

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ANA BEATRIZ BESERRA DE ANDRADE

**CRESCIMENTO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM
USO DE CONDICIONADORES DE SOLO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO**

RIO LARGO

2025

ANA BEATRIZ BESERRA DE ANDRADE

**CRESCIMENTO DE MUDAS PRÉ BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM
USO DE CONDICIONADORES DE SOLO SOB DIFRENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Lígia Sampaio Reis

RIO LARGO

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

A554c Andrade, Ana Beatriz Beserra de.

Crescimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar com uso de condicionadores de solo sob diferentes lâminas de irrigação. / Ana Beatriz Beserra de Andrade. – 2025.

32 f.: il.

Orientador(a): Lígia Sampaio Reis.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. *Saccharum* spp. 2. Condicionadores. 3. Umidade do solo. I. Título.

CDU: 633.61

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA BEATRIZ BESERRA DE ANDRADE

CRESCIMENTO DE MUDAS PRÉ BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM USO DE CONDICIONADORES DE SOLO SOB DIFRENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Monografia apresentada ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Data da defesa: 11/11/2025

Banca examinadora:

Prof.^a. Dr.^a. Lígia Sampaio Reis CECA/UFAL
Orientadora

Prof. Dr. Reinaldo Paes de Alencar CECA/UFAL
2º Examinador

Me. Rilbson Henrique Silva dos Santo CECA/UFAL
3º Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho os meus pais: Aloisio Soares de Andrade e Clemilda Beserra de Andrade, que são meu alicerce, meu maior exemplo de força, determinação, trabalho e honestidade. Seu amor, apoio e sacrifícios foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Assim como toda a minha família, que sempre me incentivou e me ajudou de várias formas a concluir mais um ciclo da minha vida.

Aos meus amados avós (*In memoriam*): Antônio Juvêncio dos Santos, Luiz José de Andrade e Julieta Beserra de Andrade. Sou eternamente grata a todo amor que recebi de vocês em vida e sei que continuam me protegendo de onde estiverem. Meus três anjos da guarda, jamais os esquecerei.

Ao meu namorado: Matheus Lessa Moura Nascimento, que há 6 anos se fez presente em todos os momentos da minha vida, sejam eles bons e ruins. Que sempre me motiva a ser a minha melhor versão e a nunca desistir.

A minha Orientadora e a todos os professores e amigos que estiveram comigo em toda minha trajetória estudantil.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e Nossa Senhora por te me concedido o dom da vida, guiando meus caminhos e me dado força e sabedoria para chegar até aqui.

Aos meus colegas, amigos de graduação e de vida que se fizeram presente nessa jornada, fazendo-a mais leve e alegre, principalmente a: Gabrielle Ferreira de Lira, Marcos Antônio Martins Feitosa, Mickelly Vitoria Silva Lira de Melo, Alan Douglas Fernandes Lima, Caio Vitor da Silva Anjos, Gustavo Santos Silva, Laysa Pollyanna dos Santos.

A minha orientadora Profa. Dra. Ligia Sampaio Reis, pela oportunidade e pela confiança no desenvolvimento desse trabalho. A sonha meu respeito e gratidão. Obrigada por tudo.

A todos os professores e colaboradores do Campus e Engenharia e Ciências Agrárias- CECA UFAL por todo ensinamento acadêmico e de vida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área experimental no município de Rio Largo- AL-----	19
Figura 2. Preparo dos vasos, pesagem do vaso sem o solo (A), pesagem com a brita (B) e pesagem com solo+brita (C)-----	20
Figura 3. Croqui da área experimental-----	21
Figura 4. Seamadura e transplântio das mudas -----	22
Figura 5. Altura da planta (A); Diâmetro do colmo (B); Número de folhas; Comprimento da raiz (D) -----	22
Figura 6. Número de folhas das plantas de cana-de-açúcar 28 dias após o transplântio, em função dos diferentes níveis de estresse hídrico.-----	26
Figura 7. MFPA das plantas de cana-de-açúcar 27 dias após o transplântio, em função dos diferentes níveis de estresse hídrico e substratos. -----	27
Figura 8. MSPA das plantas de cana-de-açúcar 28 dias após o transplântio, em função dos diferentes níveis de estresse hídrico e substratos. -----	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do pó de basalto.....	18
Tabela 2. Análise química do solo coletado em Murici-AL, antes da instalação do experimento com cana-de-açúcar, Rio Largo – AL, de 2024.....	20
Tabela 3. Resumo das análises de variância para as variáveis: Número de folhas, altura de planta e diâmetro do colmo das mudas cultivadas sob diferentes fatores entre 21 e 28 dias após o transplântio.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A cultura da cana-de-açúcar	14
2.2 Importância econômica	14
2.3 Estresse hídrico na cana-de-açúcar	15
2.4 Hidroretentor	16
2.5 Mudanças pré-brotadas (MPB)	17
2.6 Pó de rocha	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Localização do experimento	19
3.2 Obtenção e preparo do solo	20
3.3 Obtenção da capacidade de campo	20
3.4 Delineamento estatístico	21
3.5 Material genético e sistema de cultivo	21
3.6 Variáveis analisadas	22
3.7 Análise estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Variáveis Biométricas	24
4.2 Massa fresca, massa seca, comprimento de raiz e área foliar da cana de açúcar submetida a diferentes lâminas	26
5. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIA	30

RESUMO

O sistema de plantio com mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar oferece vantagens sobre o plantio convencional, incluindo maior perfilhamento, redução do material de plantio e maior uniformidade. Além disso, diante da escassez de água, está sendo estudado o uso de hidrotentores, que são polímeros que expandem significativamente para reter água e melhorar a eficiência no uso de água. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de condicionadores de solo diferentes lâminas de irrigação na produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação na área experimental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, na cidade de Rio Largo, AL. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 2, com cinco repetições. O primeiro fator constou composto de condicionadores de solo (S1-sem condicionador; S2-solo + pó de rocha; S3- solo + hidrotentor; O segundo fator foi de lâminas de irrigação (50%, 100% da capacidade de campo - CC).). As avaliações ocorreram aos 7, 14, 21 e 28 dias após o transplantio (DAT). As variáveis analisadas foram: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea e tamanho da raiz. O estresse hídrico influenciou significativamente o número de folhas e a massa fresca da parte aérea das mudas, indicando assim uma sensibilidade à disponibilidade de água. Já no parâmetro altura da planta e o diâmetro do colmo, não apresentaram variações estatísticas relevantes. O uso de substratos com pó de rocha e hidrotentor contribuiu para maior estabilidade no crescimento, mesmo sob déficit hídrico.

Palavras-chave: *Saccharum spp*, umidade do solo, condicionadores.

ABSTRACT

The planting system using pre-sprouted sugarcane seedlings offers advantages over conventional planting, including increased tillering, reduced planting material, and greater uniformity. Moreover, in the face of water scarcity, the use of water-retaining agents is being studied. These are polymers that significantly expand to retain water and improve water use efficiency. Thus, this study aimed to evaluate the use of soil conditioners and different irrigation levels in the production of pre-sprouted sugarcane seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse at the experimental area of the Engineering and Agricultural Sciences Campus of the Federal University of Alagoas, in the city of Rio Largo, AL. A completely randomized design was adopted, in a 3 x 2 factorial arrangement, with five replications. The first factor consisted of soil conditioners (S1 – no conditioner; S2 – soil + rock powder; S3 – soil + water-retaining polymer). The second factor was irrigation levels (50% and 100% of field capacity – FC). Evaluations were carried out at 7, 14, 21, and 28 days after transplanting (DAT). The variables analyzed were: plant height, stem diameter, number of leaves, fresh shoot mass, dry shoot mass, and root length. Water stress significantly influenced the number of leaves and fresh shoot mass of the seedlings, indicating sensitivity to water availability. However, plant height and stem diameter did not show statistically significant variations. The use of substrates with rock powder and water-retaining polymer contributed to greater growth stability, even under water deficit conditions.

Keywords: *Saccharum spp.*, soil moisture, conditioners.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo representando 51% das exportações globais de açúcar. O volume exportado foi estimado em 34,4 milhões de toneladas na safra 2024/2025 (USDA, 2025). A indústria da cana-de-açúcar é um setor representativo da economia brasileira, fazendo parte dos 23,2% da produção agrícola que somam o produto interno bruto nacional (CEPEA, 2025).

A produção brasileira de cana-de-açúcar na safra 2023/2024 registra 713,2 milhões de toneladas e estabelece novo recorde na série histórica acompanhada pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). O volume representa um aumento de 16,8%, quando comparado ao ciclo passado. As condições climáticas e os investimentos do setor proporcionaram esse resultado, com destaque para a recuperação da produtividade no centro-sul do país. No Sudeste, região que concentra a maior produção de cana-de-açúcar, houve aumento no volume colhido em 21%, quando comparada à safra anterior, totalizando 469 milhões de toneladas (CONAB, 2024).

Na região Nordeste o destaque está no estado de Alagoas, que apesar da limitação territorial encabeça o ranking de maior produção da região com uma produção de 17,2 milhões de toneladas, sua estimativa inicial aponta para uma produção próxima à da última safra, com pequeno recuo na área colhida, mas deverá ser compensado por uma maior produtividade. (CONAB, 2025).

Com o desenvolvimento tecnológico possibilitando operações mecanizadas no plantio, e o uso de novas práticas que contribuem para a diminuição de insumos e aumento da produtividade, novas práticas vêm sendo utilizadas visando a redução das falhas e o incremento no estabelecimento da cultura (SILVA NETO et al., 2022).

O uso do pó de rocha, vem se tornando cada vez mais importante para diminuir enorme dependência de fertilizantes, desta forma, pode ser uma alternativa aos tradicionais fertilizantes e uma opção mais econômica aos produtores (PÁDUA, 2012).

Outra tecnologia, a de Mudanças Pré-Brotadas (MPB) traz aprimoramento no plantio de cana-de-açúcar com vantagens claras, como a redução significativa de mudas utilizadas no plantio. Além disso, resulta em diminuição dos riscos de disseminação de pragas e doenças, propiciando a formação de canaviais mais homogêneos e sadios (LANDELL et al., 2012).

No entanto, eventos como secas prolongadas, ondas de calor e irregularidade na distribuição das chuvas tem se consolidado como um dos principais fatores limitantes da produtividade agrícola. A cultura da cana-de-açúcar, altamente dependente da disponibilidade hídrica, apresenta sensibilidade acentuada a essas variações, comprometendo significativamente seu desenvolvimento vegetativo e o acúmulo de biomassa, refletindo diretamente na produtividade final da lavoura (FLACK-PRAIN, 2021).

Com base nisso, o polímero retentor de umidade ou comumente conhecido como hidrogel, vem sendo implementado na agricultura por apresentar elevada capacidade de absorção e armazenamento da água no solo, na qual, esta é liberada gradualmente para as raízes, o que permitirá um desenvolvimento vegetal contínuo mesmo em condições de déficit hídrico (CARVALHO, 2016).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar crescimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em substrato com uso de hidroretentor e pó de rocha sob diferentes lâminas de irrigação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) pertence à família Poaceae, uma das culturas mais importantes do mundo, é típica de climas tropicais e subtropicais e a principal matéria-prima para a fabricação de açúcar e álcool (etanol) (CAMARGO et al., 2010; KIRUBAKARAN et al., 2013). Introduzida no Brasil ainda no período colonial a cana-de-açúcar tornou-se uma das principais culturas com destaque na atividade econômica brasileira e desenvolvida a partir de vários híbridos de várias espécies do gênero *Saccharum*, desenvolvendo-se melhor em regiões de clima tropical e subtropical (FIGUEIREDO, 2008).

A cultura conta com as fases principais de desenvolvimento: Brotação e Emergência: O broto rompe as folhas da gema e se direciona para a superfície do solo, enquanto as raízes começam a se formar no tolete; Perfilhamento: O perfilhamento é o processo pelo qual uma planta emite colmos adicionais, conhecidos como perfilhos; Auge do Perfilhamento: Esse estágio ocorre quando a folhagem das plantas cobre completamente o solo, e cada touceira atinge seu número máximo de perfilhos; Crescimento dos Colmos: Após o auge do perfilhamento, os colmos sobreviventes continuam a crescer em altura, iniciando também o acúmulo de açúcar na base; Crescimento Radicular Vigoroso: O sistema radicular se desenvolve de forma mais intensa, tanto nas laterais quanto em profundidade, favorecendo o fortalecimento da planta; Maturação Inicial: A maturação começa juntamente com o crescimento acelerado dos colmos sobreviventes, originados do perfilhamento das touceiras e Maturação Final: Durante o período de outono e inverno, com chuvas irregulares e temperaturas mais baixas, a atividade de maturação é mais intensa, enquanto o crescimento desacelera. Nesse estágio, ocorre um acúmulo significativo de açúcar (MARIN, 2022).

2.2 Importância econômica

Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU), para agricultura e alimentação o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com produção superior a 700 milhões de toneladas anuais, seguido pela Índia e depois China (FAO, 2024). Devido à extensão territorial do Brasil, à diversidade climática e de solos

encontrada em seu território, a cultura da cana-de-açúcar se expande, tornando-se a base econômica em várias regiões do país (IAC – 2013).

É utilizada na produção de biogás, fornecendo sendo fonte de energia sustentável. Matéria-prima de produtos como bioplástico, papel, vidro, cosméticos, dentre outros. Possui polifenóis, substância que contém propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, proporcionando vários benefícios para a saúde. O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de etanol do mundo, e a produção desse biocombustível a partir da cana-de-açúcar tem contribuído para a redução da dependência do país em relação aos combustíveis fósseis (GEOLNOVA, 2023).

De acordo com o segundo levantamento da CONAB a área plantada aumentou 0,3% em relação à safra anterior totalizando 689,8 milhões de toneladas. No Brasil, a maior produção fica na região sudeste, que contribuiu com 424,5 milhões de toneladas na safra de 2024/25. No estado paulista, responsável por cerca de 50% da produção de cana do país, a colheita estimada é de 337,9 milhões de toneladas. Para a produção no Nordeste, há uma expectativa de um incremento de 1,6% na colheita, estimada em 55,2 milhões de toneladas diante de um aumento na área de 1,1%, podendo chegar a 907,7 mil hectares (CONAB, 2025).

2.3 Estresse hídrico na cana-de-açúcar

A seca constitui uma das limitações para a sustentabilidade da produção agrícola mundial, pois afeta um número variado de características morfológicas e fisiológicas das plantas, sendo seus efeitos sobre as culturas agrícolas dependentes da natureza e fase fenológica do material genético vegetal, da intensidade e duração da deficiência hídrica (PANDEY; RAMEGOWDA; SENTHIL-KUMAR, 2015).

Na cana-de-açúcar, a restrição hídrica afeta o desenvolvimento foliar, ou seja, da área fotossinteticamente ativa, diminuindo a absorção da radiação solar, provocando reduções na produção e emissão de folhas e brotações, aceleração do processo de senescência foliar e reduções no crescimento e no acúmulo de matéria seca nos colmos (OLIVEIRA et al., 2016; OLIVEIRA; BRAGA; WALKER, 2015; SILVA et al., 2015).

No processo da fotossíntese, a água desempenha um papel essencial para liberar prótons e elétrons na fase fotoquímica, além de contribuir para a regulação da abertura e fechamento estomático. Essa participação crucial da água viabiliza tanto a absorção de

CO₂ quanto a mobilização de fotoassimilados pela planta (CHAVARRIA; SANTOS, 2012). A água é fonte de oxigênio molecular existente na atmosfera, produzido na fotossíntese, da mesma forma que fornece o hidrogênio necessário para a formação de carboidratos por meio da redução do CO₂ (PIMENTEL, 2004).

Inman-Bamber (2004) destaca que a escassez de água tem um impacto negativo no crescimento da parte aérea, especialmente na produção de folhas, acelerando o envelhecimento das folhas e da planta como um todo. Isso pode resultar em uma redução na captação de radiação, na eficiência no uso da água e na fotossíntese, além de aumentar a quantidade de radiação transmitida para o solo. Além das mudanças fisiológicas causadas pelo déficit hídrico, as plantas de cana-de-açúcar também tendem a apresentar uma significativa redução em sua produção de biomassa, o que resulta na inibição do brotamento (MACHADO et al., 2009). Compreender adequadamente como a planta reage aos efeitos do estresse hídrico é de extrema importância para selecionar a variedade mais adequada e implementar a melhor estratégia de manejo.

2.4 Hidroretentor

O hidroretentor ou hidrogel são grânulos que ao entrar em contato com água podem aumentar sua massa em até 400 vezes, esses produtos podem ser usados de duas formas, pode ser usado na sua forma seca diretamente no solo ou na forma hidratada, adicionando água ao produto e depois colocando-o no solo.

Esses grânulos em pó quando misturados a água, formam uma massa de gel transparente onde as raízes irão se desenvolver, essas raízes irão atravessar essa massa aumentando, assim, o número de pelos radiculares, levando raiz a ter uma maior superfície de contato, e fazendo com que o produto libere água conforme a necessidade da planta, levando, assim, a uma economia de água, devido a diminuição da irrigação e aumentando o intervalo entre irrigações e melhorando o desenvolvimento da cultura (LOPES et al., 2010).

Vale ressaltar que uma das limitações do uso desses polímeros é o custo, ainda alto, no entanto com o uso de doses pequenas obtém-se bons resultados, com diversas melhorias como uma melhor absorção de nutrientes e água no substrato, levando a uma redução de custos, trazendo alternativas para produção de mudas (HAFLE et al., 2008).

2.5 Mudanças pré-brotadas (MPB)

Desde a chegada das primeiras mudas de cana-de-açúcar ao Brasil em 1532, a metodologia de plantio, que envolvia um alto consumo de colmos, manteve-se praticamente inalterada até o surgimento das Mudanças Pré-Brotadas (MPB). Com o objetivo de reduzir problemas e desperdícios associados ao plantio convencional, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) desenvolveu o sistema de MPB, uma abordagem inovadora para a propagação da cana. A principal diferença em relação ao sistema de plantio convencional é a utilização de mudas prontas para o plantio, previamente brotadas, em vez dos colmos semente tradicionalmente empregados (SILVA et al., 2024).

O uso de MPB na implantação de canaviais é atualmente uma das tecnologias mais inovadoras e traz consigo diversos benefícios para a cultura da cana-de-açúcar (NETO et al., 2021). Esse sistema possibilita alcançar níveis elevados de produtividade, associados a um alto padrão de saúde das plantas, vigor e uniformidade, além de reduzir o consumo de matéria-prima em até 90% em comparação com o sistema convencional. No sistema convencional de plantio de um hectare de cana-de-açúcar, aproximadamente 8 toneladas de colmos semente são necessárias. Por outro lado, com o sistema de tecnologia de MPB, a quantidade de mudas utilizada é drasticamente reduzida, podendo ser utilizadas apenas 2 toneladas de mudas por hectare (OLIVEIRA et al., 2018).

Essa diferença significativa no volume não utilizado dos colmos semente, em teoria, poderia ser direcionada para outros processos dentro da agroindústria, como a implantação de viveiros, replantio, renovação de áreas comerciais e expansão de canaviais, favorecendo os lucros do setor sucroenergético (IAC, 2013).

2.6 Pó de rocha

O uso de pó de rocha na agricultura tem ganhado destaque como uma alternativa sustentável para a remineralização dos solos, especialmente em regiões tropicais. Estudos recentes, como o de Assis da Silva et al. (2024), demonstram que pó de rocha provenientes de pedreiras do semiárido nordestino apresentam composição química favorável à fertilização natural. O uso de rochas como basalto, apresentam elevada concentração de minerais essenciais ao crescimento vegetal, como potássio, cálcio, magnésio e silício (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química do pó de basalto.

Si	K	Fe	Ca	Mn	Mg	Mo	S, Cu, Zn
%							
51	1,3	14,5	9,5	0,1	5,5	0,18	0,1

Fonte: OrgLab.

Na cultura da cana-de-açúcar, o uso do pó de rocha começou a ganhar espaço a partir dos anos 2000, especialmente em áreas com solos degradados ou com alto custo de insumos convencionais (DETTMER et al., 2019).

Diversos trabalhos apontam os benefícios agronômicos da aplicação de pó de rocha na cana-de-açúcar. Entre eles, destacam-se a melhoria da estrutura física do solo, o aumento da retenção de água e a liberação gradual de nutrientes, fatores que favorecem o desenvolvimento radicular e o crescimento dos colmos (DOS REIS et al., 2025). Além disso, o silício presente em muitas rochas pode contribuir para o fortalecimento da planta, aumentando sua resistência a pragas e doenças, o que torna o cultivo mais resiliente (ALOVISI et al., 2023). Esses efeitos positivos têm sido observados em diferentes regiões produtoras, com resultados expressivos na produtividade da cultura.

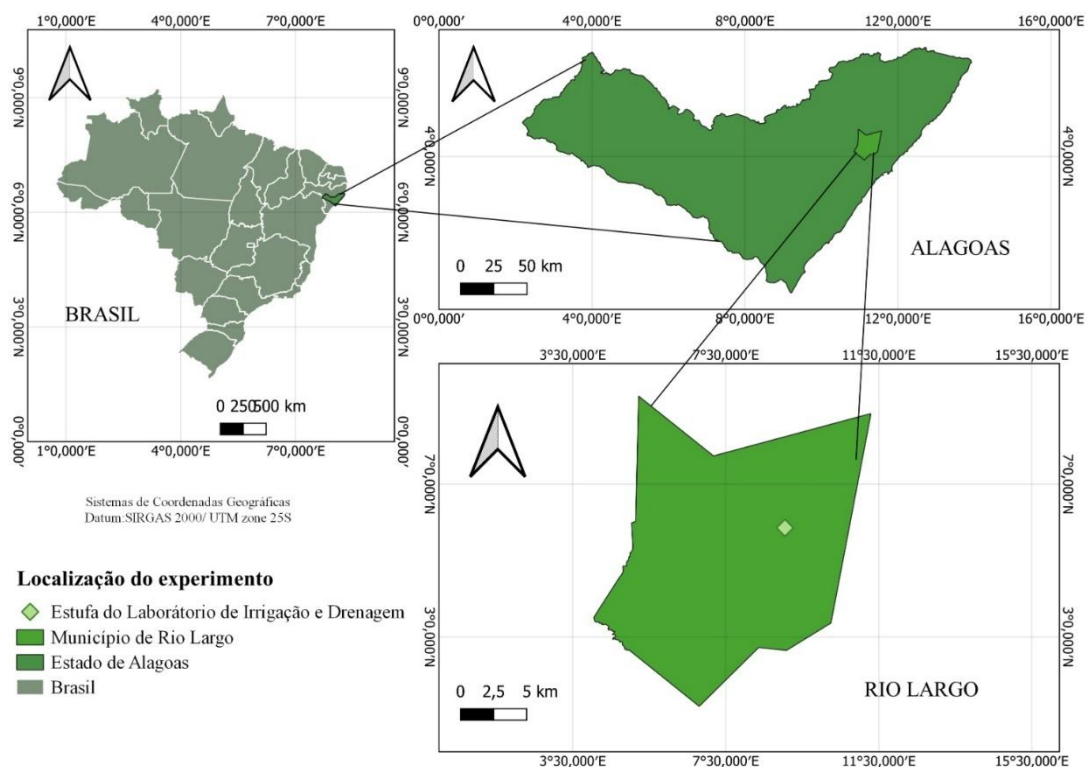
Do ponto de vista econômico e ambiental, o pó de rocha representa uma alternativa de baixo custo em relação aos fertilizantes químicos, podendo reduzir significativamente os gastos com adubação sem comprometer o desempenho agronômico (LEONEL et al., 2021). Ambientalmente, seu uso contribui para a diminuição da dependência de insumos industrializados e favorece práticas agrícolas mais regenerativas, alinhadas aos princípios da agroecologia. Dessa forma, o uso de pó de rocha na cana-de-açúcar se mostra uma estratégia promissora para promover a sustentabilidade no setor sucroenergético.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente ao Laboratório de Análise Química e Controle Ambiental, na área experimental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, na cidade de Rio Largo, AL. Com coordenadas geográficas $9^{\circ} 27' 55''$ de latitude Sul e $35^{\circ} 49' 46''$ de longitude Oeste, e altitude média de 127m (Figura 1). De acordo com classificação climática de Thornthwaite; Mather (1955), o clima da região é úmido, megatérmico, com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno. A precipitação pluvial média anual é 1829,2 mm, a temperatura do ar, apresenta variação de 18,1 e 33,7°C e umidade do ar, apresenta variação de 82,2 e 100°C (LIA CECA UFAL, 2025).

Figura 1. Localização da área experimental



Fonte: Autora (2025).

3.2 Obtenção e preparo do solo

O solo utilizado no experimento foi coletado na camada de 0-0,2 m na zona rural do município de Murici, AL, no Assentamento Pacas, o qual transportado para o local de realização do experimento. Após a coleta, o material foi devidamente seco e peneirado. Antes da instalação do experimento, parte do solo foi utilizada para análise química no Laboratório de solos e nutrição de plantas (Tabela 1).

Tabela 2. Análise química do solo coletado em Murici-AL.

Camada	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	$\frac{H}{Al} + {}^2CTC_t$	
m	H ₂ O	---mg dm ⁻³ ----			-----Cmol.dm ⁻³ -----				
0 – 0,2	6,2	2	283	13					
Camada	³ CTC _T	MO	⁴ V	⁵ m					
m	Cmol.dm ⁻³	g kg ⁻¹	-----%-----						
0 – 0,2	16,88	53,5	77	1	54,7	18	4,3	0,4	-

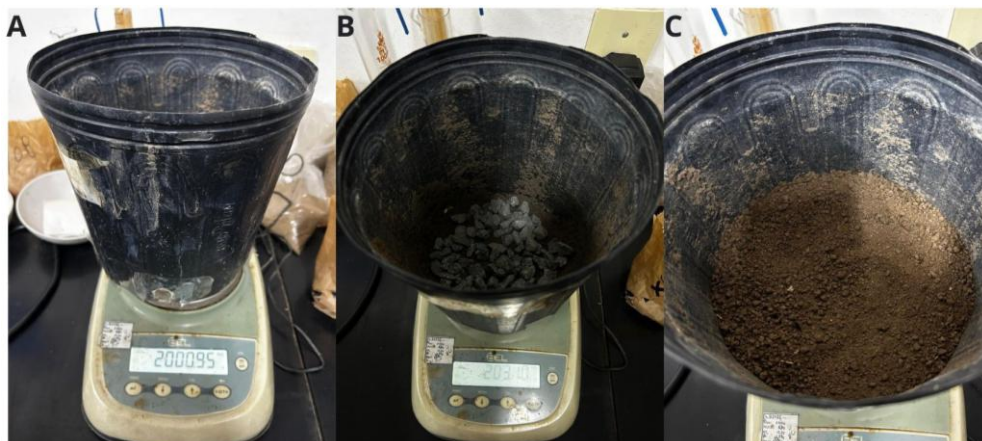
Capacidade de troca de cátions efetiva (CTC_t); Capacidade de troca de cátions total (CTC_T); ⁴Saturação por bases (V); ⁵Saturação por alumínio (m).

3.3 Obtenção da capacidade de campo

No início do experimento, cada tratamento foi elevado à capacidade de campo; para isso, os vasos foram saturados com água, envolvidos individualmente com plástico filme, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO, 2000). Os volumes de água utilizados para reposição de cada vaso foram obtidos a partir da quantidade de água evapotranspirada diariamente em cada tratamento.

Em seguida, foram utilizados vasos de aproximadamente 2L, os quais foram adicionados 200g de brita, visando otimizar a drenagem, e 1.800g de solo, totalizando 2.000g por vaso (Figura 2).

Figura 2. Preparo dos vasos, pesagem do vaso sem o solo (A), pesagem com a brita (B) e pesagem com solo+brita (C)



Fonte: autora (2025).

3.4 Delineamento estatístico

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 2, com cinco repetições. O primeiro fator constou composto de condicionadores de solo (S1- sem condicionador; S2-solo + pó de rocha; S3- solo + hidrotentor-UPDT), o segundo fator foi de lâminas de irrigação (50% e 100% da capacidade de campo - CC).

3.5 Material genético e sistema de cultivo

Para a execução do experimento utilizou-se a variedade RB07818. Ela tem como principais características: boa adaptação às práticas de manejo agrícola no Brasil, com boa resposta à adubação e ao controle de doenças, podendo alcançar altos rendimentos por hectare.

Utilizou-se nós do caule da planta para obtenção das mudas, que foram semeadas em 4 bandejas, cada bandeja contendo 12 nós, totalizando 48 plantas. As bandejas tiveram a finalidade de obter uma melhor brotação das gemas e enraizamento. Após a brotação das gemas e crescimento inicial (30 dias após o plantio – DAP), escolheu-se 30 plantas com aproximadamente as mesmas alturas e diâmetros para serem transplantadas para os vasos (Figura 4). Cada tratamento com o hidrotentor e pó de rocha foi preparado de acordo com suas respectivas concentrações, sendo 20g de pó de rocha homogeneizada ao solo e 1,5g do polímero hidratado por vaso. As lâminas e os turnos de irrigação foram definidos de acordo com a capacidade de campo.

Figura 3. Semeadura e transplântio das mudas.

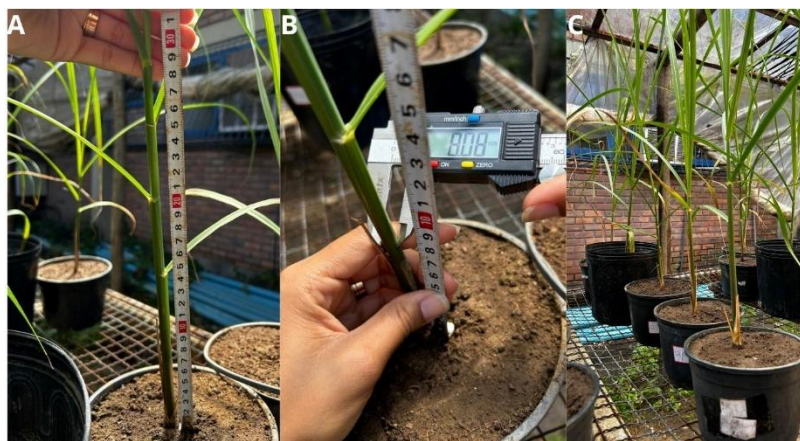


Fonte: autora (2025).

3.6 Variáveis analisadas

Os dados coletados foram referentes à altura de planta (AP - cm), diâmetro do colmo (DC - mm) e número de folhas (NF) (figura 5) realizados no 7º, 14º, 21º e 28º dia após o transplântio (DAT), na quarta avaliação também foram coletados dados referentes massa fresca da parte aérea – MFPA (g), massa seca da parte aérea (MSPA - g), e Comprimento de raiz (CR).

Figura 4. Altura da planta (A); Diâmetro do colmo (B); Número de folhas (C).



Fonte: autora (2025).

Para a variável número de folhas, foram consideradas apenas as folhas verdes e totalmente abertas (desenvolvidas) de cada planta.

Para variável altura, foi medida da base da planta até o último colarinho.

Para a variável área foliar, foi selecionada a folha +3, medido o comprimento e a largura a um terço do comprimento. A fórmula utilizada para calcular a área foliar foi aperfeiçoada por Hermann e Câmara (1999), sendo ela:

$$AF = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$$

onde C = comprimento da folha, L = maior largura da folha e N + 2 = número de folhas totalmente abertas e com pelo menos 20% de área verde.

Para o comprimento de raiz medida a extensão máxima da raiz, adotando a superfície de solo como ponto inicial até a extremidade (ponta) da maior raiz esticada manualmente.

E para a variável diâmetro do caule, as medições foram feitas com auxílio de um paquímetro, fazendo essa medição no colmo da planta a um terço de sua altura.

Para obtenção da MFPA, MSPA e CR no final do experimento, aos 28 DAT as plantas foram cortadas, separadas, identificadas e levadas ao laboratório para pesagem do material vegetal, com auxílio de uma balança analítica Shimadzu Série AUX, de precisão 0,0001g. Após pesagem as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e postas em uma estufa por aproximadamente 48 horas, à uma temperatura de 68 °C. Após o tempo, pesou-se novamente as amostras para obtenção da massa seca de cada amostra.

3.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de tukey a 0,05. As análises foram realizadas utilizando o software ASSISTAT versão 7.7 (2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis Biométricas

A partir da análise de variância, verifica-se que não houve efeito significativo da interação entre os fatores hidrotentor, pó de rocha e os níveis de estresse hídrico em todas as variáveis, sendo observada significância no nível de 5% para a variável número de folhas no fator isolado estresse hídrico (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo das DC das mudas cultivadas sob diferentes fatores entre 21 e 28 dias após o transplante.

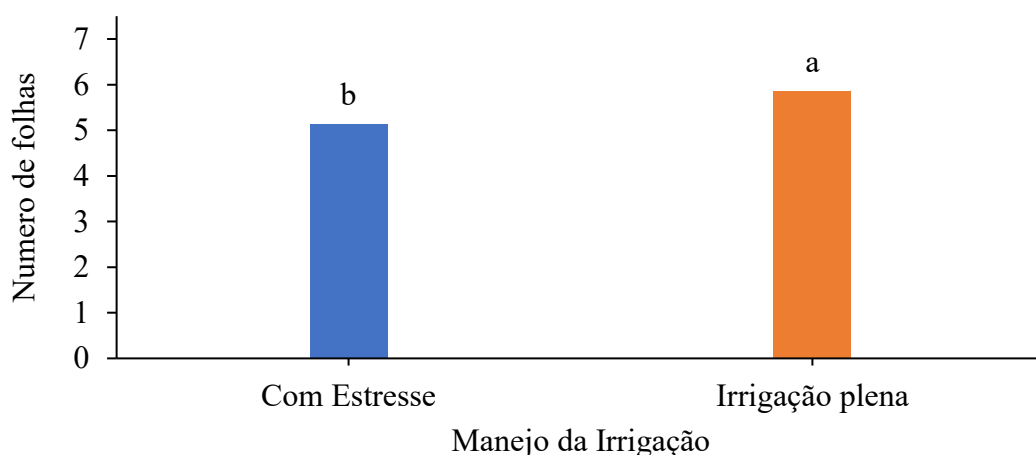
CAUSA DE VARIÇÃO	QM						
	21 DAT				28 DAT		
	GL	NF	AP	DC	NF	AP	DC
Estresse hídrico (I)	1	0,83 ^{ns}	1,58 ^{ns}	0,8 ^{ns}	4,03*	19,04 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Substrato (II)	2	0,43 ^{ns}	29,19 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,30 ^{ns}	28,81 ^{ns}	1,19 ^{ns}
Interação (I x II)	2	0,03 ^{ns}	31,43 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,63 ^{ns}	25,56 ^{ns}	1,80 ^{ns}
Resíduo	24	0,55	14,74	0,71	0,73	14,6	0,99
Total	29						
CV (%)		13,16	15,45	11,88	15,57	14,77	13,52

CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Conforme pode se observar na Figura 5, o número de folhas sofreu uma redução de 12,60% quando submetida a estresse hídrico. Essa condição deve-se ao fato de a cana de açúcar ser sensível a déficit hídrico.

Segundo Nicchio et al. (2020) a avaliação das características biométricas, é crucial, pois esses parâmetros estão diretamente ligados ao potencial de acumulação de sacarose em plantas de cana-de-açúcar durante a fase inicial do crescimento das mudas. Cada genótipo da cana-de-açúcar carrega consigo uma série de características morfológicas distintas em seus colmos e gemas, e essas características são as principais responsáveis pela grande diversidade de comportamento observada nas mudas de cana-de-açúcar.

Figura 5. Número de folhas das plantas de cana-de-açúcar 28 dias após o transplante, em função dos diferentes níveis de estresse hídrico.



Dias et al, (2019) estudando déficit hídrico em genótipos de cana-de-açúcar, observaram que houve redução de 16,2% no número de folhas de plantas de cana-de-açúcar quando submetidas a déficit hídrico.

É conhecido o fato de que a variável número de folhas é uma importante característica a ser avaliada, pois estas estruturas influenciam diretamente na captação de CO₂ e energia solar e que, quanto maior o número de folhas, maior é a produção de fotoassimilado (SILVA, 2009). O número de folhas é uma variável muito contributiva na análise de crescimento da cana-de-açúcar, pois interfere diretamente na produção final da cultura, visto que, a abscisão de folhas e a redução da área foliar reduzem a absorção de radiação solar, com prejuízos no processo fotossintético (TAIZ et al., 2017).

4.2 Massa fresca, massa seca, comprimento de raiz e área foliar da cana de açúcar submetida a diferentes lâminas

A partir da análise de variância, aos 28 DAT, verifica-se que houve efeito significativo da interação entre os fatores estresse hídrico e substratos para a massa seca parte aérea, sendo observada significância ao nível de 1% (Tabela 4). O estresse hídrico apresentou significância de 1% para a variável massa fresca da parte aérea.

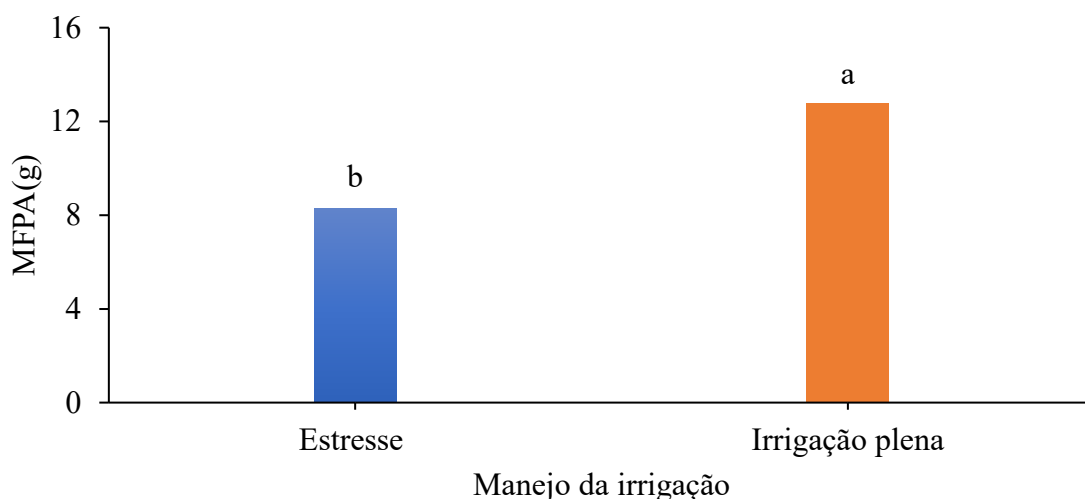
Tabela 4. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento massa seca e fresca parte aérea e área foliar total.

		QM			
CAUSA DE VARIACÃO		28 DAT			
	GL	CR	MFPA	MSPA	AF
Estresse hídrico (I)	1	46,12 ^{ns}	150,48**	1,27 ^{ns}	29392,84 ^{ns}
Substrato (II)	2	108,73 ^{ns}	28,76 ^{ns}	2,26*	126837,77 ^{ns}
Interação (I x II)	2	4,94 ^{ns}	35,71 ^{ns}	3,08**	129755,04 ^{ns}
Resíduo	24	97,75	10,53	0,54	60280,69
Total	29				
CV (%)		20,43	30,82	27,99	35,91

CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns não significativo ($p \geq 0,05$)

Verifica-se para MFPA na Figura 6, que o solo que sofreu o estresse hídrico, as plantas apresentaram uma redução de 35%, quando comparadas as que se encontrava em plenas condições hídricas.

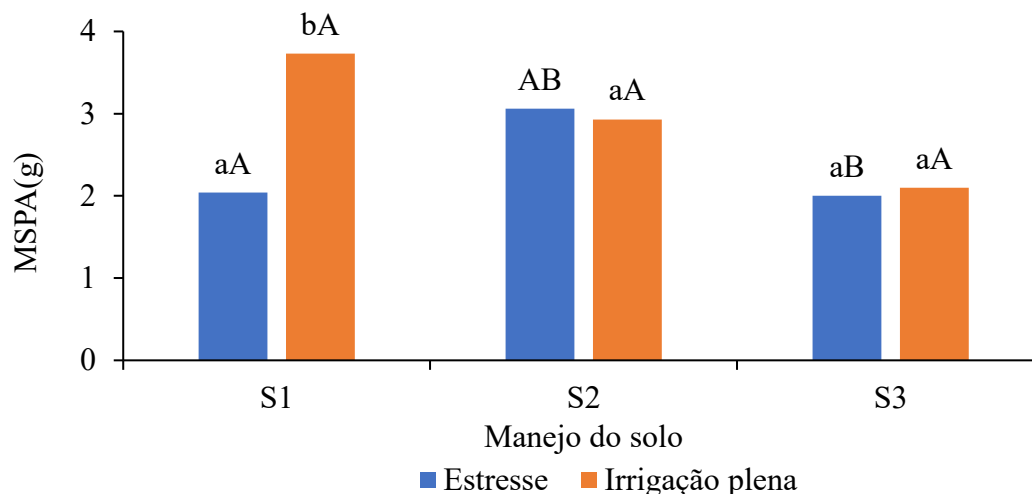
Figura 6. MFPA das plantas de cana-de-açúcar aos 28 DAT, em função dos diferentes níveis de estresse hídrico.



Verifica-se na Figura 7, que em solo que não recebeu o manejo e sofreu o estresse hídrico, apresentou um aumento de 45,3 e a MSPA foi 3,73g, quando comparados aos tratamentos que encontrava-se em plenas condições hídricas. Em solos que receberam pó de rocha e o hidretentor as mudas suportaram de maneira semelhante diante do estresse hídrico. Embora a redução foi de 7,8% no manejo de solo com pó de rocha para o tratamento com irrigação plena e 10% maior para aquele solo que recebeu o hidretentor em sem estresse hídrico.

Ainda que ocorram adaptações morfofisiológicas destinadas a reduzir os impactos da escassez de água, as plantas de cana-de-açúcar sofrem quedas expressivas na produção de fitomassa. Segundo Inman-Bamber (2004), a restrição hídrica em plantas jovens de cana-de-açúcar, durante períodos de alta demanda evaporativa, pode ocasionar redução de até 35% na produção de fitomassa. Resultados semelhantes foram observados por Casaroli et al. (2015) e Silva et al. (2007), que destacam a sensibilidade da cultura à restrição hídrica nos estágios iniciais.

Figura 7. MSPA das plantas de cana-de-açúcar 28 dias após o transplante, em função dos diferentes níveis de estresse hídrico e substratos.



Existe grande variabilidade no que diz respeito à tolerância ao déficit hídrico entre as espécies e, mesmo dentro de uma mesma espécie, entre variedades. Além disso, o estágio fenológico em que ocorre o estresse é crítico para a produtividade agrícola (MACHADO et al., 2009). Os efeitos da deficiência hídrica, durante o período de formação, foram citados por Zhao et al. (2010), que observaram reduções na condutância estomática, taxa de fotossíntese, número e tamanho dos perfilhos e acúmulo de biomassa.

Segundo Machado et al. (2009), as plantas de cana-de-açúcar podem apresentar 68% de decréscimos em sua produção de fitomassa como resposta fisiológica para evitar os efeitos do estresse hídrico, podendo atingir produções 35% menores.

5. CONCLUSÃO

O estresse hídrico influenciou negativamente o número de folhas e a massa fresca da parte aérea das mudas, indicando assim uma sensibilidade à disponibilidade de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABREU MARIA LÚCIA DANTAS, D.; SILVA MARIA DE, A.; TEODORO I.; HOLANDA LUIZ ANTONIO DUTRA, D.; SAMPAIO NETO GERALDO D. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**, v. 72, p. 262-270, 2013.

ALMEIDA ANTÔNIO CLARET DOS, S.; SOUZA JOSÉ, L.; TEODORO I.; BARBOSA GERSON VIEIRA DA S.; MOURA FILHO G.; FERREIRA JÚNIOR RAIMUNDO, A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1441-1448, 2008.

ALOVISI ADRIANO, A.; ALOVISI ANA, M.; TAQUES MARCOS, M.; MEDEIROS EDSON SILVA, D.; SOUZA LUIZ CARLOS, D.; CASSOL CLAUDINEI, J. Propriedades químicas de solos submetidos à aplicação de bioativador e pós de basalto e serpentinita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, pág. 811-819, 2023.

CAMARGO LUIZ. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA GENILDO, T. Spatial variability of physical attributes of an Alfisol under different hillslope curvatures. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.617-630, 2010.

CARVALHO, Luís Carlos Neto. **Produção de mudas de açaí sob diferentes níveis de depleção de água associada a doses de um polímero hidroabsorvente**. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. 2016.

CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. P.; COSTA, A. V. C.; ALVES JÚNIOR, J.; SANTOS, B. M. Quebra de produtividade da cana-de-açúcar em função do déficit hídrico e dos estágios de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 121-127, 2015.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada; **CNA** – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. PIB do Agronegócio – Sumário Executivo: 4º trimestre de 2024. Piracicaba: CEPEA/Esalq-USP; Brasília: CNA, 2025

CHAVARRIA, G.; DOS SANTOS HENRIQUE, P. Relações hídricas em plantas: mecanismos de absorção, transporte e controle. **Avanços em aspectos selecionados da fisiologia vegetal**. Rijeka: Intech, v. 1, n. 8, p. 105-132, 2012.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da Safra de Cana-de-açúcar: 1º Levantamento – Safra 2025/26. Brasília: CONAB, 29 abr. 2025. Disponível em: Acesso em: 29 ago. 2025.

DA SILVA NETO, J.; ROCHA, ELEUSA MARIA, F.; DE CASTRO ROSA BETÂNIA, R. Desenvolvimento Sustentável de Mudas Pré-Brotadas (MPB) de Cana-de-Açúcar Utilizando Ácido Indolbutírico de Sementes de *Phaseolus vulgaris* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 5295-5304, 2022.

DA SILVA, F. C., LUCHIARI JUNIOR, A., DE FREITAS, P. L., PEREIRA, W., COLETI, J. T., RODRIGUES, G. C., ... & COOPERATIVA, D. **Produção, plantio e condução de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.** 2024.

DA SILVA, P. I. D. A., OLIVEIRA, P. H. A., DOS SANTOS, G. L., JÚNIOR, A. P. B., & DA SILVEIRA, L. M. Caracterização química de pó de rocha para uso na remineralização do solo. **Revista Eletrônica do Seminário de Iniciação Científica da UFERSA**, v. 30, n. 1, 2024.

DE OLIVEIRA, H. P., DE MELO, R. O., BALDOTTO, M. A., ANDRADE, M. A., & BALDOTTO, L. E. B. Performance of pre-sprouted sugarcane seedlings in response to the application of humic acid and plant growth-promoting bacteria. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 1365-1370, 2018.

DE PÁDUA EDUANE J. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas.** 2012.

DETTMER, C. A., DE ABREU, U. G. P., DE OLIVEIRA GUILHERME, D., DETTMER, T. L., MOL, D., & DA ROCHA SANTOS, M. H. Agricultura e inovação: estudo sobre a viabilidade de uso do “pó de rocha” em sistemas de produção agrícola. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 3, n. 1, 2019.

DOS REIS, W.; SEIDEL, E. P.; SUSTAKOWSKI, M. C. Aplicação de pó de rocha basáltica associado a cama de frango e consórcios de plantas de cobertura e influência na produtividade do milho e da soja. **Revista delos**, v. 18, n. 65, p. e4239-e4239, 2025.

DOS SANTOS DIAS, M., REIS, L. S., LIMA, I. R. V., DE OLIVEIRA, A. W., DOS SANTOS, R. H. S., DE ALMEIDA, C. A. C., & DA SILVA, V. M. Eficiência do uso da água pela cultura do amendoim sob diferentes lâminas de irrigação e adubação. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. p. 72-83. 2019.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAOSTAT. Roma: FAO, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 15 set. 2025.

FIGUEIREDO, P. **Breve história da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil.** Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 31-44, 2008.

FLACK-PRAIN, S.; SHI, L.; ZHU, P.; ROCHA H.; CABRAL, O.; CABRAL, O.; HU, S.; WILLIAMS, M. O impacto das mudanças climáticas e dos extremos climáticos na produção de cana-de-açúcar. **Global change biology. Bioenergy**, v. 13, n. 3, p. 408–424, 2021.

GAVA GIVANILDO JOSÉ DA, S.; SILVA MARIA DE, A.; SILVA RAFAEL COSTA DUARTE, D.; JERÔNIMO EDSON M.; CRUZ, J.; KÖLLN OTÁVIO, T. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 250-255, 2011.

GEOLNOVA. **Biocombustíveis: o que são, vantagens e aplicações**. GeolNova, 2023. Disponível em: <https://www.geolnova.com.br>. Acesso em: 15 set. 2025.

GERVÁSIO ELIEZER S.; CARVALHO JACINTO DE, A.; SANTANA MÁRCIO JOSÉ, D. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, p. 125-128, 2000.

HAFLE OSCAR M.; CRUZ MARIA DO C.; RAMOS JOSÉ D.; RAMOS, PAULO S.; SANTOS VALDINEI AUGUSTO, D. Produção de mudas de maracujazeiro-doce através da estaquia utilizando polímero hidrorretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 232-236, 2008.

IAC – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Brasil terá coleção mundial da cana: IAC desenvolve sistema inédito que muda o conceito de plantar cana. Ribeirão Preto, São Paulo, Edição 4, 3p, 2013. Disponível em : https://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes/infocana_4. Acesso em: 15 set. 2025.

INMAN-BAMBER, N. G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. **Field Crops Research**, v. 89, n. 1, p. 107-122, 2004.

KIRUBAKARAN, R.; VENKATARAMANA, S.; JAABIR SULAIMAN MOHAMED, M. Effect of ethrel and glyphosate on the ripening of sugar cane. **International Journal of Chemical Technology Research**, v.5, p.1927-1938, 2013.

LEONEL, J.; OLIVEIRA FRANCISCO DE A.; SILVA FRANCISCO DE, A.; OLIVEIRA FRANCISCO DAS, C.; SOUZA, FRANCISCO DAS CHAGAS, S. **Uso de pó de rochas silicáticas como fonte de nutrientes para solos da agricultura: Fertilidade e sustentabilidade dos solos tropicais**. Teresina: Instituto Federal do Piauí, 2021. p. 215–240.

LIA CECA UFAL. Boletim meteorológico da estação agrometeorológica do CECA-UFAL até o mês de setembro de 2025 [postagem em Instagram]. Rio Largo: Instagram, 3 out. 2025. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DPWdhBuDdve/?igsh=MWdxZWp6MDdraTFyMw==>. Acesso em: 20 out. 2025.

LOPES JANE LUISA, W.; SILVA MAGALI RIBEIRO, DA; SAAD JOÃO CARLOS, C.; ANGÉLICO TALITA DOS, S. Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 217-224, 2010.

MACHADO RICARDO, S.; RIBEIRO RAFAEL V.; MARCHIORI PAULO EDUARDO, R.; MACHADO DANIELA FÁVERO SÃO, P.; MACHADO EDUARDO, C.; LANDELL MARCOS GUIMARÃES DE, A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 1575-1582, 2009.

MARIN, F. R. **Cana: Características**. Portal da Embrapa, 21 fev. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pre-producao/caracteristicas>. Acesso em: 15 set. 2025.

NASCIMENTO, S. P. D., BASTOS, E. A., ARAÚJO, E. C., FREIRE FILHO, F. R., SILVA, E. M. D. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 853-860, 2011.

NICCHIO, B.; CARDOZO CLAYTON, C.; VIEIRA MARLON ANDERSON, M. Efeitos de substratos na qualidade de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 25, n. 1, 2020.

OLIVEIRA, ANTÔNIO RODRIGUES, DE ; BRAGA, MARIA B.; WALKER, André Monteiro. Comportamento vegetativo e qualidade tecnológica de cultivares de cana-de-açúcar submetidas ao estresse hídrico em condições semiáridas do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, p.525–541, 2015.

PANDEY, P.; RAMEGOWDA, V.; SENTHIL-KUMAR, M. Shared and unique responses of plants to multiple individual stresses and stress combinations: physiological and molecular mechanisms. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, n. September, p. 1–14, 2015.

PIMENTEL, C. Fisiologia da produção vegetal. *In*: BORÉM, A.; SANTOS FRANCISCO, C. (Orgs.) **Tópicos especiais em produção vegetal**. Viçosa: UFV, 2004. p. 1–34.

SILVA ANTONIO, S.; RIOS MÁRCIO, L. Solos vulneráveis à degradação e os riscos de desertificação na Bacia do Rio Salitre. **Semiárido Brasileiro Volume 6**, p. 59.
SILVA MARCELO DE A.; LANDELL MARCOS GUIMARÃES DE, A.; SILVA MARIA DE, A.; RIBEIRO RAFAEL V.; MACHADO, E.; MACHADO RICARDO S. Efeito hormótico de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 68, p. 973-978, 2009.

SILVA, M. A.; JIFON, J. L.; SILVA, J. A. G.; SHARMA, V. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 3, p. 193-201, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER LAN, M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
THORNTHWAITE CHARLES, W.; MATHER JOHN, R. The Water Balance. *Publications in Climatology*, v. 8, n. 1, p. 1–104, 1955.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service (FAS). Brazil: **Sugar Annual 2024**. Washington, DC: USDA, 2024. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/brazil-sugar-annual-11>. Acesso em: 29 ago. 2025.

ZHAO, D.; GLAZ, B.; COMSTOCK JAMES. C. Sugarcane Response to Water-Deficit Stress during Early Growth on Organic and Sand Soils. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v.5, p.403-414, 2010.