

Características qualitativas dos capins Mombaça e Marandu tratados com bioestimulantes de crescimento vegetal na Amazônia

Qualitative characteristics of Mombaça and Marandu grasses treated with plant growth biostimulants in the Amazon

Raytane Chaves Dias Oliveira^{1*}  ; Vinicius Masala Amaral²  ; Camila Cunha da Silva³  , Wildiney Freire de Oliveira⁴  , Elizanne de Moura Lima⁵  ; Rafael Mezzomo⁶ 

^{1,2,3,4,5,6} Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) – Ciências Agrárias, Parauapebas, Pará, Brasil. *corresponding author: raytaneoliver@hotmail.com

Recebido: 31/08/2023

Aceito: 13/08/2024

Publicado: 02/09/2024

Resumo:

No Brasil faz-se o uso de bioestimulantes na produção de forrageiras tropicais, que são hormônios vegetais, artificiais ou naturais, adicionados ou não, de compostos de natureza bioquímica diferente como aminoácidos, nutrientes e vitaminas. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de dois bioestimulantes sobre a composição química e as características qualitativas dos capins Mombaça e Marandu, no qual o BIOEST.A tem maior aptidão para o desenvolvimento radicular, enquanto o BIOEST.B tem maior aptidão para o desenvolvimento aéreo da planta, além de possuir formulação a base natural. Realizou-se dois experimentos simultaneamente, para cada espécie, onde cada uma foi submetida a sete tratamentos dispostos em delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco repetições. Os tratamentos foram: Controle (dose 0); bioestimulante A (BIOEST.A) 0,5; 1,0 e 2,0 kg/ha e bioestimulante B (BIOEST.B) 0,25; 0,5 e 1,0 L/ha. Os dados para os bioestimulantes foram analisados separadamente, utilizando-se organização por método variável Dummy e análise de regressão. Testando o ajuste aos modelos linear e quadrático sob o nível de significância de 0,05. A utilização do BIOEST.A em capim Marandu implicou em diminuição linear ($p < 0,01$) de 5,7 pontos percentuais no teor de MS, enquanto a Matéria Mineral, Proteína Bruta, Proteína Bruta do Conteúdo Celular e Proteína Bruta da Parede Celular aumentaram em 4,2, 0,74, 0,62 e 0,12 ($p < 0,046$) pontos percentuais, respectivamente na maior dosagem (2,0 kg/ha). Já para a espécie de capim Mombaça, o BIOEST.B diminuiu ($p < 0,03$) os teores de FDA em 1,72 e Lignina em 0,75 pontos percentuais. Portanto na espécie de capim Marandu sobressaiu-se o BIOEST.A em dosagens superiores a 1,7 kg/ha, melhorando o potencial nutritivo da forrageira. Enquanto na espécie de capim Mombaça sobressaiu-se o BIOEST.B na dosagem de 0,5 L/ha, proporcionando uma forragem mais digestível.

Palavras-chave: Auxina, fitohormônio, forragem, *Megathyrsus maximus*, *Urochloa brizantha*.

Abstract:

In Brazil, biostimulants are used in the production of tropical forages, which are plant hormones, artificial or natural, with or without the addition of compounds of different biochemical nature such as amino acids, nutrients and vitamins. Therefore, the objective was to evaluate the effect of two biostimulants on the chemical composition and qualitative characteristics of Mombaça and Marandu grasses, in which BIOEST.A has greater aptitude for root development, while BIOEST.B has greater aptitude for root development. aerial development of the plant, in addition to having a natural-based formulation. Two experiments were carried out simultaneously, for each species, where each one was subjected to seven treatments arranged in a completely randomized design, consisting of five replications. The treatments were: Control (dose 0); biostimulant A (BIOEST.A) 0.5; 1.0 and 2.0 kg/ha and biostimulant B (BIOEST.B) 0.25; 0.5 and 1.0 L/ha. Data for biostimulants were analyzed separately, using organization by variable Dummy method and regression analysis. Testing the fit to the linear and quadratic models at a significance level of 0.05. The use of BIOEST.A in Marandu grass resulted in a linear decrease ($p < 0.01$) of 5.7 percentage points in DM content, while Mineral Matter, Crude Protein, Crude Cell Content Protein and Crude Cell Wall Protein increased by 4.2, 0.74, 0.62 and 0.12 ($p < 0.046$) percentage points, respectively at the highest dosage (2.0 kg/ha). For the Mombaça grass species, BIOEST.B reduced ($p < 0.03$) the ADF contents by 1.72 and Lignin by 0.75 percentage points. Therefore, in the Marandu grass species, BIOEST.A stood out in dosages greater than 1.7 kg/ha, improving the nutritional potential of the forage. While in the Mombaça grass species, BIOEST.B stood out at a dosage of 0.5 L/ha, providing more digestible forage.

Keywords: Auxin, phytohormone, forage, *Megathyrsus maximus*, *Urochloa brizantha*.

1. Introdução

A necessidade de intensificação da produção animal a pasto pressiona o surgimento de tecnologias que proporcionem aumentos expressivos na produtividade forrageira. Dentre as tecnologias disponíveis, a utilização de bioestimulantes vegetais visa aumentar o potencial produtivo das plantas sendo uma prática de uso crescente na agricultura moderna e amplamente difundida em países como Estados Unidos, Espanha, Chile, México e Itália (López-Padrón *et al.*, 2021).

No Brasil inclusive, faz-se o uso de bioestimulantes na produção de forrageiras tropicais, que são hormônios vegetais, artificiais ou naturais, adicionados ou não, de compostos de natureza bioquímica diferente como aminoácidos, nutrientes e vitaminas. Em sua maioria, são registrados como fertilizantes (De Carvalho Reis *et al.*, 2020). A utilização destes produtos pode proporcionar incrementos na produção vegetal através do estímulo a divisão celular, diferenciação e alongamento das células além do aumento da absorção e utilização de água e nutrientes (Silva *et al.*, 2019).

O hormônio vegetal auxina, promove o crescimento ácido, e alongamento celular, estando relacionado diretamente ao conteúdo da parede celular das plantas (Da Silva *et al.*, 2021). Diante disso, a regulação química tem o potencial para aumentar o rendimento e modificar as características nutricionais de plantas, que são dependentes do conteúdo intracelular e principalmente da composição da parede celular (Weiler *et al.*, 2022). Oliveira *et al.* (2019) observaram que a aplicação de bioestimulante, contendo 800 µg de auxina/ha promoveu maior taxa de crescimento e uma relação folha/colmo positiva no capim Marandu, resultado atrelado à ação do hormônio no metabolismo vegetal, porém para o capim Mombaça não foram observadas alterações significativas com a aplicação do mesmo hormônio.

Os efeitos da utilização de bioestimulantes sobre as características qualitativas de forrageiras tropicais é pouco explorado. Portanto a quantificação das possíveis implicações na produção e valor nutricional, principalmente quando se considera a dependência de forragens, é de grande valia para produção animal (Pezenti *et al.*, 2022).

Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito das dosagens de dois bioestimulantes, sobre a composição química dos capins Mombaça e Marandu.

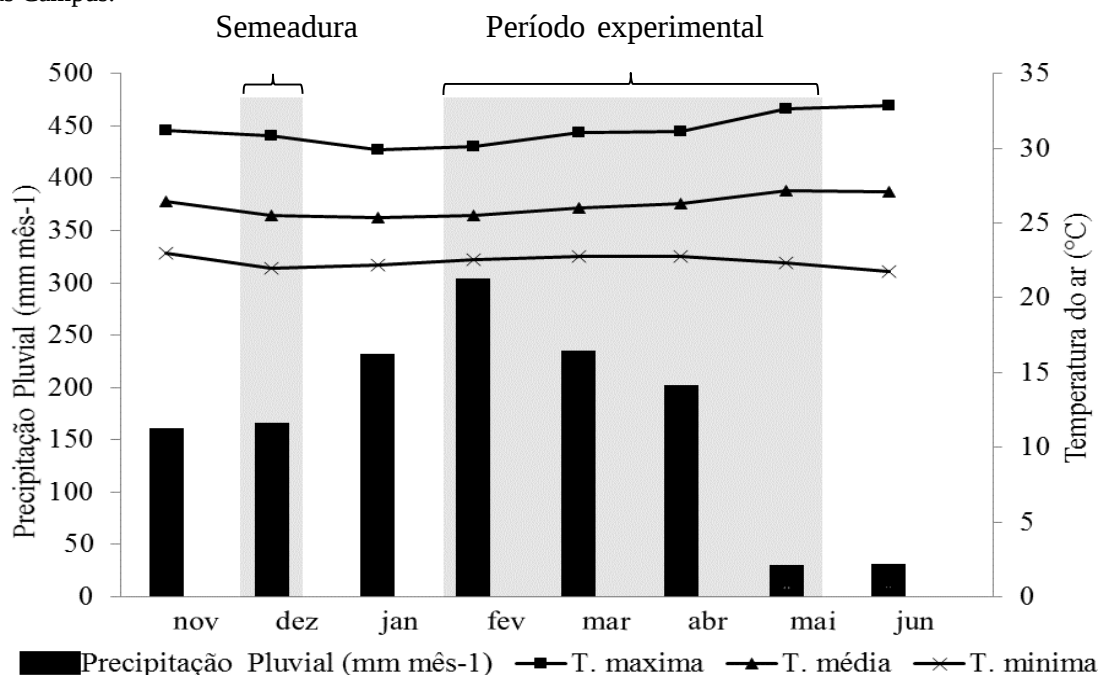
2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental de forragicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas – PA, localizado sob as coordenadas Lat. 06º 04' 16,4"S; Long. 049º 49' 8,3"W; Altitude: 270 M. O relevo da área experimental é classificado como suavemente ondulado, modelado sobre rochas graníticas e metassedimentos do período Pré-Cambriano, sendo o solo predominante Argissolo vermelho- amarelo. A área foi utilizada anteriormente em atividade pecuária e quando preparada encontrava-se em desuso por cerca de 2 anos.

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é Aw, tropical com um período seco de maio a outubro e período úmido bastante acentuando, com chuvas torrenciais de novembro a abril. Os dados climáticos mensais, referentes às temperaturas máxima, média e mínima e precipitação pluvial durante o período de condução do experimento, foram coletados na Estação Meteorológica Universidade Federal Rural da Amazônia Campus de Parauapebas, localizada a aproximadamente 500 m da área experimental (Figura 1).

Figura 1. Precipitação acumulada mensal, temperaturas (T.) máxima, média e mínima registradas durante o período de novembro de 2013 a junho de 2014, na Estação Meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia Campus de Parauapebas.

Figure 1. Monthly accumulated precipitation, maximum, average and minimum temperatures (T.) recorded during the period from November 2013 to June 2014, at the Meteorological Station of the Federal Rural University of the Amazon Parauapebas Campus.



No dia 04 de dezembro de 2013 foram estabelecidos dois módulos (um para cada espécie) com 35 parcelas de 25 m² cada (5,0 x 5,0 m). Após gradagem e adubação de formação, utilizou-se taxa de semeadura de 2 e 2,8 kg de sementes puras viáveis/ha para o capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça, respectivamente. As características do solo na camada de 0-20 cm antes do início do experimento foram: pH em H₂O: 5,3; P (mg/dm³): 7; K (cmol/dm³): 0,2; Ca+Mg (cmol/dm³): 5,8.

Com base nas recomendações para o uso de fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação (Cantarutti, et al., 1999), para solos com textura franco argilosa (16 a 35% de argila) e

espécies forrageiras de alto nível tecnológico aplicaram-se 60 kg/ha de P_2O_5 em sua totalidade no momento da implantação seguida de 60 kg/ha de K_2O e 112,5 kg/ha de N divididos em duas aplicações (plantio, e após a 1ª coleta). Os fertilizantes utilizados foram, super fosfato simples (18% de P_2O_5), cloreto de potássio (60% de K_2O) e sulfato de amônio (20% de N).

Dois experimentos foram conduzidos de forma simultânea, sendo um para o capim Marandu e outro para Mombaça, portanto, cada espécie foi submetida a sete tratamentos dispostos em delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco repetições para cada tratamento, sendo cada repetição correspondente à uma parcela experimental, totalizando 35 parcelas para cada espécie. Na Tabela 2 estão descritos os tratamentos utilizados. No tratamento controle (dose zero de bioestimulante) foi aplicado a calda somente com os herbicidas para controle de dicotiledôneas.

Quanto suas composições o Bioestimulante A é composto por: Complexo Auxínico: 400 ppm; Nitrogênio total (N): 9%; Fósforo Disponível (P_2O_5): 45%; Potássio (K_2O): 11%; Magnésio (Mg): 0,60% e Enxofre (S): 0,80%. O Bioestimulante B possui formulação a base de extratos de plantas com atividade hormonal representando 78,8% de sua solução, sendo desta: Giberilinas: 32,2 ppm; Ácido Indol Acético: 32,2 ppm, Zeatina: 83,2 ppm, Magnésio (Mg): 0,14%; Enxofre (S): 0,44%; Boro (B): 0,30%; Ferro (Fe): 0,49%; Manganês (Mn): 0,12% e Zinco (Zn): 0,37%.

No dia 03/02/2014 (60 dias após a semeadura) foi feita uma única aplicação dos tratamentos, sendo esta data considerada o dia experimental 0 (zero). A pulverização dos tratamentos foi realizada imediatamente após o rebaixamento (Simulação de pastejo por meio de roçagem) das forrageiras nas alturas de 12 cm para Marandu e 30 cm para o Mombaça, utilizando roçadeira mecânica. A aplicação foi feita com o auxílio de pulverizador costal de pressão operacional constante (CO_2), composto por barra de 2,0 metros e pontas XR 110.02 regulado para distribuir 185 L/ha de calda, sendo, na mesma, incluído herbicida seletivo composto de picloram (64 g/L) e 2,4D (240 g/L) para controle de dicotiledôneas em todos os tratamentos.

Tabela 2. Produtos e doses utilizadas na composição dos tratamentos impostos as espécies *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça

Table 2. Products and doses used in the composition of the treatments imposed on the species *Urochloa brizantha* cv. Marandu and *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa

Tratamento	ppm de auxina pulverizados (μ g/ha)	Doses de Bioestimulante
Controle (dose 0)	0	0
Bioest. A	200	0,5 kg/ha
Bioest. A	400	1,0 kg/ha
Bioest. A	800	2,0 kg/ha
Bioest. B	8,05	0,25 L/ha
Bioest. B	16,1	0,50 L/ha
Bioest. B	32,2	1,00 L/ha

*Nas caldas experimentais foi incluído herbicida seletivo composto de picloram (64 g/L) e 2,4D (240 g/L) para controle de dicotiledôneas em todos os tratamentos e exclusivamente no tratamento controle.

Para amostragem das forrageiras tratadas, foram realizadas três coletas em intervalos de 33 dias no capim Marandu e duas coletas em intervalos de 47 dias no capim Mombaça, por meio do corte em três porções de 1 m², a altura de resíduo de 12 e 30 cm respectivamente. As molduras foram posicionadas em pontos representativos da massa alta, média e baixa do dossel. Em laboratório as amostras coletadas foram homogeneizadas e subamostradas para a estimativa da composição química e das frações de lâmina foliar, colmo (colmos + bainhas foliares), material morto e colmos reprodutivos. Todo o material foi submetido a pré-secagem em estufa de circulação de ar a 55°C por 72 horas. Após pré-secas as amostras sofreram moagem á tamanho de partículas de 1 mm com o auxílio de moinho de facas do tipo Wiley. As amostras de cada parcela e de cada coleta foram homogeneizadas e um pool de cada parcela foi analisado quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteínas (FDNcp), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), cinza insolúvel em detergente neutro (CIDN), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), extrato etéreo (EE) e lignina seguindo-se

os métodos reconhecidos pelo INCT-CA e descritos por Detmann et al. (2012).

Foram calculados ainda, os teores de proteína bruta contida no conteúdo e parede celular de acordo com o recomendado por Detmann et al (2008), sendo o resultado obtido da subtração do teor de proteína bruta do alimento (PB) pelo teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) igual ao teor de proteína bruta do conteúdo celular (PBCC) e a proteína bruta da parede celular (PBPC) igual ao teor de proteína contido na FDN (PIDN).

Para calcular o teor de carboidratos não fibrosos (CNF), utilizou-se a fórmula descrita por Detmann e Valadares Filho (2010): $CNF = MO - [PB + EE + FDN_{cp}]$. Para predição do valor energético das forrageiras foi utilizada a equação sugerida por Detmann et al. (2010): $NDT = PB_{vd} + CNF_{vd} + FDN_d + 2,25 \times EE_{vd} - FM_{NDT}$. Em que: PB_{vd} , CNF_{vd} e EE_{vd} são as frações verdadeiramente digestíveis da PB, CNF e EE, respectivamente (% da MS); FDN_d é a fração digestível de FDN (% da MS) e FM_{NDT} é a fração metabólica fecal total para cálculo do NDT com valor considerado de 7,13 % da MS da amostra para a categoria animal de bovinos em crescimento e terminação mantidos em nível de alimentação para a produção.

A estimativa dos teores de fração digestível de FDN (% da MS) foram obtidos através do submodelo número 12 proposto por Detmann et al. (2010) considerando a digestibilidade da FDN potencialmente digestível para a categoria animal de bovinos em crescimento e terminação em nível de alimentação para produção. Quanto as estimativas da fração verdadeiramente digestível do EE e CNF foi considerado o submodelo baseado nos mesmos pressupostos descritos por Detmann et al. (2006a e 2006b). Todos os termos foram expressos como percentagem da matéria seca.

Com o auxílio da ferramenta Statistical Analysis System, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F. A aplicação das doses dos dois bioestimulantes nas duas espécies foram analisadas separadamente através de organização Dummy, por regressão, testando-se o ajuste aos modelos linear e quadrático sob o nível de significância de 0,05 para o erro tipo I.

3. Resultados e Discussão

Não houve efeito ($p \geq 0,05$) da aplicação bioestimulante A sobre o teor de EE, FDN, FDA, lignina e NDF para o capim Marandu (Tabela 2). Por outro lado, observou-se um efeito linear decrescente ($p < 0,01$) para o teor de MS, bem como um efeito quadrático com um mínimo ao nível de dosagem de 0,5 kg/ha para o teor de MM, PB, PBCC e PBPC ($p \leq 0,046$; Tabela 2).

Tabela 2. Produtos e doses utilizadas na composição dos tratamentos impostos as espécies *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça

Table 2. Products and doses used in the composition of the treatments imposed on the species *Urochloa brizantha* cv. Marandu and *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa

Item (%)	Dosagem kg/ha				EPM	Valor - p	
	0	0,5	1	2		L	Q
Materia Seca ¹	21,3	22,0	20,7	18,7	0,4	0,003	0,184
Materia Mineral ²	9,0	8,4	8,6	9,3	0,1	0,192	0,046
Extrato Etereo	1,9	1,8	2,1	2,1	0,1	0,464	0,539
FDN _{cp}	60,2	60,2	60,5	60,3	0,2	0,961	0,980
FDA	35,1	33,8	34,6	34,3	0,2	0,597	0,659
Lignina	4,3	3,4	4,0	3,5	0,1	0,200	0,635
Proteína Bruta ³	9,5	8,1	8,7	10,1	0,2	0,163	0,011
PBCC ⁴	7,8	6,9	7,2	8,3	0,1	0,221	0,032
PBPC ⁵	1,8	1,3	1,5	1,8	0,1	0,240	0,022
NDT	66,6	68,5	67,6	67,4	0,2	0,838	0,174

FDN_{cp}- fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteínas; FDA- fibra insolúvel em detergente ácido; PBCC- proteína bruta contida no conteúdo celular e PBPC-proteína bruta contida na parede celular; NDT- nutrientes digestíveis totais; L- Linear; Q- Quadrático;

$$^1Y_{\text{Matéria Seca}} = 21,78 - 2,86X \quad (r^2 = 0,30);$$

$$^2Y_{\text{Matéria Mineral}} = 8,96 - 1,07X + 0,63X^2 \quad (r^2 = 0,17);$$

$$^3Y_{\text{Proteína Bruta}} = 9,42 - 2,37X + 1,37X^2 \quad (r^2 = 0,24);$$

$$^4Y_{\text{Proteína Bruta do Conteúdo Celular}} = 7,74 - 1,71X + 1,01X^2 \quad (r^2 = 0,18);$$

$$^5Y_{\text{Proteína Bruta da Parede Celular}} = 1,68 - 0,66X + 0,36X^2 \quad (r^2 = 0,20).$$

Houve efeito do bioestimulante B, somente para teor de MS ($p = 0,002$), caracterizado por menores teores observados em doses maiores que zero e inferiores a 0,9 L/ha, no entanto, caracterizado pela redução em 0,1 ponto percentual quando derivada a equação, sendo a maior diminuição registrada para a dosagem de 0,5 L/ha. Não foi observado influência ($p > 0,05$) da utilização do produto sobre os demais teores de nutrientes avaliados no capim Marandu (Tabela 3).

Tabela 3. Valores percentuais da composição química com base na matéria seca, erro Padrão da Média (EPM) e valor- p de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetido a diferentes dosagens de Bioestimulante B

Table 3. Percentage values of chemical composition based on dry matter, standard error of the mean (SME) and p-value of *Urochloa brizantha* cv. Marandu submitted to different dosages of Biostimulant B

Item (%)	Dosagem L/ha				EPM	Valor - p	
	0	0,25	0,5	1		L	Q
Matéria Seca	21,3	20,7	20,4	19,0	0,4	0,002	0,927
Matéria Mineral	9,0	8,8	8,7	8,8	0,1	0,673	0,480
Extrato Etéreo	1,9	2,2	1,8	1,8	0,1	0,278	0,519
FDNcp	60,2	61,1	60,3	61,3	0,2	0,377	0,981
FDA	35,1	34,6	35,3	35,3	0,2	0,330	0,927
Lignina	4,3	3,8	3,9	3,8	0,1	0,572	0,590
Proteína Bruta	9,5	9,2	8,7	9,2	0,2	0,559	0,397
PBCC	7,8	7,7	7,2	7,5	0,1	0,730	0,582
PBPC	1,8	1,6	1,5	1,7	0,1	0,335	0,237
NDT	66,6	67,7	67,5	67,2	0,2	0,809	0,383

FDNcp- fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteínas; FDA- fibra insolúvel em detergente ácido; PBCC- proteína bruta contida no conteúdo celular e PBPC- proteína bruta contida na parede celular; NDT- nutrientes digestíveis totais; L- Linear; Q- Quadrático;

$$^1Y_{\text{Matéria Seca}} = 21,78 - 2,86x \quad (r^2 = 0,30).$$

Não foi verificada influência significativa da utilização do Bioestimulante A sobre os teores de nutrientes avaliados no presente estudo para o capim Mombaça ($p > 0,05$; Tabela 4). No entanto, os dados observados para o bioestimulante B no capim Mombaça, mostram que houve influência quadrática no mínimo da dosagem de 0,5 L/ha para os teores de FDA e Lignina ($p \leq 0,030$; Tabela 5).

Table 4. Percentage values of chemical composition based on dry matter, standard error of mean (SME) and p-value of *Megathyrus maximus* cv. Mombasa submitted to different dosages of Biostimulant A**Tabela 4.** Valores percentuais da composição química com base na matéria seca, erro Padrão da Média (EPM) e valor-p de *Megathyrus maximus* cv. Mombasa submetido a diferentes dosagens de Bioestimulante A

Item (%)	Dosagem Kg/ha				EPM	Valor - p	
	0	0,5	1	2		L	Q
Matéria Seca	24,0	21,9	22,9	22,6	0,5	0,322	0,652
Matéria Mineral	9,0	10,0	9,6	10,2	0,2	0,361	0,924
Extrato Etéreo	1,8	1,7	1,9	1,7	0,1	0,079	0,939
FDNcp	65,1	63,3	64,3	62,8	0,3	0,241	0,980
FDA	40,6	40,3	40,2	40,5	0,4	0,265	0,823
Lignina	4,6	4,3	4,5	4,8	0,1	0,118	0,334
Proteína Bruta	6,9	7,3	7,8	8,1	0,2	0,342	0,971
PBCC	4,1	5,3	5,0	4,8	0,2	0,336	0,757
PBPC	2,8	3,2	2,3	2,6	0,1	0,792	0,630
NDT	65,9	65,8	66,7	64,9	0,3	0,091	0,701

FDNcp- fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteínas; FDA- fibra insolúvel em detergente ácido; PBCC- proteína bruta contida no conteúdo celular e PBPC- proteína bruta contida na parede celular; NDT- nutrientes digestíveis totais; L- Linear; Q- Quadrático;

Tabela 5. Valores percentuais da composição química com base na matéria seca, Erro Padrão da Média (EPM) e valor-p de *Megathyrus maximus* cv. Mombasa submetido a diferentes dosagens de Bioestimulante B**Table 5.** Percentage values of chemical composition based on dry matter, Standard Error of the Mean (SME) and p-value of *Megathyrus maximus* cv. Mombasa subjected to different dosages of Biostimulant B

Item (%)	Dosagem L/ha				EPM	Valor - p	
	0	0,25	0,5	1		L	Q
Matéria Seca	24,0	24,9	25,7	23,5	0,5	0,628	0,284
Matéria Mineral	9,0	10,2	9,5	10,0	0,2	0,458	0,814
Extrato Etéreo	1,8	2,2	2,0	1,8	0,1	0,479	0,055
FDNcp	65,1	63,1	64,3	64,5	0,3	0,881	0,403
FDA ¹	40,6	38,6	38,9	41,7	0,4	0,201	0,014
Lignina ²	4,6	4,1	3,9	4,5	0,1	0,950	0,030
PB	6,9	8,5	7,3	7,4	0,2	0,844	0,410
PBCC	4,1	3,7	4,9	5,2	0,2	0,338	0,268
PBPC	2,8	3,6	2,9	2,9	0,2	0,168	0,490
NDT	65,9	65,4	65,5	64,3	0,3	0,473	0,244

FDNcp- fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteínas; FDA- fibra insolúvel em detergente ácido; PBCC- proteína bruta contida no conteúdo celular e PBPC- proteína bruta contida na parede celular; NDT- nutrientes digestíveis totais; L- Linear; Q- Quadrático;

$$^1Y_{\text{Fibra insolúvel em Detergente Ácido}} = 40,38 - 8,32x + 9,73x^2 \quad (R^2 = 0,24);$$

$$^2Y_{\text{Lignina}} = 4,59 - 2,96x + 2,89x^2 \quad (R^2 = 0,22).$$

As características qualitativas do capim Marandu encontradas no presente estudo estão de acordo com a maioria de dados reportados na literatura (Nascimento *et al.*, 2019), com exceção da variável teor de matéria seca quando submetida às maiores dosagens do Bioestimulante A e Bioestimulante B, sendo registrados valores 26,3 e 13,1 por cento menores para a maior dosagem dos produtos.

A diminuição observada no teor de matéria seca do capim Marandu tratado com o

Bioestimulante A se adequa a teoria do crescimento ácido descrita por Kim *et al.* (2019) que propõe como o hormônio vegetal auxina estimula o alongamento das células. Segundo o autor, a atividade da auxina desencadeia a excreção de prótons para dentro da parede da célula da planta, ocorrendo portanto a acidificação da mesma. A acidificação da parede da célula promove então a soltura da mesma, permitindo assim, a expansão da célula por meio de absorção osmótica da água (Neto, 2022). Dessa forma, a maior quantidade de água no conteúdo celular implica em menores teores de matéria seca ao se utilizar de maiores dosagens dos produtos, visto que este produto possui elevadas concentrações de auxinas.

De maneira geral, quando observadas maiores produções causadas por adubação registra-se queda no teor de MS e aumento dos teores de nutrientes. Ao relacionarmos o teor de MS e demais componentes químicos com a produtividade (Oliveira *et al.*, 2019) registrados no presente estudo, verificamos essa tendência, uma vez que a produção de matéria seca acumulada sofreu incremento de 842 kg com a utilização da dosagem de 2 kg/ha do Bioestimulante A quando comparado ao tratamento controle e o teor de nutrientes (principalmente PB) acompanhou o aumento ou diminuição da produção. Dessa forma, o fato de a tecnologia utilizada para o estímulo à variação de produtividade desta pesquisa não ter sido a adubação, permite-nos atribuir tal efeito a aplicação dos tratamentos.

Quanto aos teores de conteúdo mineral registrados, Quoos *et al.*, (2021) afirmam que incrementos nos teores destes compostos são explicados pela maior atividade metabólica que confere maior necessidade de nutrientes e consequentemente deposição pela planta. Para tais respostas seria necessário maior absorção radicular dos mesmos (Bertollo *et al.*, 2019). Portanto, considerando o proposto por Tabei *et al.*, (2020) que apesar da auxina atuar em sinergismo com a citocinina para estimular a divisão celular, essas classes hormonais atuam antagonicamente no controle da iniciação de ramos e raízes em cultura de tecidos. Deste modo, relações auxina:citocinina maiores, induzem a diferenciação de raízes (Filho *et al.*, 2023).

Diante do exposto, e partindo-se dos pressupostos de que no momento da aplicação, todas as parcelas estavam nas mesmas condições de produção, então consequentemente estavam com os mesmos níveis de citocina. Então pressupõe-se: (i) que os níveis endógenos de citocininas ao momento da pulverização dos tratamentos eram semelhantes, (ii) da certeza de que o Bioestimulante A é fonte de auxina exógena e (iii) de que as dosagens pulverizadas foram crescentes, houve portanto, aumento da relação auxina:citocinina imposta à planta. Dessa forma subentende-se que ao se utilizar maiores dosagens de Bioestimulante A ocorreu aumento na produção de massa radicular que seguida da melhora das condições nutricionais do solo (adubação nitrogenada no dia 29), proporcionou maiores acúmulos de matéria seca da parte aérea seguida de maior acúmulo de minerais e proteínas, visto que plantas com raízes mais desenvolvidas apresentam melhor resposta a adubação (Bertollo *et al.*, 2019).

Da mesma forma, os maiores valores observados para o teor de proteína bruta do capim Marandu tratado com 2 kg/ha do produto, provavelmente ocorreram em função da ativação e mobilização de proteínas no processo de extrusão de prótons induzida pela auxina, como descrito por Taiz e Zeiger (2013), que atrelado ao maior aporte de nutrientes presente na composição do produto pode ter suprido as necessidades da planta em momentos de elevadas taxas metabólicas, viabilizando assim, maior acúmulo na célula.

De maneira geral a pulverização de calda contendo o produto em doses maiores que zero e inferiores a 1,7 kg/ha implicaram em teores inferiores de MM, PB, PBPC e PBCC (Tabela 2). Tal comportamento pode ser resultado de estresse pós pulverização manifestado pela planta. Uma das possíveis causas do estresse observado pode se dar em função da utilização concomitante de duas fontes exógenas de auxina; sendo o herbicida, fonte sintética, e o Bioestimulante A, fonte natural. Que segundo Ljung *et al.* (2002) com o aumento da concentração e atividade de auxina no tecido, o crescimento pode ser alterado, podendo a planta ser letalmente danificada, sendo a fonte auxínica de extrema importância para tal efeito. Auxinas naturais são geralmente sujeitos a inativação rápida através de conjugação e degradação por múltiplas vias na planta enquanto que auxinas sintéticas são degradadas e eliminadas da planta de forma mais lenta, proporcionando ação mais longa e

eficazes do que as naturais (Oliveira *et al.*, 2019).

De acordo com o Taiz e Zeiger (2013) a metabolização das auxinas possuem grande demanda energética, as quais envolvem transporte apolar específico, mediado por transportadores proteicos e conjugação e degradação da auxina. Esses processos bioquímicos são desencadeados logo após a aplicação do produto, dessa forma causando estresse pós aplicação. Portanto, supõe-se que tais processos implicaram em demanda energética da planta, causando a diminuição dos teores minerais e proteicos no capim Marandu (Tabela 2) em doses intermediárias. Tal suposição pôde ser observada ainda na primeira coleta (dados não publicados) quando foram registradas menores produções e taxas de produção em todos os tratamentos que continham o produto.

No entanto, para o tratamento 2 kg/ha, observa-se maiores teores de nutrientes, os quais provavelmente foram suficientes para compensar ou diminuir o efeito do estresse pós aplicação. Dessa forma, especula-se que a utilização de dosagens superiores apresentariam resultados ainda melhores e que mesmo em dosagens mais baixas (considerando o estresse pós pulverização), com o decorrer do tempo os teores dos nutrientes iriam ser semelhantes ao tratamento controle, já que o efeito do estresse pós aplicação seria diluído.

De maneira geral os nutrientes presentes nos produtos também tiveram suas quantidades absolutas aumentadas conforme o aumento da dosagem pulverizada, no entanto as hipóteses e pressupostos levantados para a justificativa das respostas observadas não estariam comprometidas. Sobre tal fato, Nicchio *et al.* (2021) não verificaram diferença entre dosagens de 0 e 30 kg/ha de fonte de micronutrientes comumente recomendadas para pastagens. O produto Bioestimulante B possui quantidade em micronutrientes corresponde a 35% do produto avaliado pelos autores, sendo a maior dosagem neste experimento equivalente a apenas 1,13% do maior tratamento contendo micronutrientes avaliado pelos autores. Da mesma forma, o produto Bioestimulante A na maior dosagem utilizada, forneceu apenas 0,18; 0,90; 0,22; 0,012 e 0,016 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O, Mg e S respectivamente. Portanto pode-se excluir a hipótese de haver um possível efeito na deposição de nutrientes atrelado ao aumento da quantidade de nutrientes pulverizados na planta conforme o aumento da dosagem do produto.

Ausência da influência ao utilizar-se o Bioestimulante B sob as demais características qualitativas do capim Marandu podem estar atribuído as dosagens utilizadas e a composição do produto, pois a quantidade de auxina presente no mesmo é baixa (12 vezes menor que a do Bioestimulante A) e os efeitos mensurados são provocados, em sua quase totalidade, pela auxina, respeitando-se a analogia de que tal resposta se deu em função da variação quantitativa da auxina imposta a planta (Tabela 2).

A ausência de influência da utilização do produto Bioestimulante A sob as características qualitativas do capim Mombaça pode ser atribuída a fatores como: características da espécie, as dosagens ou ainda as concentrações utilizadas, pois, de acordo com Taiz e Zeiger (2013) a aplicação exógena de auxinas podem causar diferentes efeitos em diferentes espécies de plantas sensíveis. Caracterizando portanto a ausência de respostas ao se utilizar elevadas dosagens de auxina na espécie em comparação aos valores absolutos registrados com o capim Marandu.

Outra possível justificativa é o fato de que após o rebaixamento a arquitetura do capim Mombaça reduz drasticamente a sua área foliar, diminuindo a superfície das plantas passíveis de receber e absorver os compostos ativos, possibilitando assim, menor eficiência no aproveitamento da calda pulverizada, uma vez que a pulverização foi realizada imediatamente após o rebaixamento do dossel forrageiro e em área total em cada parcela.

Quanto as respostas observadas para a utilização do Bioestimulante B sob os teores de FDA e lignina do capim Mombaça, a redução máxima na concentração de FDA, bem como da lignina ao se utilizar a dosagem de 0,5 L/ha caracterizam possível efeito benéfico sobre a ação de microrganismos no rúmen, uma vez que estes compostos e principalmente a lignina estão relacionados a limitação desse processo (Silva *et al.*, 2019). Esta diminuição registrada corrobora com os resultados reportados por Buck *et al.* (1989). Sobre tal fato, a alteração do teor destes compostos está diretamente relacionada a alterações na parede celular, havendo indícios de que a celulose seria o principal componente influenciado. Ao passo que a variável FDNcp (composta por

hemicelulose, celulose, lignina e sílica) e em plantas tratadas com o produto não foi influenciada (Tabela 5), nos permitindo descartar possível alteração sofrida pela hemicelulose.

Outros autores reportaram resultados semelhantes aos registrados no presente estudo (Farias *et al.*, 2020). No entanto, percebe-se que corriqueiramente a obtenção de melhorias nos teores nutricionais de plantas forrageiras tratadas com bioestimulantes acontecem acompanhadas de diminuição na produtividade de massa de forragem. O que não foi registrado no presente estudo (dados não publicados), pois a produção de matéria seca por hectare se manteve inalterada após o tratamento. O que nos sugere a utilização do produto pulverizado à espécie em vista ao aumento da oferta de matéria seca potencialmente digestível, já que as diminuições da ordem de 4,3 e 16,5% foram registrados sobre os teores de FDA e Lignina, respectivamente.

4. Conclusão

O Bioestimulante A pulverizado via foliar na espécie *Urochloa brizantha* cv. Marandu em dosagens superiores a 1,7 kg/ha promove aumento nos teores de Matéria Mineral e Proteína Bruta da planta, melhorando o potencial nutritivo da forrageira. Enquanto o Bioestimulante B, nas dosagens utilizadas, não exerce efeito sobre o valor nutritivo da espécie.

Na espécie *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça o Bioestimulante A nas dosagens testadas não exerce influência sobre os parâmetros avaliados, no entanto, o Bioestimulante B utilizado em 0,5 L/ha proporciona menores teores de FDA e Lignina, podendo ser um indicativo de uma forragem mais digestível.

Referências

BERTOLLO, A. M.; LEVIEN, R. Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 3, p. 208-218, 2019. DOI: <https://doi.org/10.36812/pag.2019253208-218>.

BUCK, D. C.; COHEN, R. D. H.; CHRISTENSEN, D. A. Effects of various plant growth regulators on the nutritive value and yield of some grass species, red clover and grass-legume mixtures. **Canadian Journal of Plant Science**. 69(2): 465-480. 1989. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps89-058>.

CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ, V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** - 5ª Aproximação. Viçosa, MG. P.332-341., 1999.

DA SILVA, T. R. G.; COSTA, M. L. A.; FARIAS, L. R. A.; SANTOS, M. A.; ROCHA, J. J. A.; SILVA, J. V. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e19710413817-e19710413817, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13817>

DE CARVALHO REIS, G.; OLIVEIRA, W. F.; SILVA, C. C.; SILVA, B. P.; SIMÃO, S. D.; CASAGRANDE, D. R.; RODRIGUES, J. P. P.; ALVES, K. S.; MACIEL, R. P.; MEZZOMO, R. Bioestimulante em pasto de marandu cultivado no bioma amazônico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6Supl2, p. 3335-3350, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6Supl2p3335>

DETMANN, E.; FILHO, S. C. V.; HENRIQUES, L. T.; PINA, D. S.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, M. L.; MAGALHÃES, K. A. Estimação da digestibilidade

dos carboidratos não-fibrosos em bovinos a partir do conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35. p.1479-1486. 2006b. DOI: 10.1590/S1516-35982006000500030.

DETMANN, E.; FILHO, S. C. V.; HENRIQUES, L. T.; PINA, D. S.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, M. L.; MAGALHÃES, K. A. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35. p.1469-1478. 2006a. DOI: 10.1590/S1516-35982006000500029.

DETMANN, E.; MAGALHÃES, K. A.; FILHO, S. C. V.; PAULINO, M. F.; HENRIQUES, L. T. Desenvolvimento de um submodelo bicompartimental para estimação da fração digestível da proteína bruta em bovinos a partir da composição química dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37. p.2215-2221. 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008001200020.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 62 (4). Aug 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000400030>.

DETMANN, E.; SILVA, T. E.; FILHO, S. C. V.; SAMPAIO, C. V.; PALMA, M. N. N. **Predição do valor energético de dietas para bovinos a partir da composição química dos alimentos**. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I. CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. Exigências nutricionais de Zebuínos puros e cruzados– BR-Corte. p.47-64. 2010.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; FILHO, S. C. V. (2012) **Métodos para Análise de Alimentos** - INCT - Ciência Animal. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema. 2012. p.214.

FARIAS, P. P.; COSTA, O. A. D.; KRÖNING, A. B.; VAZ, R. Z.; PEDROSO, C. E. S.; FERREIRA, O. G. L. Chemical composition of Phasey Bean (*Macroptilium Lathyroides* (L.) Urb.). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e2329108456-e2329108456, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8456>.

FILHO, R. S. L. C.; SILVA, T. S.; RIBEIRO, Y. R. S.; CATARINA, C. S.; SANTANA, J. R. F.; Caracterização histomorfológica e bioquímica de calos induzidos em *Cenostigma pyramidale* [Tul.] Gagnon & GP Lewis. **Ciência Florestal**, v. 33, p. e66334. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509866334>.

KIM, H. J.; KU, K. M.; CHOI, S.; CARDARELLI, M. Vegetal-derived biostimulant enhances adventitious rooting in cuttings of basil, tomato, and chrysanthemum via brassinosteroid-mediated processes. **Agronomy**, v. 9, n. 2, p. 74. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9020074>.

Ljung, K; Casco, A. K.; Kowalczyk, MARIUSZ ; MARCHANT, A.; CELENZA, J.; COHEN, J. D.; SANDBERG, G. . **Biosynthesis, conjugation, catabolism and homeostasis of indole-3-acetic acid in *Arabidopsis thaliana***. In: Perrot-Rechenmann, C., Hagen, G. (eds) *Auxin Molecular Biology*. Springer, Dordrecht. 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-010-0377-3_1

LÓPEZ-PADRÓN, I. GONZÁLEZ, L. M.; DOMÍNGUEZ, G. P.; GUERRERO, Y. R.; VÁZQUEZ, M. N.; RODRÍGUEZ, J. A. C. Uso de bioestimulantes en el cultivo del garbanzo. **Cultivos Tropicales**, v. 42, n. 4. 2021. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v42n4/1819-4087-ctr-42-04-e13.pdf>.

NASCIMENTO, H. L. B.; PEDREIRA, B. C.; SOLLENBERGER, L. B.; MAGALHÃES, C. A. de S.; CHIZZOTTI, F. H. M. Physiological characteristics and forage accumulation of grazed Marandu
Rev. Ciênc. Agra. V.67. 2024

palisade grass (*Brachiaria brizantha*) growing in monoculture and in silvopasture with *Eucalyptus urograndis*. **Crop and Pasture Science**, v. 70, n. 4, p. 384-394. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1071/CP18403>.

NETO, B. C. Energy balance in maize (*Zea mays* L.) Balanço energético em milho (*Zea mays* L.). **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 9, p. 12, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.912.11>.

NICCHIO, B.; RODRIGUES, M. V.; VIEIRA, M. A. M.; PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H. O uso de fosfatos associados a fontes de enxofre aplicados em um latossolo vermelho distrófico cultivado com mudas de cana-de-açúcar. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 4, p. 5215-5234, 2021. DOI: 10.34188/bjaerv4n4-026.

OLIVEIRA, W. F.; LIMA, E. M.; GOMES, D. I.; ALVES, K. S.; SANTOS, P. M.; AZEVEDO, G. S.; MEZZOMO, R. Agronomic performance of Marandu grass treated with plant growth biostimulants in the Amazon biome. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.71, n.2, p.603 612. 2019. DOI:<https://doi.org/10.1590/1678-4162-10369>.

PEZENTI, E.; PEDREIRA, M. S.; FERNANDES, S. A. A.; NERY, M. S.; VITOR, A. C. P.; SILVA, A. S.; RAMOS, B. L. P. Uso de bioestimulantes em capim-elefante cultivar Napier. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 43, n. 1, p. 91-106, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n1p91>

QUOOS, R. D.; FRIES, D. D.; COURA, F. T. V.; RIBEIRO, A. S.; MEIRA, S. O Efeito do sombreamento sobre características fisiológicas do capim Marandú adubado ou não com nitrogênio. **Revista Velho Chico**, v. 1, n. 2, p. 162-177, 2021.

SILVA, K. P.; SILVA, G. O. A.; OLIVEIRA, T. É.; REZENDE, A. V.; FLORENTINO, L. A. Promoção de crescimento de capim Mombaça por bactérias diazotróficas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, p. e56732-e56732. 2019. DOI: 10.1590/1983-40632019v49e56732.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. ARTMED. Porto Alegre. 2013. 918 p.

TABELI, Y.; MURANAKA, T. Preface to the special issue “Technology in tissue culture toward horizon of plant biotechnology”. **Plant Biotechnology**, v. 37, n. 2, p. 117-120. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5511/plantbiotechnology.20.0000p>.

WEILER, D. A.; BASTOS, L. M.; SCHIRMANN, J.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Mudanças na composição química dos resíduos culturais de plantas de cobertura durante a decomposição. **Ciência rural**, v. 52, n. 4, p. 5. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210357>.

Author contribution:

Raytane Chaves Dias Oliveira^{1*}: Visualization, Formal Analysis, Writing - Revision and Editing.

Vinicius Masala Amaral²: Visualization, Formal Analysis, Writing - Revision and Editing.

Camila Cunha da Silva³: Writing – Visualization, Review and Editing.

Wildiney Freire de Oliveira⁴: Research, Conceptualization, Project Management, Data Curation, Methodology, Writing – First Writing and Writing.

Elizanne de Moura Lima⁵: Research, Conceptualization, Project Management, Data Curation, Methodology, Writing – First Writing and Writing.

Rafael Mezzomo⁶: Project Management, Resources, Research, Validation, Software, Supervision, Financing

Acknowledgment

This work was carried out with the support of the National Program for Academic Cooperation in the Amazon – PROCAD/Amazon and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – CAPES/Brazil.

Financing Sources

Center for the Improvement of Higher Education People-CAPES for granting a scholarship.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Associate Editor

Luana Kesley Nascimento Casais

ORIGINAL ARTICLE

