região semiárida e o potencial dos biofertilizantes bovinos e microrganismos eficientes na melhoria do solo e da produtividade, este estudo se torna relevante, especialmente devido a escassez de pesquisas sobre essa associação.

Portanto, objetivou-se avaliar o efeito do biofertilizante bovino associado à inoculação com microrganismos eficientes no desenvolvimento e produção do Capiapu no semiárido piauiense.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido coberto com sombrite a 75%, em uma estrutura com dimensões de 9,0 m x 4,0 m x 2,0 m (comprimento x largura x altura), localizada na área experimental do Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Piauí (UES-PI), Campus Professor Barros Araújo, no município de Picos-PI. O clima da região é do tipo “BSh”, caracterizado como semiárido, seco, havendo uma temporada úmida e chuvosa, com precipitações pluviométricas atingindo médias de 600 a 700 mm por ano (ALVARES *et al.*, 2013).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro doses do biofertilizante bovino (0; 0,465; 0,930; 1,860 L vaso⁻¹), correspondendo a 0; 51.666,66; 103.333,33 e 206.666,66 L ha⁻¹ combinadas à presença ou ausência de microrganismos eficientes. O experimento contou com quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais.

A dose recomendada de 1,860 L vaso⁻¹ foi definida de acordo com Pereira *et al.* (2016). Cada vaso tinha capacidade de 18 dm³.

O solo utilizado foi coletado na área experimental da Universidade Estadual do Piauí, na camada de 0 a 20 cm, e enviado ao Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Professora Cinobelina Elvas (CPCE), para caracterização química e granulométrica (DONAGEMA *et al.*, 2011). Os dados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química e granulométrica do solo na camada de 0-20 cm.

pH (H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	m	V	MO
	----mg dm ⁻³ ----		-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----%-----				
5,71	55,20	48,00	3,48	0,93	0,00	3,67	4,53	4,53	8,20	0,00	55,20	1,58

Areia: 71,8%; Silte: 9,1%; Argila: 19,1%.

Fonte: Laboratório de Análises de Solos (CPCE).

A correção da acidez do solo ocorreu 90 dias antes do plantio da cultura através da aplicação de calcário dolomítico, pelo método de saturação de bases, visando alcançar 60% de saturação por bases, correspondendo a 5,13 g vaso⁻¹ (PEREIRA *et al.*, 2016).

O biofertilizante bovino foi produzido dois meses antes da aplicação ao solo, em um tambor de 50 dm³. Um orifício foi feito na lateral do tambor, permitindo a inserção de uma mangueira 1,5 m de comprimento. Uma extremidade da mangueira permaneceu dentro do tambor, sem tocar a mistura de esterco e água, enquanto a extremidade foi colocada dentro de uma garrafa transparente de dois litros com água. O processo consistiu em adicionar esterco e água, na proporção de 1:1, e misturá-los até atingir homogeneidade. Para ocorrer o processo anaeróbico, a mangueira eliminou o gás produzido durante a fermentação, impedindo a entrada de oxigênio. O período de fermentação foi de 30 dias, quando não formava mais bolhas de ar na garrafa (SILVA; ANJOS; BRITO, 1997). A análise química do biofertilizante encontra-se na tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização química do biofertilizante.

pH	C.E/25°C	N	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	C	C/N	M.O
	-dS m ⁻¹ -	-----g L ⁻¹ -----							
6,20	2,05	1,16	0,08	0,50	0,25	0,15	6,66	5,74	11,4
B	Cu ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Na ⁺				
-----mg L ⁻¹ -----									
38,10	1,00	67,00	1,00	1,00	90,00				

Fonte: Laboratório de Análises de Solo e Planta (LASP).

Dois meses antes do plantio, os microrganismos eficientes foram capturados em solo de vegetação nativa, rico em serrapilheira, na localidade Ponta-d'água município de Pimenteiras (06°14'43" S e 41°25'09" O). O clima é classificado como tropical semiárido quente, com duração do período seco de sete a oito meses, com temperaturas médias entre 25 e 36°C. Os solos da região são

caracterizados como latossolos vermelho-amarelo distróficos associados a solos litólicos (DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO, 2012).

Pra isso, 700 gramas de arroz sem sal foram cozidas e distribuídas sob a superfície de vasilhas de plástico de 1 L e posteriormente fechadas. Foram abertos orifícios de 2 mm no fundo e lateral das vasilhas para favorecer as trocas gasosas e a colonização do substrato. As vasilhas foram colocadas em vegetação nativa preservada para captura os microrganismos. Para isso, a matéria orgânica (serrapilheira) foi afastada e, após colocar o material (arroz), a serrapilheira foi colocada sobre as vasilhas, a fim de cobri-las (ANDRADE, 2020).

Após um período de 15 dias, os microrganismos foram recolhidos para serem multiplicados, seguindo a metodologia de Andrade (2020). Para isso, as partes do arroz que com as colorações rosada, azulada, amarelada e alaranjada foram utilizadas. As partes com coloração cinza, marrom e preta não foram utilizadas (ANDRADE, 2020).

Após a captura, os microrganismos eficientes foram multiplicados nas seguintes etapas: distribuição do arroz colorido em cinco garrafas de plástico de dois litros e colocados 200 ml de melão de cana em cada garrafa. Em seguida as garrafas foram completadas com água (sem cloro). As garrafas foram fechadas e colocadas à sombra por um período de 15 dias. O gás armazenado nas garrafas foi liberado de dois em dois dias (ANDRADE, 2020).

A solução de microrganismos eficientes foi diluída em água sem cloro na proporção de 1:1000 (10 ml de microrganismos eficientes para 10 L de água) e depois a mistura foi adicionada no solo até umedecer, totalizando 400 ml da mistura em 18 dm³ (ANDRADE, 2020).

Aos 40 dias antes do plantio as doses de biofertilizantes foram incorporadas ao solo (SILVA; ANJOS; BRITO, 1997). A aplicação ocorreu de acordo com análise de solo, o teor de nitrogênio do biofertilizante e a necessidade da cultura, seguindo a recomendação de Pereira *et al.* (2016), sendo aplicados 2,16 g vaso⁻¹, que correspondeu a 240 kg ha⁻¹.

Após 30 dias da aplicação do biofertilizante bovino ocorreu a aplicação da solução de microrganismos eficientes, deixando o solo umedecido, com posterior repouso de 10 dias (ANDRADE, 2020).

As mudas de Capiáçu contendo uma gema foram plantadas na densidade de três plantas vaso⁻¹. Os vasos foram distribuídos espacialmente nas dimensões 1,0 x 0,5 m, entre linhas e entre plantas, respectivamente (PEREIRA *et al.*, 2021).

A irrigação foi conduzida de modo a manter a umidade do solo em 60% da capacidade de máxima retenção de água. As plantas daninhas foram removidas de forma manual. Após 30 dias do plantio ocorreu o desbaste deixando uma planta por vaso, bem como foi realizado o corte de uniformização a 5 cm do solo em todas as parcelas.

Foram realizados dois cortes de avaliação, com intervalos de 50 dias (ROSA *et al.*, 2019; LOPES *et al.*, 2021). Em cada corte, analisaram-se as seguintes variáveis: altura de planta (AP, cm), número de folhas (NF), número de folhas vivas (NFV), número de folhas mortas (NFM), número de

perfilhos (NP), número de folhas por perfilho (NFP), biomassa fresca das folhas (BF, kg), biomassa fresca dos colmos (BC, kg), massa seca das folhas (MSF, kg), massa seca dos colmos (MSC, kg) e produtividade (PT, t ha⁻¹).

A AP foi obtida do solo até a base da última folha totalmente expandida, com auxílio de uma fita milimétrica. O NF, NFV, NFM (folhas com mais de 50% de senescência), NP e NFP, foram determinados por contagem. Posteriormente realizou-se o corte das plantas rente ao solo, separando folhas e colmos para quantificar a participação desses componentes na planta, sendo armazenados em sacos de papel e levadas ao laboratório de Biologia da UESPI, para avaliação da BF e BC, em balança semi-analítica (0,1 g). Em seguida, o material foi levado para o laboratório de Agronomia, colocado em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65 °C por 72 horas, e depois pesados em balança semi-analítica (0,1 g) para obter o teor da MSF, MSC. A PT foi estimada por meio da soma da MSF e MSC e extrapolada para hectare.

Os dados foram submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$). Quando constatada significância foram empregadas à análise de regressão polinomial a 5% de significância para as doses de biofertilizante e o teste de Tukey para a inoculação dos microrganismos eficientes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou que, no primeiro corte, as doses do biofertilizante bovino afetaram significativamente a altura das plantas (AP). A presença dos microrganismos eficientes influenciou a AP e número de folhas mortas (NFM). Além disso, houve interação significativa entre os fatores para o número de folhas (NF), número de folhas vivas (NFV), número de perfilhos (NP) e número de folhas por perfilho (NFP) (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), número de folhas (NF), número de folhas vivas (NFV) número de folhas mortas (NFM), número de perfilho (NP) e número de folhas por perfilho (NFP) de Capiachu em resposta as doses de biofertilizante associado à inoculação de microrganismos eficientes no primeiro corte.

Fontes de variação	Valor de P					
	AP	NF	NFV	NFM	NP	NFP
	--cm--	-----Nº-----				
Biofertilizante bovino (B)	0,004*	0,065 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,393 ^{ns}	0,058 ^{ns}	0,215 ^{ns}
Microrganismos eficientes (ME)	0,002*	0,010*	0,011*	0,034*	0,011*	0,177 ^{ns}
B x ME	0,333 ^{ns}	0,033*	0,028*	0,310 ^{ns}	0,006*	0,001*
CV(%)	16,49	39,78	40,24	52,61	47,39	16,49

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Fonte: Construção do Autor.

Em relação às variáveis de produção, para o primeiro corte, houve efeito isolado das doses do biofertilizante bovino e dos microrganismos eficientes para todas as variáveis analisadas (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de variância para biomassa da folha (BF), biomassa do colmo (BC), massa seca da folha (MSF), massa seca do colmo (MSC) e produtividade (PT) de Capiaçú em resposta a doses de biofertilizante associado à inoculação de microrganismos eficientes no primeiro corte.

Fontes de variação	Valor de P				
	BF	BC	MSF	MSC	PT
	-----g vaso ⁻¹ -----				---kg ha ⁻¹ ---
Biofertilizante bovino (B)	0,033*	0,004*	0,049*	0,005*	0,019*
Microrganismos eficientes (ME)	0,004*	0,001*	0,021*	0,001*	0,007*
B x ME	0,158 ^{ns}	0,612 ^{ns}	0,065 ^{ns}	0,627 ^{ns}	0,157 ^{ns}
CV (%)	47,89	40,61	59,30	51,08	54,28

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Fonte: Construção do Autor.

Em relação à ação individual dos microrganismos eficientes, a não aplicação proporcionou os maiores valores médios de altura de planta (AP), número de folhas mortas (NFM), biomassa da folha (BF), biomassa do colmo (BC), massa seca da folha (MSF), massa seca do colmo (MSC) e produtividade (PT) de Capiaçú (Tabela 5). Fato que pode ser explicado por uma possível interação negativa entre os microrganismos inoculados e os nativos do solo, que por sua vez estão adaptados as condições edáficas locais (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Tabela 5 - Altura de planta (AP), número de folhas mortas (NFM), biomassa do colmo (BF), massa seca da folha (MSF), massa seca do colmo (MSC) e produtividade (PT) de Capiaçú em resposta a aplicação de microrganismos eficientes no primeiro corte.

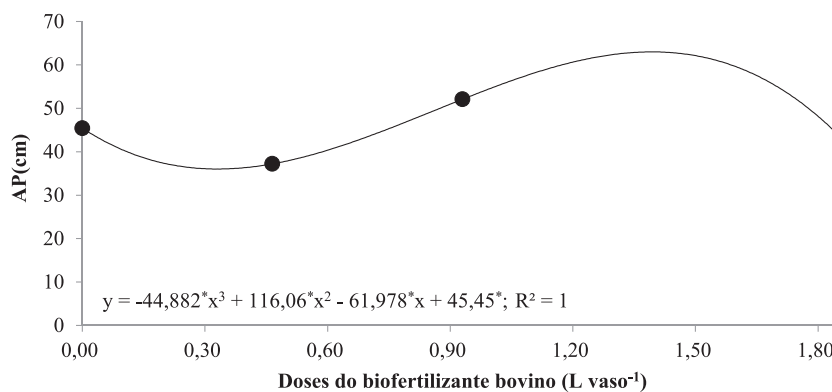
Fonte de variação	AP	NFM	BF	BC	MSF	MSC	PT
	--cm--	--nº--	-----g vaso ⁻¹ -----				kg ha ⁻¹
Com microrganismos	39,943 b	3,312 b	29,172 b	33,765 b	4,430 b	2,275 b	778,333 b
Sem microrganismos	48,750 a	5,062 a	50,120 a	58,351 a	7,521 a	5,016 a	1393,055 a
CV (%)	16,49	52,61	47,89	40,61	59,30	51,08	54,28

*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Fonte: Construção do Autor.

Para a AP a dose de 0,930 L vaso⁻¹ do biofertilizante bovino, correspondente a 103.333,33 L ha⁻¹, proporcionou o maior valor no primeiro corte (52, 09 cm) (Figura 1).

Figura 1 - Altura de planta (AP) de Capiaçú em resposta as doses do biofertilizante bovino.



Fonte: Construção do Autor.

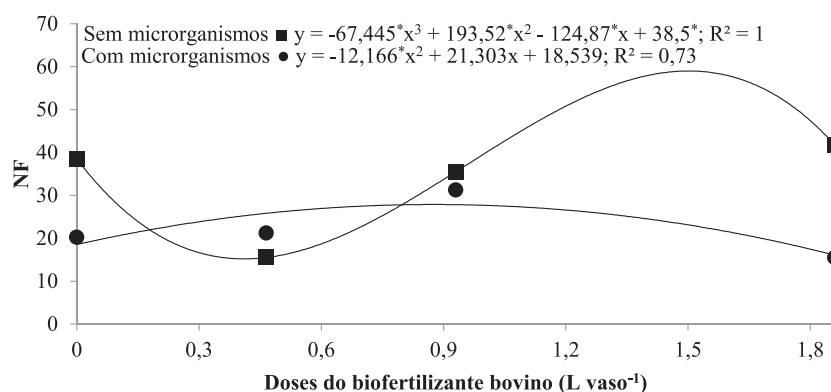
A maior AP proporcionado pela aplicação da dose testada de 0,930 L vaso⁻¹ ocorreu, possivelmente em virtude da incorporação de matéria orgânica no solo, que traz numerosos efeitos benéficos, como a melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, ampliando assim o fornecimento de nutrientes às plantas, como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio que maximizam o desdobramento celular ocasionando maior crescimento (SANTANA *et al.*, 2012; VASCONCELOS *et al.*, 2017).

O Resultado obtido no estudo diferente do encontrado por Simonetti; Marques; Costa, (2016), trabalhando com capim Mombaça, onde a maior dose do biofertilizante, correspondente a 200 m³ ha⁻¹, proporcionou maiores valores de crescimento.

A redução dessa variável com doses acima da recomendada pode estar atrelada a desproporção nutricional, resultando excedente de nutrientes no solo, com consequência efeito tóxico as plantas (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Segundo Melo *et al.* (2011) o uso de grandes quantidades de adubo orgânico impedem as trocas gasosas do solo e absorção de nutrientes, em função do selamento que se origina na superfície do solo no vaso.

Para o NF, com a presença de microrganismos eficientes, a dose calculada de 0,875 L vaso⁻¹ proporcionou o maior valor (27,882) e sem a presença de microrganismos eficientes a dose testada de 1,860 L vaso⁻¹ proporcionou o maior valor (41,74) no primeiro corte (Figura 2).

Figura 2 - Número de folha (NF) de Capiáçu em função das doses de biofertilizante bovino com os microrganismos eficientes.



Fonte: Construção do Autor.

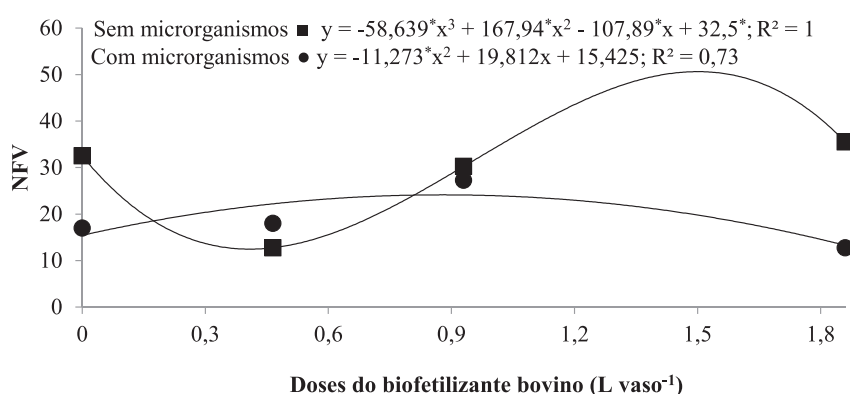
Trabalhos sobre biofertilizante bovino associado à inoculação com microrganismos eficientes no Capiáçu são escassos na literatura. Entretanto Andrade (2020) salienta respostas positivas quando os microrganismos eficientes foram associados às vias de cultivo orgânico, como a adubação verde, biofertilizante, compostagem e consorciação.

A matéria orgânica do solo é a principal fonte natural de nitrogênio para as culturas (cerca 95 % do N). Apesar disso, é necessário que ocorra a mineralização da matéria orgânica, realizada pelos microrganismos (PREZOTTI *et al.*, 2007).

A eficiência do biofertilizante bovino sem a presença dos EM pode estar relacionado a liberação de nitrogênio. Este nutriente é imprescindível para a estruturação de proteínas, por ser um elemento necessário dos aminoácidos, para a síntese de clorofila, além de atuar no processo de fotossíntese (PREZOTTI *et al.*, 2007).

Para o NFV, com a presença de microrganismos eficientes a dose calculada de 0,878 L vaso⁻¹ proporcionou o maior valor (24,13) e sem a presença de microrganismos eficientes a dose testada de 1,860 L vaso⁻¹ proporcionou a maior média (35,50) (Figura 3).

Figura 3 - Número de folhas vivas (NFV) de Capiáçu com aplicação das doses de biofertilizante bovino com os microrganismos eficientes.

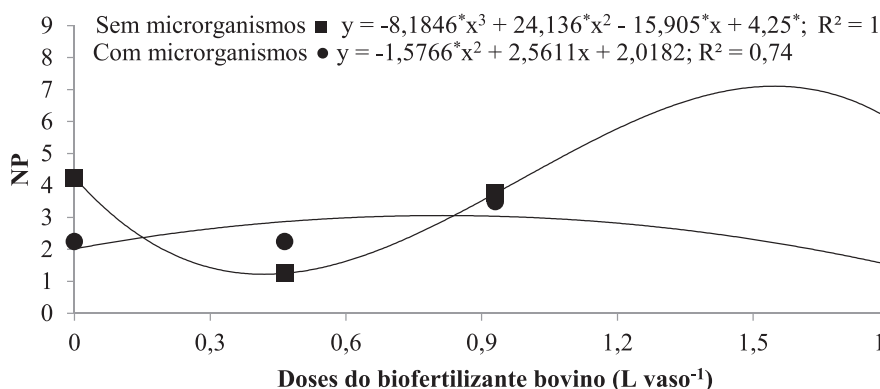


Fonte: Construção do Autor.

A associação do biofertilizante com os microrganismos eficientes proporcionam o aumento da eficácia das matérias orgânicas como fertilizantes; melhorando os aspectos químico, físico e biológico do solo e aumentando as populações de outros microrganismos benéficos, como os actinomicetos, os fungos micorrízicos arbusculares e os fixadores de nitrogênio (ANDRADE, 2020). O N por sua vez atua no crescimento da vida da folha devido à constância na maior capacidade fotossintética por intervalos mais longos, sem remobilização interior considerável de N das folhas mais velhas (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Para o NP, na presença de microrganismos eficientes, a dose de 0,812 L vaso⁻¹ proporcionou o maior valor (3,05) e sem a presença de microrganismos eficientes a dose testada de 1,860 L vaso⁻¹ proporcionou o valor máximo de 5,50 no primeiro corte (Figura 4).

Figura 4 - Número de perfilhos (NP) de Capiacu com o emprego das doses de biofertilizante bovino com os microrganismos eficientes.

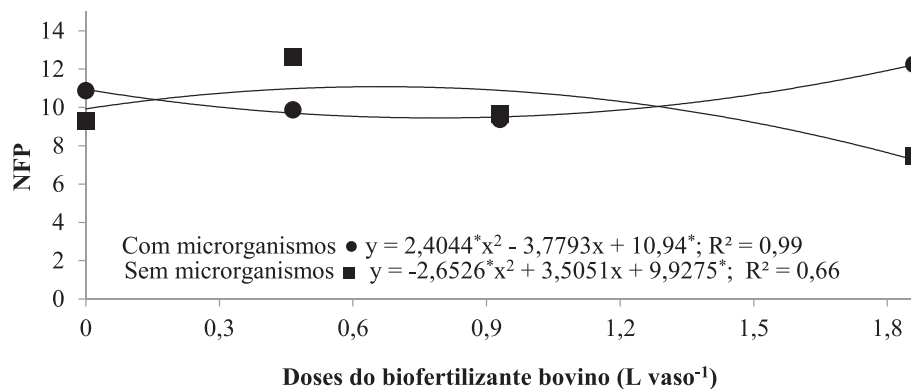


Fonte: Construção do Autor.

Isso pode estar associado à ação do biofertilizante bovino na correção e elevação da fertilidade do solo, resultando no crescimento das plantas (VASSILEV *et al.*, 2015). Os microrganismos eficientes produzem hormônios, ácidos orgânicos, vitaminas, polissacarídeos e antibióticos, que influenciam positivamente no crescimento da planta (ANDRADE, 2020).

Em relação ao NFP, a dose testada de 1,860 L vaso⁻¹ do biofertilizante bovino associado aos microrganismos eficientes proporcionou o maior valor (12,22), já a aplicação isolada de biofertilizante bovino a dose calculada de 0,660 L vaso⁻¹ resultou na maior média (11,08) (Figura 5).

Figura 5 - Número de folhas por perfilhos (NFP) de Capiacu em função das doses de biofertilizante bovino com os microrganismos eficientes.

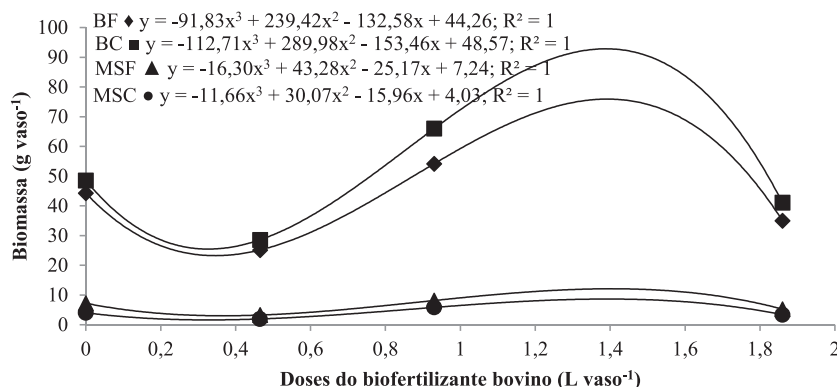


Fonte: Construção do Autor.

Esse resultado pode estar relacionado ao uso associado de microrganismos e resíduos naturais que aumentam o crescimento das plantas (SANTOS *et al.*, 2024). Por intermédio de associações, são capazes de realizar mineralização de fósforo, a fixação de nitrogênio e o aumento na rizosfera (SILVA *et al.*, 2020). O nitrogênio auxilia dinamicamente na produção e acréscimo da área foliar (ARAÚJO; FERREIRA; CRUZ, 2004).

Para a BF, BC, MSF e MSC a dose de 0,930 L vaso⁻¹ do biofertilizante bovino proporcionou o maior valor (54,17; 66,00; 8,15 e 5,83 g), respectivamente (Figura 6).

Figura 6 - Biomassa da folha (BF), biomassa do colmo (BC), massa seca da folha (MSF) e massa seca do colmo (MSC) de Capiáçu com a aplicabilidade das doses de biofertilizante bovino.



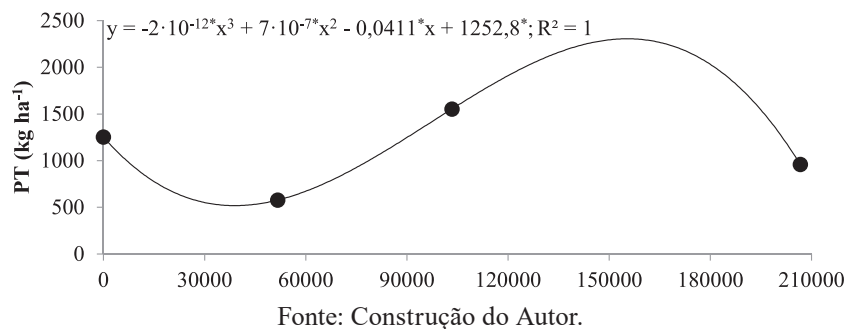
Fonte: Construção do Autor.

Esses resultados podem ser explicados pelo fato do biofertilizante possuir nutrientes fundamentais ao desenvolvimento da planta, como o nitrogênio que influencia nas características estruturais das plantas, estimulando o alongamento, o perfilhamento e a produção aérea (SOUZA *et al.*, 2018; MARTUSCELLO *et al.*, 2019).

O biofertilizante bovino atua na liberação de hormônios de crescimento e na amonificação da matéria orgânica e mineral, favorecendo a disponibilidade de nutrientes às plantas (TRIVEDI *et al.*, 2017). Além disso, estimula a multiplicação da atividade microbiana no solo cooperando para a produção de MS da parte aérea (SOARES FILHO *et al.*, 2015).

A maior produtividade (1553,34 kg ha⁻¹) foi observada com aplicação de 0,930 L vaso⁻¹ (103.333,33 L ha⁻¹) de biofertilizante bovino (Figura 7), indicando que essa dose é a mais eficiente dentro das condições testadas.

Figura 7 - Produtividade no Capiáçu em resposta as doses de biofertilizante bovino.



Fonte: Construção do Autor.

O biofertilizante bovino, como adubo, tem a capacidade de liberar, acumular e repor a matéria orgânica do solo e adição de macro e micronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco, cobre e boro proveniente do seu material de origem, o esterco animal (BETTIOL; GHINI; MORANDI, 2005; ALONSO; COSTA, 2017; XAVIER JUNIOR *et al.*, 2021).

O aumento da disponibilidade de N, resulta no aumento da densidade de perfilho e alongamento do pseudocolmo e das folhas, resultando em maior produção de matéria seca das gramíneas (COLOZZA *et al.*, 2000; ORRICO JUNIOR *et al.*, 2012).

A dose recomenda de 1,860 L vaso¹ que corresponde a 206.666,66 L ha¹ do biofertilizante bovino ocasionou redução das variáveis de produção no Capiacu no primeiro corte. O resultado diferente do encontrado por Edvan *et al.* (2010) ao utilizarem esterco bovino na adubação de pastagem de capim Buffel, onde as maiores dosagens resultaram em maiores produções de matéria seca em t ha⁻¹, quando comparadas aos outros tratamentos.

Em relação à ação individual dos microrganismos eficientes (Tabela 5), a ausência de resposta positiva à inoculação de microrganismos eficientes pode estar relacionada a fatores como a composição genética do inóculo, a competição com a microbiota nativa, o tipo de planta inoculada e as condições ambientais do solo, incluindo temperatura, pH, umidade, qualidade e disponibilidade de substrato (VAN VEEN; VAN OVERBEEK; VAN ELSAS, 1997).

Resultados corroboram com os encontrados por Van Vliet; Bloem; Goede (2006), que identificaram efeitos significativos na produção de biomassa de *Lolium perenne* cultivados na presença da matéria orgânica incubada com microrganismos eficientes.

De acordo com a análise de variância, para o segundo corte, não houve efeito das doses do biofertilizante bovino, da inoculação dos microrganismos eficientes e da interação para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), número de folhas (NF), número de folhas vivas (NFV) número de folhas mortas (NFM), número de perfilho (NP) e número de folhas por perfilho (NFP) de Capiacu em resposta as doses de biofertilizante associado à inoculação de microrganismos eficientes no segundo corte.

Fontes de variação	Valor de P					
	AP	NF	NFV	NFM	NP	NFP
	--cm--	-----nº-----				
Biofertilizante bovino (B)	0,121 ^{ns}	0,636 ^{ns}	0,815 ^{ns}	0,250 ^{ns}	0,257 ^{ns}	0,307 ^{ns}
Microrganismos eficientes (ME)	0,981 ^{ns}	0,918 ^{ns}	0,522 ^{ns}	0,177 ^{ns}	0,230 ^{ns}	0,434 ^{ns}
B x EM	0,248 ^{ns}	0,426 ^{ns}	0,703 ^{ns}	0,336 ^{ns}	0,239 ^{ns}	0,773 ^{ns}
CV (%)	22,01	27,00	29,60	37,91	29,98	20,56

*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ^{ns}não significativo.

Fonte: Construção do Autor.

De acordo com a análise de variância, para o segundo corte, não houve efeito das doses do biofertilizante bovino, da inoculação dos microrganismos eficientes e da interação para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 7).

Tabela 7 - Biomassa da folha (BF), biomassa do colmo (BC), massa seca da folha (MSF), massa seca do colmo (MSC), massa seca total (MST) e produtividade (PT) no Capiáçu em resposta as doses de biofertilizante associado à inoculação de microrganismos eficientes no segundo corte.

Fontes de variação	Valor de P				
	BF	BC	MSF	MSC	PT
	-----g vaso ⁻¹ -----				
	kg ha ⁻¹				
Biofertilizante bovino (B)	0,411 ^{ns}	0,137 ^{ns}	0,346 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,108 ^{ns}
Microrganismos eficientes (ME)	0,783 ^{ns}	0,586 ^{ns}	0,823 ^{ns}	0,406 ^{ns}	0,398 ^{ns}
B x ME	0,207 ^{ns}	0,431 ^{ns}	0,222 ^{ns}	0,390 ^{ns}	0,249 ^{ns}
CV%	31,23	36,94	36,34	49,02	5,23

*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ^{ns}não significativo.

Fonte: Construção do Autor.

A baixa constância de adubos orgânico no solo pode explicitar esses resultados. Isso decorre porque o composto é mais predisposto a se dissociar ou se mineralizar, ocasionando uma redução da sua ação sobre as culturas após o primeiro ciclo, o que pode estar associado ao método de elaboração do composto orgânico (SZAJDAK *et al.*, 2003).

Outro fato é que a absorção do biofertilizante pelas plantas se realiza com muita celeridade, sendo apropriado para as culturas de ciclo curto ou na intervenção rápida de deficiências nutricionais, necessitando ser empregado como fonte instantânea de nutrientes, ajustando o que existe no solo e a demanda da planta a cada ciclo (SILVA *et al.*, 2007)

Sobre os microrganismos eficientes só resultará em acréscimos benéficos se houver circunstâncias ambientais benéficas, como harmonia entre os microrganismos e a cultura instalada e o equilíbrio do custo-benefício da interação para a manutenção da associação multifuncional (PARTIDA-MARTÍNEZ; HEIL, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No primeiro corte, a aplicação do biofertilizante bovino melhorou o crescimento e a produção do Capiáçu, com a dose de 0,930 L vaso⁻¹ (equivalente a 103.333,33 L ha⁻¹) apresentando os melhores resultados.

No primeiro corte os microrganismos eficientes aumentam o número de folha e o perfilhamento do Capiáçu quando associado ao biofertilizante bovino.

Não se recomendada à aplicação dos microrganismos eficientes para as variáveis de produção, nas condições de estudo.

No segundo corte, nem o biofertilizante bovino nem os microrganismos eficientes influenciaram significativamente o desenvolvimento e a produtividade do Capiáçu. Esse resultado pode estar relacionado à rápida mineralização da matéria orgânica e à possível competição dos microrganismos exógenos com a microbiota nativa do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Piauí (UESPI) e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROP) pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALONSO, R. A.; COSTA, L. V. C. Caracteres agronômicos de *B. brizantha* cv. Xaraés (MG5), sob diferentes doses de biofertilizante de dejetos de bovino leiteiro. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 11, n. 4, p. 400-411, 2017.

ALVARES, C. A. *et al.* Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 1-18, 2013.

ANDRADE, F. M. C. **Caderno dos microrganismos eficientes. In: Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2020.

ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; MORANDI, M. A. B. Alguns métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. (ed). **Controle alternativo de pragas e doenças.** Viçosa: EPAMIG/CTZM, 2005.

CAMPOS, V. B. *et al.* Potássio, biofertilizante bovino e cobertura do solo: Efeito no crescimento do maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 3, p. 78-86, 2008.

COLOZZA, M. T. *et al.* Respostas de *Panicum maximum* cultivar Aruana às doses de N. **Boletim de Indústria Animal**, v. 57, n. 1, p. 21-32, 2000. Disponível em: https://iz.agricultura.sp.gov.br/pesq_bia.php?id=200. Acesso em: mar. 2025.

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO. **Município de Pimenteiras.** 2012, 9 p. Disponível em: http://www.cepro.pi.gov.br/download/201309/CEPRO27_c056b68302.pdf. Acesso em: ago. 2024.

DIAS, F. P. M.; SILVA, F. T. S.; NÓBREGA, J. C. A. Teor e estoque de matéria orgânica do solo em sistemas agroecológicos de produção. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2018.

DONAGEMA, G. K. *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011.

EDVAN, R. L. *et al.* Utilização de adubação orgânica em pastagem de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* CV. Molopo). **Archivos de zootecnia**, v. 59, n. 228, p. 499-508, 2010.

KOULL, N.; HALILAT, N. T. Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouargla (Algérie). **Étude et Gestion des Sols**, v. 23, n. 1, p. 9-20, 2016.

LOPES, F. C. F. *et al.* Chemical composition and fatty acid profile of BRS Capiapu ensiled at different regrowth ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1981-2004, 2021.

MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, n. 1441, p. 1-10, 2019.

MELÉM JÚNIOR, N. J. *et al.* Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 7-18, 2011.

MELO, J. C. *et al.* Respostas morfofisiológicas do capim mombaça submetida a doses de resíduo líquido de laticínios. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 54, n. 3, p. 247-258, 2011.

MONÇÃO, F. P. *et al.* Productivity and nutritional value of BRS capiaçu grass (*Pennisetum purpureum*) managed at four regrowth ages in a semiarid region. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 1, p. 235-241, 2020.

MONTEIRO, I. J. G. *et al.* Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 1-6, 2011.

OLIVEIRA, A. L. M. *et al.* Biodiversity of soil bacteria and its applications for a sustainable agriculture. **Review**, v. 3, n. 1, p. 56-77, 2014.

OLIVEIRA, D. Q. L. *et al.* Utilização de resíduos da indústria de couro como fonte nitrogenada para o capimelefante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 417-424, 2008.

ORRICO JUNIOR, M. A. P. *et al.* Effects of biofertilizer rates on the structural, morphogenetic and productive characteristics of Piatã grass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1378-1384, 2012.

MARTINEZ, L. P. P.; HEIL, M. The microbe-free plant: fact or artifact?. **Frontiers in plant science**, v. 2, n. 100, p. 1-16, 2011.

PEREIRA, A. V. *et al.* **BRS Capiaçú: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1056288/1/ComunicadoTecnico79.pdf>. Acesso em: mar. 2025.

PEREIRA, A. V. *et al.* **BRS Capiaçú e BRS Kurumi cultivo e uso**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

PEREIRA, A.V. *et al.* BRS Kurumi and BRS Capiaçú - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 59-62, 2017.

POMPEU, R. C. F. F. **Avaliação de gramíneas forrageiras para produção de novilhos no Semiárido brasileiro e suas transições**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Pompeu/publication/387029131_Evaluation_of_forage_grasses_for_steer_production_in_the_Brazilian_Semiarid_region_and_its_transitions/links/675cdadb8a08a27dd0c0e675/Evaluation-of-forage-grasses-for-steer-production-in-the-Brazilian-Semiarid-region-and-its-transitions.pdf. Acesso em: mar. 2025.

PREZOTTI, L. C. *et al.* **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo - 5ª aproximação**. Vitória: SESA, 2007.

ROSA, P. P. *et al.* Características do Capim Elefante *Pennisetum purpureum* (Schumach) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiaçú. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 70-84, 2019.

SANTANA, C. T. C. *et al.* Desempenho de cultivares de alfaca americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. **Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 1, p. 22-29, 2012.

SANTOS, Z. C. *et al.* Uso de biofertilizantes no cacau (*Theobroma cacao*): uma revisão. **Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 2, p. 01-12, 2024.

SILVA, A. F. *et al.* **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/153383/1/COT130.pdf>. Acesso em: mar. 2025.

SILVA, A. L.; CORDEIRO, R. S.; ROCHA, H. C. R. Aplicabilidade de microrganismos eficientes (ME) na agricultura: uma revisão bibliográfica. **Research, Society And Development**, v. 11, n. 1, p. e32311125054-e32311125054, 2022.

SILVA, J. R. S. *et al.* Produção de pimentão em ambiente protegido sob diferentes concentrações de microrganismos eficientes. **Enciclopedia Biosfera**, v. 17, n. 34, p. 408-416, 2020.

SILVA, M. S. L.; ANJOS, J. B.; BRITO, L. T. L. **Produção de biofertilizante**. Embrapa: Comunicado Técnico, Petrolina, 1997. p. 1-7. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/133341/1/COT70.pdf>. Acesso em: ago. 2023.

SILVA, P. H. F. *et al.* Tall and short-sized elephant grass genotypes: morphophysiological aspects cut-and-carry, and grazing management. **Revista Ciência Rural**, v. 51, n. 1, p. 1-9, 2021.

SIMONETTI, A.; MARQUES, W. M.; COSTA, L. V. C. Produtividade de Capim-Mombaça (*Panicum maximum*), com diferentes doses de Biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 1, p. 107-115, 2016.

SOARES FILHO, C. V. *et al.* Atributos químicos no solo e produção de *Cynodon dactylon* cv. Terra Verde sob doses de biofertilizante orgânico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 23-35, 2015.

SOARES, F. M. F.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; SILVA, W. R. T. Avaliação do crescimento vegetativo de palma forrageira no Semiárido Alagoano. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p.1777-1785, 2021.

SOUZA, M. S. *et al.* Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de pastagens tropicais. **PUBVET**, v. 12, n. 5, p. 1-9, 2018.

SZAJDAK, L. *et al.* Impact of conventional and no-tillage management on soil amino acids, stable and transient radicals and properties of humic and fulvic acids. **Organic Geochemistry**, v. 34, n. 5, p. 693-700, 2003.

TRIVEDI, P. *et al.* Effect of organic amendments and microbial application on sodic soil properties and growth of an aromatic crop. **Ecological Engineering**, v. 102, p. 127-136, 2017.

VEEN, J. A. V.; OVERBEEK, L. S.; VAN ELSAS J. D. V. Fate and activity of microorganisms introduced into soil. **Microbiology and molecular biology reviews**, v. 61, n. 2, p. 121-135, 1997.

VLIET, P. C. J. V.; BLOEM, J.; GOEDE, R. G. M. Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Micro-organisms¹ (EM) to slurry manure. **Applied Soil Ecology**, v. 32, n. 2, p. 188-198, 2006.

VASCONCELOS, U. A. A. *et al.* Efeito residual do esterco ovino no cultivo da alface em diferentes espaçamentos. **Revista Verde**, v. 12, n. 3, p. 508-511, 2017.

VASSILEV, N. *et al.* Unexploited potential of some biotechnological techniques for biofertilizer production and formulation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 99, n. 12, p. 4983-4996, 2015.

XAVIER JUNIOR, O. S. *et al.* Utilização de biofertilizantes alternativos no cultivo de palma forrageira: Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. 1-15, 2021.