REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA À INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense*, FERTILIZANTE DE ALGAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA NO BREJO PARAIBANO

VEGETATIVE DEVELOPMENT OF SUGARCANE SUBJECTED TO INOCULATION WITH *Azospirillum brasilense*, ALGAE FERTILIZER, AND NITROGEN FERTILIZATION IN THE BREJO PARAIBANO REGION

DESARROLLO VEGETATIVO DE CAÑA DE AZÚCAR SOMETIDA A INOCULACIÓN CON *Azospirillum brasilense*, FERTILIZANTE DE ALGAS Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL BREJO PARAIBANO

Emily Mirlene da Costa Alves
Mestre, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: emilymirlene72@gmail.com

Ellen Vitória Barbosa do Carmo
Mestre, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: barbosaellen55@gmail.com

Tamiris Luana da Silva
Mestre, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: tamiriss_luanaa@hotmail.com

Ana Carolina Sobreira Soares
Mestre, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil
E-mail: ana.sobreira@unesp.br

Rosany Duarte Sales
Graduada, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

E-mail: rdrosany@gmail.com

Bruna Thalia Silveira Sabino
Mestre, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: bruna.thalia18@hotmail.co

Jonathan Bernardo Barboza
Mestre, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: domufcg@gmail.com

Fábio Mielezski
Doutor, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: mfabio@cca.ufpb.br

Resumo

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma cultura de grande importância econômica no Brasil, utilizada como matéria-prima para a produção de açúcar, etanol e diversos subprodutos. Devido à elevada demanda por fertilizantes nitrogenados, torna-se necessário buscar alternativas que favoreçam o desenvolvimento da cultura e reduzam a dependência da adubação mineral. Objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar submetida à inoculação com *Azospirillum brasilense*, fertilizante de algas e adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Chã de Jardim, pertencente ao CCA/UFPB, no município de Areia-PB, durante o ciclo de cana-planta. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e sete tratamentos: testemunha; inoculação com *A. brasilense*; ureia 100% de N; inoculação com *A. brasilense* + fertilizante de algas; inoculação com *A. brasilense* + ureia 50% de N; fertilizante de algas + ureia 50% de N; e inoculação com *A. brasilense* + fertilizante de algas + ureia 50% de N. A variedade utilizada foi a RB041443, plantada na densidade de 12 gemas por metro linear, com espaçamento de 1,20 m entre sulcos. Foram avaliadas as variáveis altura do colmo, comprimento e largura da folha, diâmetro do colmo, número de entrenós, número de folhas e número de plantas por metro linear. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de Tukey a 5% e análise de componentes principais. Os tratamentos não influenciaram significativamente a maioria das variáveis avaliadas, sendo observada diferença significativa apenas para largura de folha, com maior valor no tratamento com ureia 100% de N. A inoculação com *A. brasilense* e o fertilizante de algas não promoveram incremento significativo nas variáveis biométricas da cana-de-açúcar, variedade RB041443, até os 210 dias após o plantio, nas condições edafoclimáticas do Brejo Paraibano.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*; inoculante; bactéria diazotrófica; *Lithothamnium*; ureia.

Abstract

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) is a crop of great economic importance in Brazil, used as raw material for the production of sugar, ethanol, and several by-products. Due to its high demand for nitrogen fertilizers, it is necessary to seek alternatives that favor crop development and reduce dependence on mineral fertilization. This study aimed to evaluate the vegetative development of sugarcane subjected to inoculation with *Azospirillum brasilense*, algae fertilizer, and nitrogen fertilization. The experiment was conducted at the Chã de Jardim Experimental Farm, belonging to CCA/UFPB, in Areia, Paraíba, Brazil, during the plant cane cycle. The experimental design was a randomized block design, with four replications and seven treatments: control; inoculation with *A. brasilense*; urea at 100% N; inoculation with *A. brasilense* + algae fertilizer; inoculation with *A. brasilense* + urea at 50% N; algae fertilizer + urea at 50% N; and inoculation with *A. brasilense* + algae fertilizer + urea at 50% N. The RB041443 variety was planted at a density of 12 buds per linear meter, with 1.20 m spacing between furrows. Stalk height, leaf length and width, stalk diameter, number of internodes, number of leaves, and number of plants per linear meter were evaluated. Data were subjected to analysis of variance, Tukey's test at 5%, and principal component analysis. The treatments did not significantly influence most of the evaluated variables, with significant difference observed only for leaf width, which showed the highest value in the treatment with urea at 100% N. Inoculation with *A. brasilense* and the algae fertilizer did not promote a significant increase in the biometric variables of sugarcane, variety RB041443, up to 210 days after planting, under the edaphoclimatic conditions of the Brejo Paraibano region.

Keywords: *Saccharum officinarum*; inoculant; diazotrophic bacteria; *Lithothamnium*; urea.

Resumen

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es un cultivo de gran importancia económica en Brasil, utilizado como materia prima para la producción de azúcar, etanol y diversos subproductos. Debido a su elevada demanda de fertilizantes nitrogenados, es necesario buscar alternativas que favorezcan el desarrollo del cultivo y reduzcan la dependencia de la fertilización mineral. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo vegetativo de la caña de azúcar sometida a inoculación con *Azospirillum brasilense*, fertilizante de algas y fertilización nitrogenada. El experimento fue realizado en la Hacienda Experimental Chã de Jardim, perteneciente al CCA/UFPB, en Areia, Paraíba, Brasil, durante el ciclo de caña-planta. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con cuatro repeticiones y siete tratamientos: testigo; inoculación con *A. brasilense*; urea al 100% de N; inoculación con *A. brasilense* + fertilizante de algas; inoculación con *A. brasilense* + urea al 50% de N; fertilizante de algas + urea al 50% de N; e inoculación con *A. brasilense* + fertilizante de algas + urea al 50% de N. La variedad RB041443 fue plantada con una densidad de 12 yemas por metro lineal y espaciamiento de 1,20 m entre surcos. Se evaluaron la altura del tallo, longitud y ancho de la hoja, diámetro del tallo, número de entrenudos, número de hojas y número de plantas por metro lineal. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% y análisis de componentes principales. Los tratamientos no influyeron significativamente en la mayoría de las variables evaluadas, observándose diferencia significativa solamente para el ancho de la hoja, con mayor valor en el tratamiento con urea al 100% de N. La inoculación con *A. brasilense* y el fertilizante de algas no promovieron un incremento significativo en las variables biométricas de la

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

caña de azúcar, variedad RB041443, hasta los 210 días después de la siembra, bajo las condiciones edafoclimáticas del Brejo Paraibano.

Palabras clave: *Saccharum officinarum*; inoculante; bacteria diazotrófica; *Lithothamnium*; urea.

1. Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma gramínea perene pertencente à família Poaceae, cujo centro de origem está localizado no Sul e Sudeste da Ásia tropical (SINGH et al., 2015). Posteriormente, a cultura foi disseminada para diferentes regiões do mundo, chegando às Américas em 1493 (ALVES e ELEONORA, 2016) e ao Brasil no início do século XVI. Atualmente, o Brasil destaca-se como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (AJALA et al., 2021).

Cultivada desde o período colonial, a cana-de-açúcar apresenta grande importância socioeconômica para o Brasil, em razão da versatilidade dos produtos obtidos a partir de sua matéria-prima, como açúcar, etanol, cachaça, melaço, bagaço e vinhaça. Além disso, a valorização do etanol no mercado tem impulsionado a expansão e o aumento da produção nacional da cultura (SERAFIM et al., 2021). Para a safra 2023/2024, estimou-se um crescimento de 4,4% em relação à safra anterior, com produção aproximada de 637,1 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (CONAB, 2023).

Apesar de sua relevância econômica, a cultura da cana-de-açúcar apresenta baixa eficiência no aproveitamento do nitrogênio proveniente da adubação mineral, tornando o aumento da eficiência do uso desse nutriente um importante desafio para o sistema produtivo. Diante do baixo aproveitamento do nitrogênio aplicado, o uso de inoculantes à base de bactérias diazotróficas surge como uma alternativa promissora para reduzir a dependência de fertilizantes nitrogenados e favorecer o desenvolvimento da cultura (SCHULTZ et al., 2012).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) consiste na conversão do nitrogênio

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

atmosférico em formas assimiláveis pelas plantas, processo realizado por bactérias fixadoras de nitrogênio por meio da enzima nitrogenase. Além da FBN, essas bactérias podem atuar como promotoras de crescimento vegetal, estimulando a produção de fitormônios, como auxinas, giberelinas e citocininas, que favorecem o crescimento das plantas, especialmente do sistema radicular (LINO, 2018). A colonização por essas bactérias pode ocorrer na rizosfera ou no interior dos tecidos vegetais, como no caso das bactérias endofíticas (HUNGRIA et al., 2010).

O elevado custo dos fertilizantes nitrogenados, associado aos impactos ambientais decorrentes do uso excessivo desses insumos, tem intensificado o interesse por alternativas sustentáveis, como o uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Essas tecnologias podem contribuir para suprir, total ou parcialmente, a demanda nutricional das plantas, além de favorecer sistemas agrícolas mais eficientes e ambientalmente adequados (HUNGRIA et al., 2010).

Entre as bactérias diazotróficas, *Azospirillum brasilense* destaca-se por sua capacidade de promover o crescimento vegetal, principalmente por meio da produção de ácido indolacético (AIA), substância associada ao desenvolvimento do sistema radicular. Essa bactéria também pode contribuir para melhorar a eficiência do uso do nitrogênio pelas plantas, especialmente em condições de baixa disponibilidade desse nutriente no solo (LOPES et al., 2019; ZEFFA et al., 2019). As espécies do gênero *Azospirillum* estão entre as mais estudadas entre as bactérias promotoras de crescimento vegetal, sendo utilizadas em inoculantes para diferentes culturas. Na cana-de-açúcar, resultados positivos têm sido observados, sobretudo no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da cultura (LINO, 2018).

Além da inoculação com bactérias diazotróficas, algumas condições do solo podem ser manejadas para favorecer o estabelecimento e a atividade desses

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

microrganismos. Nesse contexto, destaca-se o uso de insumos à base de *Lithothamnium*, composto natural obtido de algas calcárias marinhas (DIAS, 2000). Esse material pode atuar como corretivo do solo, contribuindo para a elevação do pH, a neutralização de elementos tóxicos e o fornecimento de cálcio e magnésio às plantas (MELO e FURTINI NETO, 2003). Dessa forma, o uso de algas calcárias pode proporcionar um ambiente mais favorável à absorção de nutrientes e ao desenvolvimento microbiano, incluindo bactérias diazotróficas como *Azospirillum*, capazes de realizar FBN e promover outros benefícios na rizosfera (HAFLE et al., 2009).

Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar submetida à inoculação com *Azospirillum brasilense*, fertilizante de algas à base de *Lithothamnium* e adubação nitrogenada, visando contribuir para o desenvolvimento de estratégias que favoreçam o crescimento da cultura na região do Brejo Paraibano.

2. Metodologia

2.1. Caracterização da área experimental

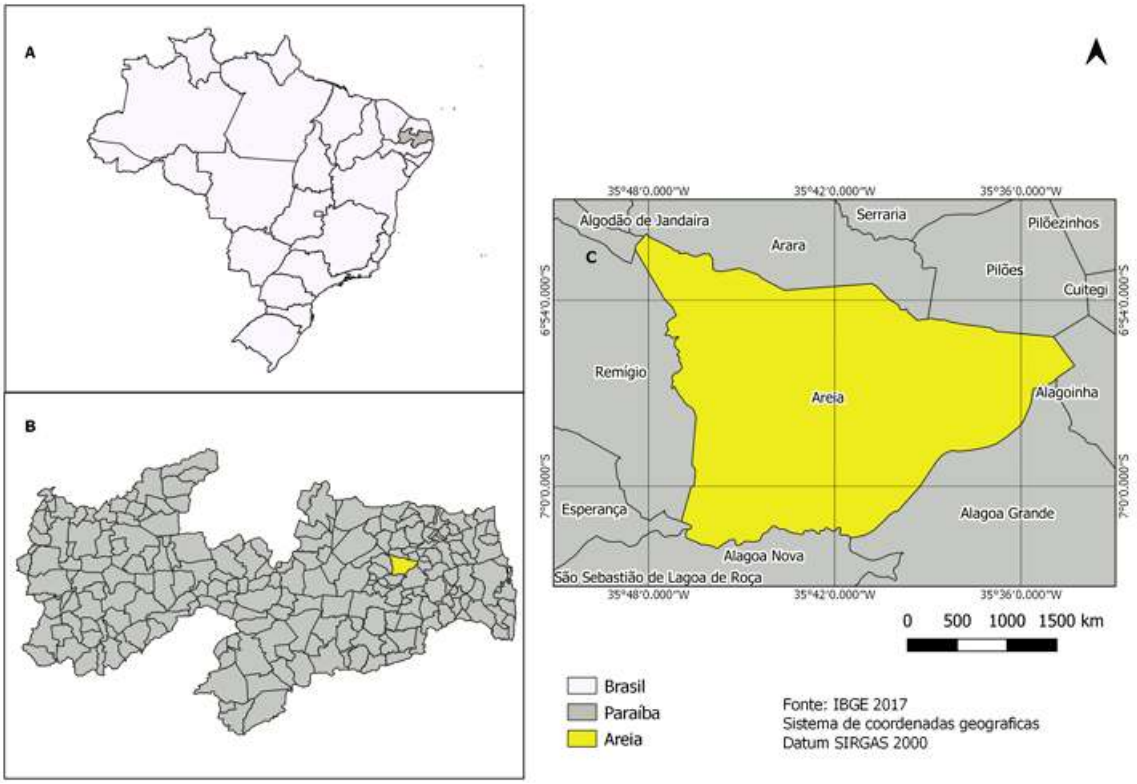
O experimento foi conduzido na área experimental Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias — CCA, Campus II, da Universidade Federal da Paraíba — UFPB, localizada no município de Areia, Paraíba. O experimento foi iniciado em junho de 2021 e finalizado em junho de 2022.

O município de Areia está situado na microrregião do Brejo Paraibano, sob as coordenadas geográficas 6°58’7,133’’ S e 35°44’2,152’’ O, com altitude aproximada de 582 m (Figura 1).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

Figura 1 – Mapa de localização da área experimental.



A) Limite do Brasil, com destaque para o estado da Paraíba; B) Estado da Paraíba, com destaque para o município de Areia; C) Limite do município de Areia, onde se localiza a Fazenda Experimental Chã de Jardim. Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo As' (ALVARES et al., 2013), caracterizado como quente e úmido, com chuvas concentradas no outono-inverno. Durante o período experimental, os dados meteorológicos foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia, considerando a estação meteorológica de Areia-PB (INMET, 2023).

2.2. Climatologia durante o período experimental

Durante o período de condução do experimento, as temperaturas médias

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

mensais variaram entre 20,3 °C e 24,4 °C. A precipitação pluviométrica acumulada durante o ciclo de cultivo foi de 1.935,6 mm (Figura 2).

Figura 2 – Temperatura média mensal (°C) e precipitação pluviométrica mensal (mm) durante o período experimental, Areia-PB, 2021/2022.



Fonte: INMET (2023).

2.3. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e sete tratamentos, totalizando 28 parcelas experimentais. A adoção do delineamento em blocos teve como objetivo reduzir possíveis efeitos da variabilidade da área experimental. Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente dentro de cada bloco.

Os tratamentos avaliados foram: T1 — testemunha, sem inoculação, sem aplicação de fertilizante de algas e sem adubação nitrogenada; T2 — inoculação com *Azospirillum brasilense*; T3 — aplicação de 100% da dose recomendada de nitrogênio, na forma de ureia; T4 — inoculação com *A. brasilense* + fertilizante de algas; T5 — inoculação com *A. brasilense* + 50% da dose recomendada de nitrogênio, na forma de ureia; T6 — fertilizante de algas + 50% da dose

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

recomendada de nitrogênio, na forma de ureia; e T7 — inoculação com *A. brasilense* + fertilizante de algas + 50% da dose recomendada de nitrogênio, na forma de ureia.

A dose correspondente a 100% da recomendação de nitrogênio foi de 100 kg ha^{-1} de N, enquanto a dose de 50% correspondeu a 50 kg ha^{-1} de N. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas aplicações de cobertura, realizadas aos 50 e 180 dias após o plantio (DAP). Nos tratamentos com 50% da dose recomendada de N, foram aplicados 15 kg ha^{-1} de N na primeira cobertura e 35 kg ha^{-1} de N na segunda. No tratamento com 100% da dose recomendada de N, foram aplicadas doses equivalentes ao dobro das utilizadas nos tratamentos com 50% de N.

2.4. Implantação e condução do experimento

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB041443, e o plantio foi realizado em junho de 2021. O solo foi previamente preparado por meio de gradagem e, posteriormente, sulcado com espaçamento de 1,20 m entre sulcos.

Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, sendo consideradas como área útil as duas linhas centrais. As duas linhas externas foram consideradas bordaduras laterais. A densidade de plantio utilizada foi de 12 gemas por metro linear. Foi mantido espaçamento de 0,50 m entre as parcelas/blocos, conforme o arranjo experimental adotado.

A adubação de plantio foi realizada com superfosfato simples, na dose correspondente a 120 kg ha^{-1} de P_2O_5, e cloreto de potássio, na dose correspondente a 60 kg ha^{-1} de K_2O, considerando os teores apresentados na análise química e de fertilidade do solo da área experimental (Tabela 1). As adubações de fundação foram realizadas no fundo do sulco para todos os tratamentos, enquanto as adubações nitrogenadas de cobertura foram realizadas

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

apenas nos tratamentos que receberam nitrogênio.

Tabela 1 – Análise química e de fertilidade do solo da área experimental, Areia-PB, 2021.

pH	P	S	K^+	Na^+	$H^+ + Al^{3+}$	Al^{3+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SB	CTC	MO
	mg/dm^3			$cmol_c/dm^3$						g/kg	
6,0	2,26		27,26	0,05	4,72	0,05	3,11	1,11	4,34	9,06	21,79

Fonte: Elaborado pelos autores.

Juntamente com a adubação de fundação, foi aplicado fertilizante de algas à base de *Lithothamnium*, na forma granulada, na dose de 200 kg ha^{-1}. O produto foi distribuído a lanço no sulco de plantio, conforme a disponibilidade e recomendação técnica utilizada no momento da implantação do experimento. Informações detalhadas sobre composição química, teor de cálcio e magnésio, PRNT ou classificação comercial do produto não estavam disponíveis no registro experimental.

A inoculação com *Azospirillum brasilense* foi realizada utilizando inoculante comercial na concentração de 2 × 10^{11} UFC L^{-1}. A aplicação foi feita com auxílio de pulverizador costal, diretamente sobre os colmos dispostos no sulco, após o plantio, na dose de 300 mL ha^{-1}. O volume de calda utilizado foi de 4 L por parcela. Informações complementares referentes à estirpe bacteriana, fabricante, validade e condições de armazenamento do inoculante não estavam disponíveis no registro experimental.

Após a distribuição dos colmos no sulco e a aplicação do inoculante, realizou-se a aplicação de cupinicida à base de fipronil, na concentração de 800 g kg^{-1}, utilizando-se 15 g do produto para 20 L de água. A aplicação foi realizada com pulverizador costal e, em seguida, procedeu-se ao fechamento dos sulcos.

Foram demarcadas cinco plantas nas duas linhas centrais de cada parcela, sendo as avaliações realizadas aos 210 DAP, em janeiro de 2022. As cinco

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

plantas avaliadas em cada parcela foram consideradas subamostras, utilizadas para obtenção da média da parcela. Dessa forma, a parcela experimental foi considerada a unidade experimental para fins de análise estatística.

2.5. Parâmetros avaliados

Foram avaliadas as seguintes variáveis biométricas: altura do colmo (AT), comprimento da folha (CP), largura da folha (LG), diâmetro do colmo (DT), número de entrenós (NE), número de folhas (NF) e número de plantas por metro linear (NP). As avaliações estão descritas a seguir.

A altura do colmo foi determinada em cinco plantas por parcela, mensurando-se o comprimento da base da planta até a lígula da folha +1. A medição foi realizada com auxílio de trena, e os dados foram expressos em centímetros.

O comprimento e a largura da folha foram mensurados em cinco plantas por parcela, utilizando-se trena e paquímetro. Posteriormente, foi obtida a média dos valores para cada parcela. Os dados foram expressos em centímetros.

O diâmetro médio do colmo foi obtido com auxílio de paquímetro manual e digital, a partir da mensuração de três pontos do colmo: terço superior, terço médio e terço inferior. Foram avaliadas cinco plantas por parcela, e os dados foram expressos em centímetros.

O número de entrenós e o número de folhas foram determinados por contagem direta em cada uma das cinco plantas previamente demarcadas em cada parcela.

O número de plantas por metro linear foi obtido por meio da contagem das plantas presentes em 1 m linear nas duas linhas centrais de cada parcela. Posteriormente, foi calculada a média por parcela.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

2.6. Análise estatística

Os dados foram organizados a partir das médias das parcelas experimentais, considerando as cinco plantas avaliadas como subamostras dentro de cada parcela. A parcela foi considerada a unidade experimental para as análises estatísticas.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste F. Quando constatado efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Além disso, foi realizada análise de componentes principais (ACP), com o objetivo de avaliar, de forma exploratória, a relação entre os tratamentos e as variáveis biométricas analisadas. Para a ACP, os dados foram previamente padronizados, considerando as diferenças de escala entre as variáveis avaliadas.

As análises estatísticas foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2019).

3. Resultados e Discussão

A análise de variância (ANOVA) demonstrou que os diferentes tratamentos avaliados não influenciaram significativamente a maioria das variáveis biométricas da cana-de-açúcar, variedade RB041443, aos 210 dias após o plantio (DAP). Foi observada diferença significativa apenas para a largura de folha (LG) (Tabela 2). Para as variáveis altura de colmo (AT), comprimento de folha (CP), diâmetro de colmo (DT), número de folhas (NF), número de entrenós (NE) e número de plantas por metro linear (NP), não houve efeito significativo dos tratamentos pelo teste F.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para altura de colmo (AT), comprimento de folha (CP), diâmetro de colmo (DT), largura de folha (LG), número de folhas (NF), número de entrenós (NE) e número de plantas por metro linear (NP) de cana-de-açúcar, variedade RB041443, submetida a diferentes aplicações de fertilizantes.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio						
		AT	CP	DT	LG	NF	NE	NP
Tratamentos	6	141.30 ^{ns}	12.215 ^{ns}	0.104 ^{ns}	0.114 *	0.563 ^{ns}	0.518 ^{ns}	1.076 ^{ns}
Blocos	3	231.87 ^{ns}	27.714 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.146 *	0.253 ^{ns}	0.821 *	0.712 ^{ns}
Resíduo	18	107.744	21.371	0.039	0.043	0.264	0.195	0.472
C.V. (%)		6.9	2.8	6.4	5.8	7.2	6.0	13.9

ns, *, ** — não significativo, significativo a p ≤ 0,05 e p ≤ 0,01 pelo teste F, respectivamente. Fonte: Elaborado pelos autores.

Os maiores valores de comprimento e largura de folha são características importantes para a cultura da cana-de-açúcar, pois estão diretamente relacionadas à área foliar das plantas. Maior área foliar pode refletir em maior capacidade fotossintética, favorecendo o desenvolvimento vegetativo da cultura (SIMÕES et al., 2018). No presente estudo, entretanto, apenas a largura de folha apresentou diferença significativa entre os tratamentos, indicando que os efeitos observados foram restritos a essa variável.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

Tabela 3 – Comprimento de folha (CP) e largura de folha (LG) de cana-de-açúcar, variedade RB041443, submetida a diferentes aplicações de fertilizantes.

Tratamentos	CP	LG
	cm	
Azospirillum T2	134 a	2.90 ab
Uréia 100% N T3	137 a	3.16 a
Azospirillum + Algas T4	135 a	2.66 b
Azospirillum + Uréia 50% N T5	136 a	2.80 ab
Algas + Uréia 50% N T6	132 a	2.77 ab
Azospirillum + Algas + Uréia 50% N T7	133 a	3.04 ab
Testemunha T1	135 a	2.90 ab

Médias seguidas de letras semelhantes na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelos autores.

Embora não tenha sido observada diferença significativa entre os tratamentos para o comprimento de folha, em valores médios absolutos, o tratamento com 100% da dose recomendada de nitrogênio na forma de ureia apresentou o maior valor para essa variável. Para a largura de folha, o tratamento com ureia 100% de N foi estatisticamente superior ao tratamento com *Azospirillum brasilense* associado ao fertilizante de algas, enquanto os demais tratamentos apresentaram comportamento intermediário (Tabela 3).

O resultado observado com a aplicação de ureia 100% de N pode estar relacionado à função do nitrogênio no metabolismo vegetal, uma vez que esse nutriente participa da formação de aminoácidos, proteínas, enzimas e clorofila, compostos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas (GARCIA et al., 2013; ANDRADE et al., 2018; COSTA et al., 2019). Contudo, esse efeito deve ser interpretado com cautela, pois a dose plena de nitrogênio

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

favoreceu especificamente a largura de folha, sem alterar significativamente as demais variáveis biométricas avaliadas.

As variáveis altura de colmo, diâmetro de colmo, número de entrenós, número de folhas e número de plantas por metro linear não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 4). Esse resultado indica que, nas condições em que o experimento foi conduzido, a inoculação com *A. brasilense*, o fertilizante de algas à base de *Lithothamnium* e suas combinações com ureia 50% de N não promoveram alterações expressivas nessas variáveis até os 210 DAP.

Tabela 4 – Altura de colmo (AT), diâmetro de colmo (DT), número de entrenós (NE), número de folhas (NF) e número de plantas por metro linear (NP) de cana-de-açúcar, variedade RB041443, submetida a diferentes aplicações de fertilizantes.

	AT	DT	NE	NF	NP
	---------- cm ----------		-	-	-
Azospirillum T2	121 a	2.70 a	5.65 a	6.40 a	3.40 a
Uréia 100% N T3	109 a	2.33 a	5.60 a	5.85 a	4.60 a
Azospirillum + Algas T4	123 a	2.38 a	6.30 a	5.40 a	3.75 a
Azospirillum + Uréia 50% N [illegible]	127 a	2.27 a	6.20 a	5.80 a	4.55 a
Algas + Uréia 50% N T6	119 a	2.60 a	6.25 a	5.50 a	3.85 a
Azospirillum + Algas + Uréia 50% N T7	125 a	2.58 a	5.40 a	5.30 a	3.35 a
Testemunha T1	117 a	2.57 a	5.95 a	5.90 a	4.30 a

Médias seguidas de letras semelhantes na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelos autores.

O desenvolvimento da cana-de-açúcar pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles a variedade utilizada, as condições climáticas, a disponibilidade hídrica, as características químicas e físicas do solo e a eficiência de absorção dos nutrientes. Segundo Marafon (2012), a análise de crescimento em cana-de-açúcar permite avaliar efeitos relacionados à adaptabilidade, às

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

diferenças genotípicas, à competição e às práticas agronômicas sobre o crescimento das plantas. No presente estudo, observou-se crescimento lento das plantas até os 210 DAP, o que pode ter contribuído para a ausência de resposta significativa em algumas variáveis biométricas.

Além disso, no mês de janeiro de 2022, período em que as plantas se encontravam em desenvolvimento vegetativo e em que foram realizadas as avaliações, observou-se temperatura média aproximada de 24 °C e precipitação de cerca de 60 mm (Figura 2). Essas condições podem ter influenciado o desenvolvimento das plantas e a eficiência dos tratamentos aplicados. Altas temperaturas e baixos teores de umidade no solo no período da adubação nitrogenada de cobertura podem reduzir a eficiência do fertilizante, especialmente quando se utiliza ureia, fonte nitrogenada concentrada e sujeita a perdas por volatilização (FENNER et al., 2014).

Outro fator que pode ter influenciado a ausência de resposta significativa à inoculação está relacionado ao manejo fitossanitário realizado no sulco de plantio. Após a aplicação do inoculante, foi utilizado cupinicida à base de fipronil antes do fechamento dos sulcos. Embora o produto tenha sido empregado para controle preventivo de cupins, não foi realizado teste específico de compatibilidade entre o inseticida e o inoculante utilizado. Dessa forma, não se pode descartar a possibilidade de interferência do produto sobre a viabilidade ou o estabelecimento de *Azospirillum brasilense* no ambiente rizosférico, sendo esse um aspecto a ser considerado como limitação do estudo.

Outro aspecto relevante é a resposta varietal à inoculação. A interação entre genótipo da planta e bactérias diazotróficas pode variar conforme a cultivar, uma vez que características genéticas da planta podem favorecer ou limitar a colonização bacteriana e a interação planta-microrganismo. Lira et al. (2020), ao avaliarem diferentes genótipos de cana-de-açúcar inoculados com bactérias

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

diazotróficas, observaram respostas distintas entre os materiais genéticos, evidenciando a importância da interação entre genótipo e inoculante. Assim, a ausência de resposta significativa observada para a variedade RB041443 pode estar relacionada, em parte, à especificidade da interação entre a variedade e o inoculante utilizado.

A altura da planta de cana-de-açúcar apresenta fases distintas de desenvolvimento, iniciando com crescimento mais lento, seguido por uma fase de crescimento rápido e, posteriormente, por nova redução no ritmo de crescimento (MACHADO et al., 1982). Entretanto, essas fases podem variar em função das características genotípicas da variedade cultivada, do manejo adotado e das condições ambientais (LACERDA et al., 2019). Esse comportamento pode explicar, em parte, os resultados observados neste estudo, uma vez que a avaliação foi realizada aos 210 DAP, momento em que algumas variáveis podem ainda não expressar plenamente o efeito dos tratamentos.

Em valores médios absolutos, as maiores alturas de colmo foram observadas nos tratamentos com *Azospirillum brasilense* associado à ureia 50% de N e no tratamento com *A. brasilense* associado ao fertilizante de algas e ureia 50% de N. Embora essas diferenças não tenham sido estatisticamente significativas, os valores médios absolutos sugerem possível resposta à associação entre inoculação bacteriana e adubação nitrogenada reduzida, devendo esse comportamento ser confirmado em novos estudos. Gírio et al. (2015), ao avaliarem bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas, observaram efeito positivo do inoculante sobre o crescimento inicial das plantas, com aumento em altura, perfilhamento, diâmetro do colmo e desenvolvimento radicular.

Para o diâmetro de colmo, também não foram observadas diferenças

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

significativas entre os tratamentos. Oliveira et al. (2004) verificaram ausência de diferença significativa no diâmetro médio dos colmos de cultivares de cana-de-açúcar nas avaliações iniciais, realizadas aos 84 e 135 DAP, com diferenças significativas sendo observadas apenas a partir de 279 DAP. Esse comportamento indica que o diâmetro do colmo pode apresentar respostas mais evidentes em fases mais avançadas do ciclo da cultura. Além disso, variedades com maior capacidade de formação de colmos mais espessos podem apresentar menor perfilhamento inicial. Para Farias et al. (2008), a eficiência no uso da água é um fator importante para a produção de colmos e de açúcar na cultura da cana-de-açúcar, podendo variar conforme as lâminas de irrigação aplicadas e as condições de cultivo.

O número de entrenós por planta é uma variável diretamente relacionada ao crescimento dos colmos e pode influenciar a produtividade final da cultura. Baixos valores dessa variável podem estar associados à menor absorção de nutrientes, especialmente quando a adubação é realizada em fases em que o sistema radicular ainda não se encontra plenamente desenvolvido, limitando o aproveitamento dos nutrientes aplicados (LACERDA et al., 2019). No presente estudo, entretanto, o número de entrenós não diferiu significativamente entre os tratamentos, indicando que as combinações avaliadas não foram suficientes para alterar essa variável até os 210 DAP.

A ausência de resposta significativa da maioria das variáveis avaliadas pode estar relacionada a diferentes fatores, como a condição inicial de fertilidade do solo, a disponibilidade hídrica durante o ciclo, a resposta específica da variedade RB041443, a dose e forma de aplicação do fertilizante de algas, a adaptação do inoculante às condições locais e a possível interferência do manejo fitossanitário sobre o estabelecimento bacteriano. Além disso, a avaliação foi restrita ao desenvolvimento vegetativo aos 210 DAP, sem mensuração de variáveis

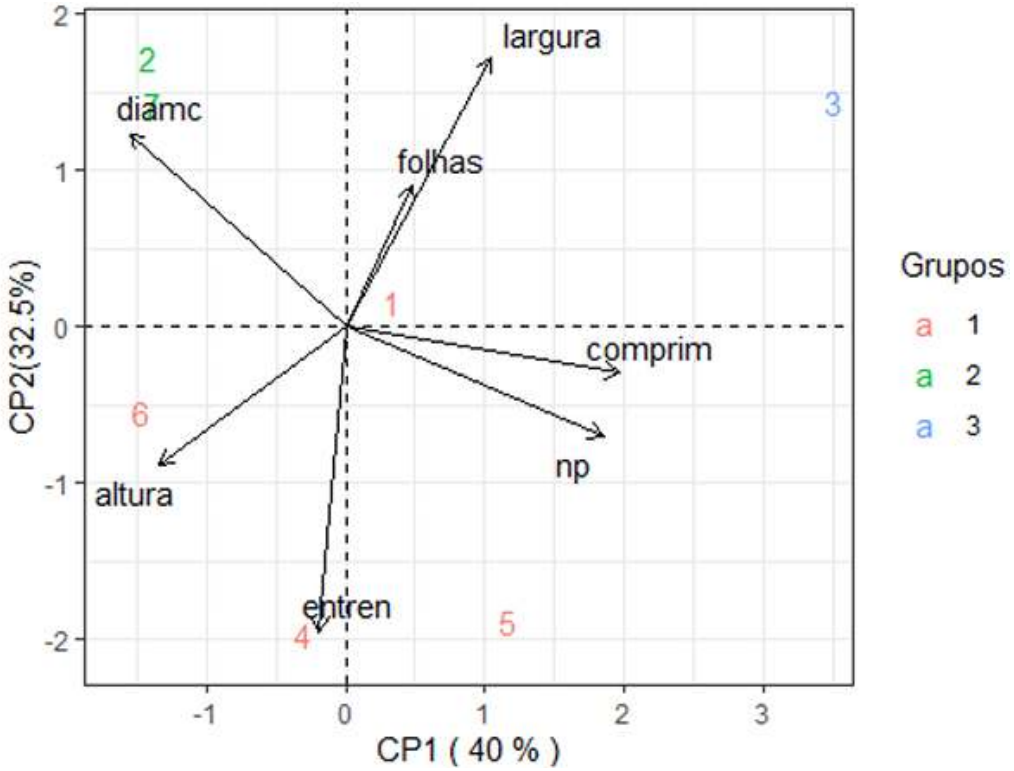
REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

produtivas, nutricionais ou microbiológicas. Assim, os resultados obtidos devem ser interpretados dentro desses limites experimentais.

A análise de componentes principais (ACP) explicou 72,5% da variação total dos dados nos dois primeiros componentes principais, sendo 40,0% explicados pelo primeiro componente principal (CP1) e 32,5% pelo segundo componente principal (CP2) (Figura 3).

Figura 3 – Análise de componentes principais (ACP) de cana-de-açúcar, variedade RB041443, submetida a diferentes aplicações de fertilizantes, considerando as variáveis biométricas avaliadas.



Elipses: Grupo 1 = T1: testemunha, sem inoculação, sem aplicação de fertilizante de algas e sem adubação nitrogenada; T4: *Azospirillum brasilense* + fertilizante de algas; T5: *Azospirillum brasilense* + ureia 50% de N; T6: fertilizante de algas + ureia 50% de N. Grupo 2 = T2: *Azospirillum brasilense*; T7: *Azospirillum brasilense* + fertilizante de algas + ureia 50% de N. Grupo 3 = T3: ureia 100% de N. Fonte: Elaborado pelos autores.

A ACP foi utilizada como ferramenta exploratória complementar à análise de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

variância, permitindo visualizar a distribuição dos tratamentos em relação ao conjunto de variáveis biométricas avaliadas. No primeiro componente principal, observou-se maior contribuição das variáveis largura de folha, número de folhas, comprimento de folha e número de plantas por metro linear. Nesse eixo, o tratamento T3, com aplicação de ureia 100% de N, posicionou-se próximo às variáveis relacionadas ao desenvolvimento foliar. Esse comportamento está de acordo com o resultado observado para largura de folha, única variável que apresentou diferença significativa na ANOVA.

No segundo componente principal, observou-se maior contribuição das variáveis diâmetro de colmo, altura de colmo e número de entrenós. Alguns tratamentos contendo *Azospirillum brasilense* e fertilizante de algas posicionaram-se próximos a essas variáveis no plano da ACP. No entanto, como essas variáveis não apresentaram diferença significativa pela análise de variância, tais associações devem ser interpretadas apenas como padrões exploratórios, sem indicação de efeito estatístico dos tratamentos.

Dessa forma, a ACP contribuiu para visualizar a organização conjunta dos tratamentos e variáveis biométricas, mas não substitui os resultados da ANOVA. Assim, a interpretação dos dados deve considerar que, nas condições avaliadas, apenas a largura de folha respondeu significativamente aos tratamentos, enquanto as demais variáveis não apresentaram diferenças estatísticas.

3.1. Limitações do estudo

Este estudo avaliou apenas variáveis biométricas vegetativas da cana-de-açúcar aos 210 DAP, em uma única safra, uma única área experimental e utilizando a variedade RB041443. Não foram avaliadas variáveis produtivas, como produtividade de colmos, massa fresca, massa seca e qualidade tecnológica, nem variáveis nutricionais e microbiológicas, como teor foliar de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

nitrogênio, acúmulo de N, colonização bacteriana ou atividade da nitrogenase. Além disso, não foi realizado teste específico de compatibilidade entre o inoculante utilizado e o cupinicida à base de fipronil aplicado no sulco de plantio. Esses fatores limitam a interpretação dos mecanismos envolvidos e indicam a necessidade de novos estudos em diferentes condições edafoclimáticas, variedades, épocas de plantio e fases do ciclo da cultura.

Destaca-se também como limitação a ausência de informações detalhadas sobre a composição química do fertilizante de algas e sobre a estirpe do inoculante comercial utilizado, o que restringe a interpretação dos possíveis mecanismos relacionados à resposta dos tratamentos.

4. Conclusões

Nas condições edafoclimáticas do Brejo Paraibano, em ciclo de cana-planta, com a variedade RB041443 e avaliação aos 210 dias após o plantio, os tratamentos avaliados não influenciaram significativamente a maioria das variáveis biométricas da cana-de-açúcar.

A largura de folha foi a única variável que apresentou diferença significativa entre os tratamentos, com maior valor observado no tratamento com 100% da dose recomendada de nitrogênio na forma de ureia.

A inoculação com *Azospirillum brasilense*, isoladamente ou em associação com fertilizante de algas à base de *Lithothamnium* e ureia 50% de N, não promoveu incremento significativo no desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar nas condições avaliadas.

A aplicação do fertilizante de algas à base de *Lithothamnium* também não resultou em efeito significativo sobre as variáveis biométricas avaliadas.

Recomenda-se a realização de novos estudos, incluindo avaliações produtivas, nutricionais e microbiológicas, em diferentes épocas de plantio,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

variedades e condições edafoclimáticas, a fim de melhor compreender a resposta da cana-de-açúcar à inoculação com *Azospirillum brasilense*, ao uso de fertilizante de algas e à adubação nitrogenada.

Referências

AJALA, Emmanuel Ogochukwu; IGHALO, Joshua Oluwatosin; AJALA, Michael Ayodele; ADENIYI, Abideen Idowu; AYANSHOLA, Adewale Musibau. Sugarcane bagasse: a biomass sufficiently applied for improving global energy, environment and economic sustainability. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 8, n. 1, p. 1-25, 2021.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

ALVES, Nery; ELEONORA, Ana. Technological mapping of ridesa sugar cane cultivars based on varietal census 2016/2017, in the state of Alagoas/Brazil. **Revista INGI - Indicação Geográfica e Inovação**, v. 2, n. 3, p. 164–174 , 2016.

ANDRADE, Rafael de Paiva; PADUA, Osny Guilherme Silva; JANEGITZ, Moniki Campos; REIS, Wagner dos; GALLI, Giovanna Alevato; SILVA, Caio Augusto da; CARDOSO, Nathiele Vieira. Desenvolvimento de MPB de cana-de-açúcar em função do uso de nitrogênio e torta de filtro no solo. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. Especial, p. 06-12, 2018. https://doi.org/10.5747/ca.2018.v14.nesp.000250

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Brasília, DF, v. 11, 2023.

COSTA, Andréa Raquel Fernandes Carlos da; ROLIM, Mário Monteiro; SIMÕES NETO, Djalma Eusébio; SILVA, Manassés Mesquita da; SILVA, Gerônimo Ferreira da; PEDROSA, Elvira Maria Régis. Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **IRRIGA**, v. 24, n. 1, p. 38-53, 2019. https://doi.org/10.15809/irriga.2019v24n1p38-53

DIAS, Gilberto Tavares de Macedo. Granulados bioclásticos: algas calcárias.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

Revista Brasileira de Geofísica, v. 18, n. 3, p. 307-318, 2000. https://doi.org/10.1590/S0102-261X2000000300008

FARIAS, Carlos Henrique de Azevedo; FERNANDES, Pedro Dantas; DANTAS NETO, José; GHEYI, Hans Raj. Eficiência no uso da água na cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de zinco no litoral paraibano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 494-506, 2008.

FENNER, William; DALLACORT, Rivanildo; MODOLO, Alcir José; SEABRA JÚNIOR, Santino; DIAS, Vanessa Rakel de Moraes. Comportamento agroclimático e efeitos da época de aplicação de adubação nitrogenada na cultura de arroz de terras altas no Estado de Mato Grosso. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 222-230, 2014. https://doi.org/10.13083/1414-3984.v22n03a04

GARCIA, Julio Cesar; VITORINO, Renan; AZANIA, Carlos Alberto Mathias; SILVA, Daniela Marques; BELUCI, Lucas Ribeiro. Inoculação de bactérias diazotróficas no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar, variedade RB867515. **Nucleus**, Ituverava, v. 10, n. 1, p. 99-108, 2013.

GÍRIO, Lucas Augusto da Silva; DIAS, Fábio Luis Ferreira; REIS, Veronica Massena; URQUIAGA, Segundo; SCHULTZ, Nivaldo; BOLONHEZI, Denizart; MUTTON, Márcia Justino Rossini. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 33-43, jan. 2015. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000100004

HAFLE, Oscar Mariano; SANTOS, Verônica Andrade dos; RAMOS, José Darlan; CRUZ, Maria do Céu Monteiro da; MELO, Paulo César de. Produção de mudas de mamoeiro utilizando bokashi e *Lithothamnium*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 245-251, 2009.

HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; SOUZA, Emanuel Maltempi de; PEDROSA, Fábio de Oliveira. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010. https://doi.org/10.1007/s11104-009-0262-0

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Dados meteorológicos históricos: estação meteorológica de Areia-PB, período 2021–2022. Brasília, DF: INMET,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

2023. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/. Acesso em: 25 de abril de 2023.

LACERDA, Aliston Ricardo da Silva; SOUSA, Aila Rios de; SANTOS, Telma Miranda dos; CLEMENTE, João Marcos; DUARTE, Alessandra Rodrigues; MACHADO, Michelle Galvina. Produtividade da cana-de-açúcar em resposta à adubação NPK em diferentes épocas. **Humanidades & Tecnologia (FINOM)**, v. 1, n. 18, p. 45-51, 2019.

LINO, Ana Carolina Marostica. **Fixação biológica de nitrogênio em soqueira de cana-de-açúcar com *Azospirillum brasilense* e na compatibilidade com agroquímicos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

LIRA, Dalliane Nogueira de Souza; ARAUCO, Adriana Miranda de Santana; BOECHAT, Cácio Luiz; MOITINHO, Mara Regina; LACERDA, Julian Junio de Jesus; MARTINS, Elaine da Costa. Bactérias diazotróficas associativas inoculadas em cultivares de cana-de-açúcar: implicações em atributos morfofisiológicos e nutrição vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, e0190155, 2020.

LOPES, Valéria Rosa; BESPALHOK FILHO, João Carlos; FIGUEIREDO, Guilherme Grodzki Oliveira; OLIVEIRA, Ricardo Augusto de; DAROS, Edelclaiton. Interaction between sugarcane families and plant growth-promoting bacteria in two crop cycles. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 2, p. 527-538, 2019. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n2p527

MACHADO, Eduardo Caruso; PEREIRA, Antônio Roberto; FAHL, Joel Irineu; ARRUDA, Hélio Vaz de; CIONE, José. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 9, p. 1323-1329, 1982.

MARAFON, Anderson Carlos. **Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: uma introdução ao procedimento prático**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 29, 2012.

MELO, Paulo César de; FURTINI NETO, Antônio Eduardo. Avaliação do *Lithothamnium* como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 508-519, maio/jun. 2003. https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000300003

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/06/2026 - **Accepted:** 19/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/sfnjfk94
Pages: 1-25

OLIVEIRA, Ricardo Augusto de; DAROS, Edelclaiton; ZAMBON, José Luis Camargo; WEBER, Heroldo; IDO, Oswaldo Teruyo; BESPALHOK FILHO, João Carlos; ZUFFELLATO-RIBAS, Katia Christina; SILVA, Darana Kelly Tramujas da. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar em cana-planta no Estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, 2004.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

SCHULTZ, Nivaldo; MORAIS, Rafael Fiusa de; SILVA, Jeferson Alves da; BAPTISTA, Rafael Butke; OLIVEIRA, Renan Pedula; LEITE, José Marcos; PEREIRA, Willian; CARNEIRO JÚNIOR, Josil de Barros; ALVES, Bruno José Rodrigues; BALDANI, José Ivo; BODDEY, Robert Michael; URQUIAGA, Segundo; REIS, Veronica Massena. Avaliação agronômica de duas variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 261-268, 2012.

SERAFIM, Rubens Fernando; YABUKI, Lauren Nozomi Marques; QUELUZ, João Gabriel Thomaz; GALDEANO, Larissa Ruas; GARCIA, Marcelo Loureiro. Efeitos da aplicação de vinhaça na fertilidade do solo. **IRRIGA**, v. 26, n. 2, p. 439-459, 2021. https://doi.org/10.15809/irriga.2021v26n2p439-459

SIMÕES, Welson Lima; OLIVEIRA, Anderson Ramos de; REIS, Veronica Massena; PEREIRA, Willian; LIMA, Jair Andrade. Aplicação de bactérias diazotróficas via sistema de irrigação para fixação biológica de nitrogênio na cana-de-açúcar. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 45-51, 2018. https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2018v33n1p45-51

SINGH, Amandeep; LAL, Uma Ranjan; MUKHTAR, Hayat Muhammad; SINGH, Prabh Simran; SHAH, Gagan; DHAWAN, Ravi Kumar. Phytochemical profile of sugarcane and its potential health aspects. **Pharmacognosy Reviews**, v. 9, n. 17, p. 45, 2015. https://doi.org/10.4103/0973-7847.156340

ZEFFA, Douglas Mariani; PERINI, Lucas Junior; SILVA, Matheus Balestre; SOUSA, Natália Vieira de; SCAPIM, Carlos Alberto; OLIVEIRA, André Luiz Martinez de; AMARAL JÚNIOR, Antônio Teixeira do; GONÇALVES, Leandro Simões Azeredo. Azospirillum brasilense promotes increases in growth and nitrogen use efficiency of maize genotypes. PLOS ONE, v. 14, n. 4, e0215332, 2019. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215332