

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

SUÉLEN ESPINDULA DA SILVA

**MÉTODO DE PLANTIO E SUPRESSÃO HÍDRICA SOBRE O
DESENVOLVIMENTO E A PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO CAPIM-
ELEFANTE BRS CAPIAÇU**

Rio Largo, 2025

SUÉLEN ESPINDULA DA SILVA

**MÉTODO DE PLANTIO E SUPRESSÃO HÍDRICA SOBRE O
DESENVOLVIMENTO E A PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO CAPIM-
ELEFANTE BRS CAPIAÇU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes

Coorientador: Pesq. Dr. Anderson Carlos Marafon

Rio Largo, 2025

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

S732m Silva, Suélen Espindula da.

Método de plantio e supressão hídrica sobre o desenvolvimento e a produção de biomassa do capim-elefante brs capiaçu. / Suélen Espindula da Silva. – 2025.

31 f.: il.

Orientador(a): Reinaldo de Alencar Paes
Coorientador: Anderson Carlos Marafon

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. *Pennisetum purpureum*. 2. Melhoramento genético. 3. Desempenho produtivo. 4. Biomassa lignocelulósica. 5. Bioenergia. I. Título.

CDU: 631.52 : 662.64

Folha de Aprovação

SUÉLEN ESPINDULA DA SILVA

MÉTODO DE PLANTIO E SUPRESSÃO HÍDRICA SOBRE O DESENVOLVIMENTO E A PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO CAPIM- ELEFANTE BRS CAPIAÇU

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em agronomia.

Aprovado em 28/10/2025

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente
REINALDO DE ALENCAR PAES
Data: 05/11/2025 10:54:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador – Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes

CECA-UFAL



Documento assinado digitalmente
ANDERSON CARLOS MARAFON
Data: 05/11/2025 15:58:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientador – Examinador Externo – Pesq. Dr. Anderson Carlos Marafon

EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS

Examinador Interno – Prof. Dr. Afonso Marinho Espindola Filho

CECA - UFAL

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, saúde e coragem para chegar até aqui e concluir mais uma etapa importante da minha formação, e por ter colocado pessoas especiais em meu caminho.

Aos meus pais, Suely Espindula e Antonio Marcos, que são o motivo para eu sempre continuar. Todo o meu esforço e cada conquista são dedicados a vocês.

Ao meu irmão Marcos e minha cunhada Mirla, por toda ajuda e apoio, que fizeram a diferença nesta caminhada.

Ao meu orientador, Pesq. Dr. Anderson Marafon, pela paciência, por estar sempre disposto a me ajudar, tirar dúvidas e compartilhar seus conhecimentos. Agradeço por cada conselho, orientação, e pela forma inspiradora de orientar.

Ao meu orientador de tcc e professor, Dr. Reinaldo de Alencar Paes, pela dedicação como educador e pela disponibilidade em sempre ajudar da melhor forma.

A Pesq. Dra. Marissônia Noronha, pela oportunidade de desenvolver meu primeiro projeto científico, e pelas orientações que contribuíram para meu aprendizado.

A minha amiga Cinthia, por me apoiar e estar ao meu lado em cada etapa da minha vida, sua amizade foi um presente, trazendo força, alegria e conforto nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos Dayse, Cássio, Silvestre e Luan pela amizade, boas risadas e pela consideração que sempre tiveram comigo.

Aos meus amigos Kelly, Paulo, Larissa, Rodrigo, Laura, Wiliam, Luciano, Hanyson e Kaique pela convivência, pelas risadas e por tornarem essa etapa da graduação mais leve.

Aos meus amigos Tainara, Gil e André pela amizade e convivência ao longo do curso.

A minha família do EJC por compartilhar momentos de fé e fortalecer minha caminhada com amizade e apoio.

As minhas amigas Fabiana, Edvania e Elisângela pelos momentos vividos e pela amizade.

À Embrapa, pela oportunidade de fazer parte de um ambiente de pesquisa que tanto contribuiu para minha formação.

A Fundação de Apoio a Pesquisa de Alagoas – FAPEAL pela concessão da bolsa ao longo da minha graduação.

Ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, e o corpo docente pela dedicação e compromisso com o ensino.

A todos, muito obrigada.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de mudas da cultivar de capim-elefante BRS Capiaçú propagadas por três métodos de plantio: mudas pré-brotadas, convencional (horizontal) e vertical (mergulhia) e duas condições hídricas (irrigação plena e supressão de água na fase de crescimento). Aos 82 dias após o plantio foram avaliadas altura da planta, diâmetro dos colmos, número de perfilhos, índice de clorofila, transpiração, condutância estomática e fotossíntese. Aos 120 dias após o plantio foram determinadas as produções de biomassa seca de folhas, de colmos e total e a relação folha/colmo. As plantas propagadas pelo método de mudas pré-brotadas apresentaram maiores índices de perfilhamento e menores diâmetros de colmos em relação aos métodos convencional e vertical. O índice de clorofila e as taxas de transpiração, condutância estomática e fotossíntese foram superiores nas plantas em condições de irrigação plena em relação aquelas sob supressão de água em todos os métodos de plantio. Os resultados demonstraram que as produções de biomassa seca de folhas, de colmos e total foram superiores no tratamento sob irrigação plena em relação à supressão hídrica. A relação folha/colmo das plantas propagadas pelo método convencional foi superior no tratamento sob irrigação plena em relação à supressão hídrica. Por outro lado, a relação folha/colmo observada no método de propagação vertical foi superior no tratamento sob supressão hídrica em relação à irrigação plena.

Palavras-chave: *Pennisetum purpureum*, melhoramento genético, desempenho produtivo, biomassa lignocelulósica, bioenergia.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of seedlings of the elephant grass cultivar BRS Capiaçú propagated by three planting methods: pre-sprouted seedlings, conventional (horizontal) and vertical (layering) and two water conditions (full irrigation and water restriction during the growth phase). At 82 days after planting, plant height, stem diameter, number of tillers, chlorophyll index, transpiration, stomatal conductance, and photosynthesis were evaluated. At 120 days after planting, the production of leaf, stem, and total dry biomass, as well as the leaf/stem ratio, were determined. Plants propagated by the pre-sprouted seedlings method showed higher tillering rates and smaller stem diameters compared to the conventional and vertical methods. Chlorophyll index, transpiration rates, stomatal conductance, and photosynthesis were higher in plants under full irrigation conditions than in those under water restriction for all planting methods. The results demonstrated that leaf, stem, and total dry biomass production were higher in the treatment under full irrigation than in the treatment under water restriction. The leaf-to-stem ratio of plants propagated by the conventional method was higher in the treatment under full irrigation than in the treatment under water restriction. Conversely, the leaf-to-stem ratio observed in the vertical propagation method was higher in the treatment under water restriction than in the treatment under full irrigation.

Keywords: *Pennisetum purpureum*, genetic improvement, productive performance, lignocellulosic biomass, bioenergy.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Esquema de plantio das mudas de capim-elefante..... 19
- Figura 2.** Detalhe das estacas de capim-elefante (A) e da sua disposição nos vasos (B).
..... 20
- Figura 3.** Detalhe da estrutura plástica utilizada para imposição da supressão hídrica. 21

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Biometria do capim-elefante BRS Capiáçu. Rio Largo/AL, 2025..... 22
- Tabela 2.** Produção de biomassa seca (Mg ha^{-1}) e relação folha: colmo do capim-elefante BRS Capiáçu aos 120 dias após o plantio (DAP). Rio Largo/AL, 2025..... 23
- Tabela 3.** Índice de clorofila total, transpiração, condutância estomática e fotossíntese aos 82 dias após o plantio do capim-elefante BRS Capiáçu, irrigado e submetido à supressão hídrica dos 60 aos 82 dias após o plantio. Rio Largo/AL, 2025..... 24
- Tabela 4.** Produções de biomassa seca de folhas, colmos e total (Mg ha^{-1}) do capim-elefante BRS Capiáçu aos 120 dias após o plantio, irrigado e submetido à supressão hídrica dos 60 aos 82 dias após o plantio. Rio Largo/AL, 2025..... 25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral	13
2.1 Objetivos específicos	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Capim-elefante: importância agronômica e energética	14
3.2 Cultivar BRS Capiáçu.....	14
3.3 Métodos de plantio	15
3.4 Manejo hídrico.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
7. REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

O capim-elefante [*Pennisetum purpureum* Schumach.; syn. *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] é uma gramínea semiperene da família Poaceae, apresentando ciclo curto e ampla adaptação edafoclimática, sendo cultivada em todo o território nacional. A espécie é tradicionalmente explorada para fins de alimentação animal, constituindo-se numa alternativa de baixo custo para suplementação volumosa, que pode ser fornecida na forma de forragem fresca, de silagem ou de feno. Trata-se de uma espécie com alta eficiência no uso de água e nutrientes e elevado potencial de produção de biomassa (Johannes et al., 2024). Nos últimos anos, o capim-elefante tem ganhado destaque como alternativa promissora para a produção de biomassa destinada à geração de energia renovável (Marafon et al., 2016). Seu elevado potencial produtivo, aliado à rusticidade e à capacidade de adaptação, o torna uma alternativa viável para a diversificação da matriz energética (Morais et al., 2009; Pereira, Ledo e Machado, 2018).

A BRS Capiaçú é uma cultivar de capim-elefante desenvolvida pela Embrapa Gado de Leite que se destaca das demais cultivares de capim-elefante por apresentar resistência ao tombamento, facilidade para a colheita mecânica, ausência de joçal (pelos) e touceiras eretas e densas. A cultivar inova na versatilidade de uso da capineira, podendo produzir silagem de boa qualidade ou fornecida como picado verde no cocho (Pereira et al., 2021).

Em relação a implantação e estabelecimento da cultura, o capim-elefante pode ser propagado por sementes sexuais ou propágulos vegetativos, sendo esta última a forma mais usual. Contudo, há grandes limitações ao seu cultivo em áreas extensivas, haja vista o grande volume de material propagativo necessário (6 a 8 ton ha⁻¹), o elevado custo de transporte e a dificuldade de armazenamento visando esperar do momento ideal de plantio.

Quanto ao sistema de produção do capim-elefante ainda faltam resultados de pesquisa que possam contribuir para consolidar a produção comercial desta cultura para grandes áreas de cultivo, especialmente no que diz respeito aos métodos de plantio e ao manejo agrônômico da cultura em função do regime hídrico da região onde é cultivado. Neste aspecto, ajustes no manejo fitotécnico do capim-elefante, com práticas adequadas de preparo do solo, métodos de plantio eficientes, adubação (mineral e orgânica) e controle de plantas invasoras, são determinantes para garantir o êxito na alta produção de biomassa. O método de plantio adotado exerce influência direta sobre o estabelecimento e o desenvolvimento da cultura. Neste aspecto, acredita-se que possa haver diferenças nas

taxas de brotação, no vigor inicial das plantas e na produção final de biomassa em função do método de plantio utilizado, seja ele convencional (horizontal), vertical (mergulhia) ou de mudas pré-brotadas (MPB).

Além das práticas de manejo fitotécnico e do método de plantio, a disponibilidade hídrica constitui-se num fator limitante para o crescimento e a produtividade do capim-elefante já que, apesar de seu elevado potencial produtivo, uma das maiores dificuldades é sua baixa tolerância a longos períodos de seca (Marafon et al., 2018). O déficit hídrico está entre os principais estresses abióticos que limitam o desenvolvimento das plantas, reduzindo pigmentos fotossintéticos, condutância estomática, crescimento e produção de biomassa, além de afetar o rendimento final de forragem (Pirnajmedin, 2024).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agronômico da cultivar de capim-elefante BRS Capiáçu estabelecida por três métodos de plantio: (1) muda pré-brotada (MPB), (2) plantio convencional (horizontal) e (3) plantio vertical, sob duas condições hídricas distintas (irrigação plena e supressão de água) na fase de crescimento.

2.1 Objetivos específicos

I. Acompanhar os efeitos de diferentes métodos de plantio na curva de crescimento e na produção final de biomassa das plantas;

II. Avaliar os efeitos da supressão de água na fase de pleno crescimento vegetativo sobre a atividade fisiológica e a produção de biomassa das plantas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Capim-elefante: importância agrônômica e energética

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma gramínea forrageira perene, originária da África, introduzida no Brasil na década de 1920 (Freitas et al., 2010). Desde então, adaptou-se expressivamente às condições edafoclimáticas brasileiras, tornando-se uma das forrageiras mais utilizadas em regiões tropicais e subtropicais (Passos et al., 1999). Essa espécie apresenta crescimento cespitoso, porte elevado, intenso perfilhamento e elevada capacidade de produção de biomassa, podendo ultrapassar 40 t/ha/ano de matéria seca em condições ideais (Sanson et al., 2005). Além disso, o metabolismo fotossintético tipo C4 confere ao capim-elefante maior eficiência no aproveitamento de recursos, resultando em rápido crescimento e elevado acúmulo de biomassa lignocelulósica. Sua composição, rica em celulose, hemicelulose e lignina, associada à alta relação carbono-nitrogênio e baixos teores de cinzas torna-o uma excelente fonte para a produção de bioenergia. Entre as opções de uso da biomassa, em escala industrial, podemos citar a combustão direta para cogeração de energia termelétrica; a produção de energia térmica para secagem de cerâmica estrutural; a produção de pellets e briquetes para uso como combustíveis sólidos na geração de energia térmica em fornos e caldeiras industriais; a produção de carvão vegetal e bio-óleo; a produção de etanol celulósico e a produção de biogás, biometano e biofertilizante (Nogueira; Lora, 2003; Marafon et al., 2022).

3.2 Cultivar BRS Capiaçú

Com os avanços no melhoramento genético de gramíneas forrageiras, diversas cultivares de capim-elefante foram desenvolvidas com o objetivo de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade da forragem e ampliar seu uso em diferentes sistemas de produção. Dentre essas cultivares, a BRS Capiaçú se destaca como uma opção altamente produtiva, robusta e adaptável, sendo promissora para sistemas de produção de biomassa voltados à geração de energia renovável.

A BRS Capiaçú foi desenvolvida pela Embrapa Gado de Leite a partir de um cruzamento realizado em 1992 entre os acessos Guaco (BAGCE 60) e Roxo (BAGCE 57). Embora tenha sido inicialmente direcionada à produção de forragem conservada, seu alto rendimento de biomassa por área a posiciona como uma excelente opção para

abastecer cadeias produtivas que dependem de grandes volumes de matéria-prima vegetal (Pereira, Léo e Machado, 2017).

Em condições ideais de cultivo, a BRS Capiáçu pode atingir até 100 toneladas por hectare por corte de massa verde, com média anual de 300 t ha/ano em três cortes (Pereira et al., 2016). A produtividade de matéria seca é estimada em 50 t/ha/ano, valor cerca de 30% superior ao observado em outras cultivares disponíveis (Pereira et al., 2021). Esse alto rendimento contribui diretamente para a eficiência em sistemas que demandam grandes volumes de biomassa vegetal por área.

Morfologicamente, a BRS Capiáçu apresenta um conjunto de atributos que favorecem tanto o manejo agrônomo quanto a produção eficiente de biomassa. Destaca-se pelo porte alto e colmos eretos e espessos, que contribuem para maior concentração de fibras estruturais e facilitam operações mecanizadas de colheita. Suas folhas são longas, largas e de coloração verde intensa, com ausência de pelos (joçal), o que reduz perdas mecânicas e melhora a compactação da biomassa. Apresenta ainda touceiras densas, alta densidade de perfilhos basais e florescimento tardio, prolongando o ciclo produtivo e evitando perdas precoces de qualidade (Embrapa, 2021; Pereira et al., 2016).

3.3 Métodos de plantio

A escolha do método de plantio exerce influência significativa sobre o estabelecimento, o desenvolvimento e a produtividade das gramíneas forrageiras. Dentre as técnicas utilizadas, o plantio convencional é amplamente adotado no Brasil. Esse método consiste na disposição horizontal dos colmos diretamente no sulco, o que favorece o contato com o solo, estimula o perfilhamento e proporciona boa emergência das gemas, resultando na formação de touceiras mais densas (Carvalho; Mozzer, 1971).

O plantio vertical, por sua vez, tem se destacado como uma técnica agrícola voltada principalmente para o estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas. Embora tenha sido estudado na cana-de-açúcar, seu potencial de aplicação em outras gramíneas, como o capim-elefante, se justifica pelas semelhanças morfológicas e fisiológicas entre essas espécies. Ambas pertencem à família Poaceae, possuem sistema radicular fasciculado, elevada capacidade de produção de biomassa e dependem de uma boa estrutura do solo para expressar seu potencial produtivo. A técnica consiste no posicionamento vertical do material propagativo no solo, com o objetivo de direcionar o crescimento da raiz para camadas mais profundas. Para que isso ocorra de forma eficaz, é indispensável que o solo esteja descompactado, proporcionando condições ideais para

o crescimento radicular. Solos compactados limitam significativamente a eficácia do plantio vertical, visto que a resistência física do solo impede o aprofundamento da raiz. Portanto, é essencial preparar o solo adequadamente, mantendo a estrutura solta durante todo o ciclo (Jornalcana, 2023).

Em experimento realizado na Usina Estivas, localizada em Arês (RN), Barros (2025) observou o efeito do plantio vertical na cultura da cana-de-açúcar, principalmente no desenvolvimento do sistema radicular. Quando aliado a um manejo adequado do solo com descompactação e conservação de sua estrutura física, a técnica possibilitou um aumento expressivo na profundidade das raízes. Esse aprofundamento radicular favoreceu a maior absorção de água e nutrientes, além de proporcionar melhor ancoragem da planta e maior tolerância a períodos de estresse hídrico. Os resultados também apontaram ganhos de produtividade que variaram entre 18% e 44%, dependendo da variedade cultivada. No entanto, a mecanização do plantio vertical ainda representa um desafio, exigindo o desenvolvimento de equipamentos específicos para corte e posicionamento das mudas.

Além do plantio vertical, outra técnica que tem ganhado destaque é o uso de mudas pré-brotadas (MPB), especialmente em áreas de cultivo intensivo. Essa técnica também foi inicialmente desenvolvida para a cultura da cana-de-açúcar (Silva et al., 2021; Otto et al., 2022), mas vem sendo adaptada com sucesso ao capim-elefante, especialmente em cultivares de alto valor genético, como a BRS Capiaçú. O MPB consiste na produção de mudas a partir de segmentos de colmos com gemas viáveis, que passam por tratamentos fitossanitários e são enraizadas em viveiros sob condições controladas. Após cerca de 60 dias, as mudas estão prontas para o transplante no campo (Landell et al., 2013). O método MPB modifica o conceito de multiplicação e plantio de capineiras, otimizando o plantio em comparação com o método convencional de sulcos. Essa técnica permite melhor aproveitamento dos propágulos, proporciona um estabelecimento mais uniforme das plantas, reduzindo falhas no plantio e favorecendo o desenvolvimento radicular. Isso acelera o fechamento do dossel, dificultando o crescimento de plantas daninhas e contribuindo para o aumento da produtividade da cultura (Marafon; Costa, 2022).

3.4 Manejo hídrico

Dentre os fatores ambientais que afetam o crescimento vegetal, a temperatura e a disponibilidade de água destacam-se como os principais limitantes. A escassez hídrica

impõe às plantas uma série de adaptações morfofisiológicas e bioquímicas que variam conforme a espécie e a intensidade do estresse (Duarte, 2012).

Conforme Hinojosa et al. (2018), as plantas, de um modo geral, desenvolvem diferentes mecanismos com o objetivo de evitar a perda de água. Estes podem ser divididos em três grupos: (1) as respostas morfológicas, como por exemplo: redução da área foliar, crescimento das raízes, alteração na relação parte radicular/parte aérea que estão relacionados a processos ontogenéticos que podem contribuir para que a planta escape ou evite o estresse que está sendo imposto; (2) as estratégias fisiológicas, como a produção de substâncias antioxidantes, a estabilização da turgescência e membrana celular, a regulação do crescimento das plantas, o controle do fechamento estomático e o ajuste osmótico que estão relacionadas a mecanismos de tolerância à seca e as estratégias moleculares e (3), a como ativação de proteínas que atuem de forma protetiva ao estresse (osmoprotetores) e aquaporinas. Barreto et al. (2001) complementam que, mesmo com essas respostas, o estresse hídrico pode inibir o perfilhamento, acelerar a senescência foliar e comprometer o desenvolvimento de novas estruturas vegetais.

A eficiência do uso da água é caracterizada como a quantidade de água evapotranspirada por uma planta para a produção de certa quantidade de matéria seca. Dessa forma, plantas mais eficientes no uso da água produzem mais matéria seca por grama de água transpirada (Baptista et al., 2001). O uso mais eficiente da água está diretamente atrelado ao tempo de abertura estomática, pois, enquanto a planta absorve CO₂ para a fotossíntese, a água é perdida para o ambiente por evapotranspiração, seguindo uma corrente de potenciais hídricos (Pereira-Netto et al., 2002).

O estresse hídrico causado pela seca se inicia quando uma planta perde água sobre seus níveis normais de tolerância e a absorção dela através de suas raízes não pode compensar a que foi perdida. Sob essas condições, as células vegetais diminuem a sua turgescência, a planta murcha e, em última instância, pode chegar à morte (Luna-Flores et al., 2015). O fechamento parcial dos estômatos acontece para evitar a perda excessiva de água, e esse processo é regulado pela produção de ácido abscísico. Este é sintetizado em diferentes partes da planta (nas células que compõem os estômatos, nas folhas maduras, tecidos sob estresse, sementes e no ápice da raiz) e se distribui através dela pelo floema, podendo ser encontrado também no xilema (Ayan et al., 2014).

Embora seja necessário o fechamento estomático para evitar a perda de água, isso influencia na assimilação de carbono, tendo em vista que há uma redução na entrada de dióxido de carbono (CO₂), repercutindo diretamente no processo fotossintético e,

portanto, na formação eficiente de fontes carbonadas necessárias à nutrição vegetal (Luna-Flores et al., 2015).

A importância de estudos sobre as respostas morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e moleculares demonstradas pelas plantas quando submetidas à escassez hídrica é relevante, pois este tipo de estresse reduz o crescimento e a produtividade vegetal (Gondim et al., 2010).

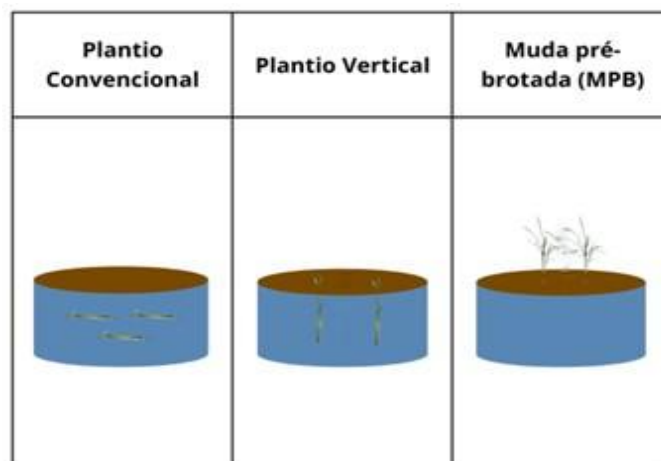
4. MATERIAL E MÉTODOS

Um ensaio conduzido em vasos com a cultivar de capim-elefante BRS Capiaçú foi implantado em 24 de fevereiro de 2025 na Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Tabuleiros Costeiros, município de Rio Largo, estado de Alagoas, localizada às coordenadas geográficas 09° 28' 02" de latitude sul, 35° 49' 38" de longitude oeste e 130 metros de altitude.

Para implantação deste ensaio foi preparado um substrato contendo areia, solo e torta de filtro, na proporção de 2:3:1. Foram utilizados vasos (bombonas plásticas) com diâmetro de 70 cm (raio 35 cm) e capacidade para 100 litros (0,1 m³), o que corresponde à uma área de 0,385 m² por vaso. O fornecimento de nutrientes (adubação mineral) consistiu em doses proporcionais ao volume de solo, sendo utilizados, na adubação de plantio, 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e na adubação de cobertura, 120 kg N ha⁻¹ (ureia) e 240 kg K₂O (cloreto de potássio), a qual foi realizada 30 dias após o plantio. Durante o ciclo da cultura, foram realizados os tratos culturais necessários, incluindo adubação, controle manual de plantas daninhas e monitoramento fitossanitário.

Foram realizados dois experimentos separadamente. O primeiro experimento (Métodos de plantio) foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições, cujos tratamentos consistiram em três métodos de plantio: (1) Horizontal (convencional), sendo utilizadas três estacas com duas gemas, cobertas com substrato; (2) Vertical (mergulhia), sendo utilizadas duas estacas com três gemas, enterradas no sentido vertical, deixando-se apenas uma gema acima da superfície do solo e (3) Mudanças pré-brotadas (MPBs), onde foram utilizadas duas plantas por vaso (Figura 1).

Figura 1. Esquema de plantio das mudas de capim-elefante.



Fonte: autora (2025)

Para o plantio das mudas pelos métodos horizontal e vertical, propágulos vegetativos (provenientes de colmos com 120 dias de idade) foram seccionados em segmentos com duas (convencional) e três gemas (vertical). As mudas pré-brotadas, com cerca de 60 dias de idade, foram produzidas a partir de segmentos de colmo com apenas uma gema, em tubetes contendo substrato comercial à base de fibra de coco, as quais foram adquiridas de viveiro credenciado.

Figura 2. Detalhe das estacas de capim-elefante (A) e da sua disposição nos vasos (B).



Fonte: autora (2025)

Neste primeiro experimento foram avaliadas as seguintes características: índice de perfilhamento (perfilhos m^{-2}), diâmetro do colmo (mm) e altura da planta (m) aos 18, 32, 46, 60 e 82 dias após o plantio (DAP), além da produção de biomassa seca de folhas e de colmos ($Mg\ ha^{-1}$) e a relação folha/colmo aos 120 DAP.

A altura da planta (m) foi obtida a partir da medição desde a superfície do solo até a inserção da folha +1 (primeira folha com a lígula visível). O diâmetro dos colmos (mm) foi obtido com auxílio de um paquímetro digital. Aos 120 DAP foi realizada a avaliação da produção de biomassa seca de folhas e de colmos ($Mg\ ha^{-1}$) mediante pesagem em balança digital, após o corte e separação das plantas em duas frações (colmos e folhas), sendo coletada uma amostra de aproximadamente 500 g para a determinação do teor de matéria seca, após secagem em estufa a $65\ ^\circ C$ até atingirem peso constante. Este primeiro experimento foi conduzido de forma a manter a umidade do solo em níveis uniformes e suficientes para o crescimento e desenvolvimento das plantas (entre 30 e 35 %).

O segundo experimento (Supressão hídrica) foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo estabelecidas duas condições hídricas diferentes para cada método de plantio: (1) tratamento controle (irrigação plena durante todo período experimental) e (2) supressão de água na fase de crescimento, dos

60 aos 82 DAP. A partir dos 60 DAP, o fornecimento de água foi mantido apenas nos vasos do tratamento controle (testemunha), enquanto, no tratamento sob supressão hídrica, o substrato dos vasos foi mantido sob supressão de água sendo cobertos por cobertura plástica para controle do conteúdo de água no solo (Figura 3).

Figura 3. Detalhe da estrutura plástica utilizada para imposição da supressão hídrica.



Fonte: autora (2025)

Aos 82 DAP, a umidade média dos vasos do tratamento controle foi 29,3%, enquanto a umidade média dos vasos do tratamento sob supressão hídrica foi de 18,8%, sendo determinados o índice clorofila e as trocas gasosas [fotossíntese (A), condutância estomática (gS) e transpiração (E)] O índice de clorofila foi medido com auxílio de um medidor portátil de clorofila (ClorofiLog - Falker), na parte mediana da folha +1 (primeira com a lígula visível). Para a determinação da atividade fotossintética ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), da condutância estomática ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e da taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi utilizado um medidor portátil de trocas gasosas (IRGA) modelo LCI (ADC BioScientific).

Após as avaliações fisiológicas, o fornecimento de água foi reestabelecido para as plantas submetidas à supressão hídrica. A umidade do solo foi monitorada em cada vaso, através de sistema de sonda de monitoramento de solo (Moisture Meter PR2, Delta T Devices) que avalia a profundidade a cada 10 cm até a profundidade de 40 cm. Aos 120 DAP foi realizada a avaliação da produção de biomassa seca de folhas e de colmos (Mg ha^{-1}) mediante pesagem em balança digital, após o corte e separação das plantas em duas frações (colmos e folhas), sendo coletada uma subamostra para a determinação do teor de matéria seca, após secagem em estufa a 65°C até atingirem peso constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 – Métodos de plantio

Em todas as épocas avaliadas, as plantas de capim-elefante, da família Poaceae, propagadas pelo método MPB apresentaram maiores índices de perfilhamento e menores diâmetros de colmos (mm) em relação aos métodos convencional (horizontal) e vertical (mergulhia), os quais não diferiram entre si para todas as variáveis avaliadas. Por outro lado, as plantas propagadas pelo método MPB apresentaram menores valores para diâmetro do colmo (10,9 mm) e altura da planta (1,30 m) aos 82 DAP. As plantas propagadas pelo método vertical apresentaram maior altura média (0,61 m) aos 46 DAP (Tabela 1).

Tabela 1. Biometria do capim-elefante BRS Capiaçú. Rio Largo/AL, 2025.

Dias após o plantio (DAP)	Método de plantio	Perfilhos m ⁻²	Diâmetro do colmo (mm)	Altura da planta (m)
18	Convencional	6,5 b	7,7 a	0,11 a
	MPB	14,0 a	3,5 b	0,18 a
	Vertical	7,6 b	8,0 a	0,17 a
32	Convencional	7,2 b	10,9 a	0,21 a
	MPB	18,8 a	7,2 b	0,25 a
	Vertical	7,8 b	12,2 a	0,27 a
46	Convencional	7,6 b	15,4 a	0,49 b
	MPB	23,4 a	10,7 b	0,51 b
	Vertical	8,2 b	16,1 a	0,61 a
60	Convencional	16,8 b	15,6 a	0,80 a
	MPB	38,6 a	10,8 b	0,79 a
	Vertical	17,4 b	16,4 a	0,86 a
82	Convencional	29,4 b	15,7 a	1,44 a
	MPB	52,8 a	10,9 b	1,30 b
	Vertical	24,6 b	16,7 a	1,53 a

*letras distintas entre os métodos dentro da mesma época (DAP), diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$).

Fonte: autora (2025)

O alto perfilhamento observado aos 82 DAC nas plantas propagadas pelo método MPB (52,8 perfilhos m⁻²) está relacionado com a formação inicial da muda em tubetes, a qual estimula o enraizamento e a maior formação de perfilhos basais. O método MPB assegura a qualidade genética e sanidade das mudas, que garantem maior vigor inicial e garantia de procedência. Segundo Marafon e Costa (2022), a produção de mudas pré-brotadas possibilita a obtenção de propágulos uniformes, livres de pragas e doenças, com

elevado potencial de brotação e estabelecimento em campo, condição que favorece a longevidade e a produtividade do capim-elefante.

Italiano et al. (2006) observaram que genótipos de capim-elefante com maiores alturas e diâmetros do colmo apresentaram maiores produções de biomassa verde e seca, havendo correlação inversa entre a circunferência do colmo e o número de perfilhos, ou seja, quanto mais espesso é o colmo menor é o número de perfilhos.

As produções de biomassa não diferiram significativamente entre si (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de biomassa seca (Mg ha⁻¹) e relação folha: colmo do capim-elefante BRS Capiacu aos 120 dias após o plantio (DAP). Rio Largo/AL, 2025.

Método de plantio	Biomassa Seca Folhas	Biomassa Seca Colmos	Biomassa Seca Total	Relação Folha\Colmo
Convencional	7,89 a	17,78 a	25,67 a	0,44 a
MPB	8,93 a	19,91 a	28,85 a	0,45 a
Vertical	7,98 a	18,55 a	26,53 a	0,42 a

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$).

Fonte: autora (2025)

Apesar da ausência de diferenças estatísticas entre os métodos de plantio observa-se uma tendência de maior acúmulo de biomassa no método de plantio MPB, tanto para folhas quanto para colmos. Neste sentido, vale ressaltar que, o método de MPB, apesar de apresentar maior potencial produtivo, demanda um custo inicial mais elevado, devido à necessidade de grande quantidade de mudas, o que implica num maior investimento na implantação da capineira. O plantio vertical (mergulhia), por sua vez, combina satisfatórios crescimento e estabelecimento das plantas com facilidades operacionais, incluindo menor demanda de mão de obra, maior uniformidade no estande e viabilidade de mecanização por meio de implementos adaptados para determinadas culturas propagadas vegetativamente, tais como a mandioca e a cana-de-açúcar, por exemplo.

O plantio vertical tem se destacado como uma técnica agrícola de interesse, principalmente para estimular o desenvolvimento do sistema radicular das culturas. Na prática, a mecanização do plantio vertical ainda representa um desafio técnico, exigindo o desenvolvimento de equipamentos específicos para corte e posicionamento das mudas. Em experimento com cana-de-açúcar, realizado na Usina Estivas, localizada em Arês (RN), Barros (2025) observou que a técnica do plantio vertical aliado à um manejo adequado do solo com descompactação e conservação de sua estrutura física, possibilitou um aumento expressivo na profundidade das raízes, favorecendo a maior absorção de água e nutrientes, melhor ancoragem da planta, maior tolerância à períodos de estresse hídrico e ganhos de produtividade da ordem de 18 a 44%, dependendo da variedade.

Experimento 2 – Supressão hídrica

Em relação às avaliações relacionadas com a tolerância à seca, onde foram testadas duas condições hídricas (irrigação plena e supressão de água), foram observadas diferenças significativas para todas as variáveis analisadas nos três métodos de plantio. O índice de clorofila e as taxas de transpiração, condutância estomática e fotossíntese foram superiores nas plantas do tratamento controle (irrigação plena) em relação aquelas do tratamento sob supressão de água em todos os métodos de plantio (Tabela 3).

Tabela 3. Índice de clorofila total, transpiração, condutância estomática e fotossíntese aos 82 dias após o plantio do capim-elefante BRS Capiacu, irrigado e submetido à supressão hídrica dos 60 aos 82 dias após o plantio. Rio Largo/AL, 2025.

Método de plantio	Condição	Clorofila Total	E (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	gS (mmol m ⁻² s ⁻¹)	A (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)
Convencional	Irrigado	48,2 a	2,25 a	0,15 a	21,64 a
	Supressão	41,4 b	1,33 b	0,08 b	11,33 b
MPB	Irrigado	46,1 a	2,49 a	0,16 a	21,62 a
	Supressão	39,2 b	1,41 b	0,09 b	11,50 b
Vertical	Irrigado	47,5 a	2,66 a	0,18 a	23,74 a
	Supressão	40,2 b	1,37 b	0,09 b	11,63 b

*Médias seguidas por letras distintas dentro do mesmo método, diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$).

Fonte: autora (2025)

A clorofila é um dos principais componentes do cloroplasto e um fator importante na determinação da capacidade fotossintética. Sob estresse hídrico, as ultraestruturas do cloroplasto são o primeiro alvo a ser danificado em nível celular, visto que constituem o principal local de produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) (Farooq et al., 2009). Portanto, a diminuição do teor de clorofila sob estresse hídrico é considerada um sintoma típico de estresse oxidativo e pode ser resultado da foto-oxidação de pigmentos, degradação e diminuição da biossíntese de clorofila, o que pode interromper a estabilização do carbono e reduzir o crescimento das plantas (Pirnajmedin, 2024).

A tolerância à seca implica na capacidade da planta em suportar a restrição hídrica sem danos morfofisiológicos relevantes e decréscimo da produtividade. Além da degradação dos pigmentos fotossintéticos, outra resposta adaptativa comum ao déficit hídrico é o fechamento estomático. A redução da disponibilidade de água no solo provoca diminuição da turgescência celular, levando ao fechamento dos estômatos como mecanismo de defesa contra a perda de água (Luna-Flores et al., 2015). Esse processo é

regulado pelo ácido abscísico, sintetizado em diferentes órgãos da planta e transportado via floema e xilema (Jacinto Junior; Lucena, 2022). Com o fechamento dos estômatos e as trocas gasosas (água e CO₂) são limitadas, mesmo assim, alguns genótipos tolerantes à seca podem desenvolver mecanismos de controle estomático que permitem o uso eficiente da água com os estômatos semiabertos, sem paralisar a fotossíntese e sem provocar grandes perdas de água (Mutava et al., 2011).

Apesar da sua relativa rusticidade e alta produção de biomassa, a espécie é considerada sensível ao estresse hídrico prolongado, embora possua boa tolerância ao déficit hídrico moderado, com capacidade de recuperação após a sua reidratação. Marafon et al. (2018) observaram que, os genótipos de capim-elefante BRS Capiaçú e de sorgo biomassa BRS 716 foram capazes de recuperar a condutância estomática e a fotossíntese após um período de 16 dias de supressão hídrica, mediante a reidratação do solo.

Os resultados demonstram que as produções de biomassa seca de folhas, colmos e total das plantas do método MPB foram superiores no tratamento sob irrigação plena em relação ao tratamento de supressão hídrica. Além disso, a produção de biomassa seca de folhas e a relação F/C das plantas propagadas pelo método convencional foram superiores no tratamento irrigado quando comparadas com o tratamento de supressão hídrica. Por outro lado, a produção de biomassa seca de folhas e a relação F/C observadas no método de propagação vertical foram superiores nas plantas sob supressão hídrica quando comparadas com as das plantas mantidas sob irrigação plena. As produções de biomassa seca de colmos das plantas propagadas pelos métodos MPB e Vertical foram superiores no tratamento irrigado em relação ao tratamento sob supressão (Tabela 4).

Tabela 4. Produções de biomassa seca de folhas, colmos e total (Mg ha⁻¹) do capim-elefante BRS Capiaçú aos 120 dias após o plantio, irrigado e submetido à supressão hídrica dos 60 aos 82 dias após o plantio. Rio Largo/AL, 2025.

Método de plantio	Condição	Biomassa Seca Folhas	Biomassa Seca Colmos	Biomassa Seca Total	Relação Folha\Colmo
Convencional	Irigado	8,65 a	17,57 a	26,22 a	0,48 a
	Supressão	7,14 b	17,98 a	25,12 a	0,39 b
MPB	Irigado	9,81 a	22,37 a	32,18 a	0,44 a
	Supressão	8,06 b	17,45 b	25,51 b	0,46 a
Vertical	Irigado	7,56 b	20,50 a	28,06 a	0,36 b
	Supressão	8,40 a	16,59 b	24,99 a	0,48 a

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$).

Fonte: autora (2025)

As produções de biomassa seca de folhas, de colmos e total das plantas propagadas pelo método MPB foram reduzidas significativamente pela supressão hídrica na fase de pleno crescimento. Sabe-se que, a principal resposta das plantas ao déficit hídrico é a redução no crescimento foliar, em virtude da diminuição no potencial de água na folha que proporciona o fechamento estomático e limita a entrada de CO₂ e, conseqüentemente, a taxa de fotossíntese (Osakabe et al., 2014). De modo geral, plantas submetidas ao déficit hídrico apresentam decréscimo da produção da área foliar, induzindo o fechamento dos estômatos, a aceleração da senescência e a abscisão de folhas (Taiz e Zeiger, 2017).

A relação folha/colmo serve como um importante indicador da qualidade da forragem para fins de alimentação animal. Como a fração das folhas é mais rica em proteína bruta e de mais fácil digestibilidade, a diminuição da quantidade de folhas pode resultar em reduções da relação folha/colmo, comprometendo o consumo e a digestibilidade da forragem pelo animal (Gomide et al., 2003). Por outro lado, de acordo com Paterlini et al. (2013), quando se deseja produzir o capim-elefante para fins energéticos, uma menor relação folha/colmo é desejável, pois é no componente colmo que se encontram os maiores teores de fibras, altamente favoráveis à produção de energia. Além disso, o maior acúmulo de colmos em detrimento ao de folhas pode favorecer a disponibilidade de material propagativo em sistemas de produção, visto que a propagação do capim-elefante ocorre predominantemente por meio destes colmos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Métodos de plantio:

As plantas propagadas pelo método MPB apresentam maior perfilhamento, uniformidade do estande e rápida formação da capineira, sendo recomendado para áreas de implantação de novas capineiras, com alta produtividade e longevidade, embora apresente custo inicial mais elevado devido à estrutura de produção.

As plantas propagadas pelo método vertical apresentam maior altura média aos 46 dias após o plantio, favorecendo o rápido fechamento do dossel, o que pode contribuir para a redução da infestação de plantas daninhas e do uso de herbicidas. Além disso, esse método estimula o desenvolvimento do sistema radicular e o aproveitamento mais eficiente de água e nutrientes, sendo recomendado para solos profundos, soltos e com boa drenagem.

Aos 120 dias após o corte, as produções de biomassa seca de folhas, colmos e total não diferem entre os métodos de plantio, indicando que todos os métodos avaliados apresentam potencial produtivo semelhante quando bem manejados.

Supressão hídrica:

Para todos os métodos de plantio, o índice de clorofila, e as taxas de transpiração, condutância estomática e fotossíntese são superiores nas plantas do tratamento controle (irrigado) em relação às do tratamento de supressão hídrica, resultando em maior eficiência no processo de assimilação de carbono e, conseqüentemente, em aumento do crescimento e da produção de biomassa.

A relação folha/colmo (F/C) varia conforme o método de plantio e as condições hídricas. De modo geral, os tratamentos irrigados favorecem maior produção de biomassa total e biomassa de colmos, refletindo maior potencial para fins energéticos. Por outro lado, sob supressão hídrica, o método vertical promove elevação da relação F/C, em função do maior acúmulo de biomassa seca de folhas, resultando em forragem de melhor qualidade nutricional.

7. REFERÊNCIAS

BARROS, Heleno. #UAPNE25 - Resultados e Desafios para o plantio vertical | Heleno Barros. Disponível em: <https://youtu.be/XxVucpxvdg0?si=B-b-aRP2Mvccq0xf>. Acesso em: 5 jun. 2025.

BAPTISTA, J. M. et al. **Programa nacional para o uso eficiente da água**. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, 2001. 212 p.

BUENO, A. M. et al. Does nitrogen application improve elephant grass yield and energetic characteristics of biofuels? **Bioenergy Research**, v. 14, p. 774-784, 2021.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GOMEZ, E. O. **Biomassa para energia**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2008. 734 p.

COSTA, B. M.; RIBEIRO, D. E.; COSTA, J. A. Influência do método e tempo de armazenamento de colmos de capim-cameroon no seu perfilhamento e produção de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 333-340, abr. 2004.

SILVA, T. P. C. T. et al. Pre-sprouted sugarcane plantlets produced in ebb-and-flow subirrigation automated by soil moisture sensors. **Sugar Tech.**, v. 23, p. 974-985, 2021.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 1-6, jul./dez. 2012.

FAROOQ, M. et al. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, p. 185–212, 2009.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Revista Científica Symposium**, v. 6, n. 1, p. 36–41, 2011.

FREITAS, E. V. et al. Capim-elefante: origem, taxonomia e caracterização. In: LIRA, M. A. et al. **Capim elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, 2010. Cap. 1. p. 15-20.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 795-803, 2003.

HANNA, W. W. et al. Perennial *Pennisetums*. In: MOSER, L. E.; BURSON, B. L.; SOLLENBERGER, L. E. (Ed.). **Warm Season (C4) Grasses**. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2004. p. 503-535.

HINOJOSA, L. et al. Quinoa abiotic stress responses: A review. **Plants**, v. 7, n. 4, p. 1–32, 2018.

JACINTO JUNIOR, S. G.; LUCENA, E. M. P. de. Alterações morfofisiológicas e metabólitos secundários produzidos por feijoeiros submetidos ao estresse hídrico: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, e36506, 2022.

JOHANNES, L. P.; MINH, T. T. N.; XUAN, T. D. Elephant Grass (*Pennisetum purpureum*): A Bioenergy Resource Overview. **Biomass**, v. 4, n. 3, p. 625-646, 2024.

JORNALCANA. Plantio vertical da Usina Estivas promete revolucionar cultura da cana. Disponível em: <https://jornalcana.com.br/mercado/plantio-vertical-da-usina-estivas-promete-revolucionar-cultura-da-cana/> Acesso em: 5 jun. 2025.

KRAMER, P. J. **Water relations of plants**. New York: Academic Press, 1983. 489 p.

LANDELL, M. G. A. et al. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2013. 16 p. (Documentos IAC, 109).

LUNA-FLORES, W. et al. Estrés por déficit hídrico en plantas: una revisión. **Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v. 30, n. 3, p. 61–69, 2015.

MARAFON, A. C.; COSTA, F. D. M. **Produção de mudas pré-brotadas de capim-elefante**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2022. 10 p. (Comunicado Técnico, 251).

MARAFON, A.C.; GUIMARÃES, V. S.; PAIVA, H. L.; SANTOS, J. P. **Respostas fisiológicas de genótipos de capim-elefante e sorgo à supressão hídrica**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018. 37 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 139).

MARAFON, A. C. et al. **Desenvolvimento radicular, produção e qualidade da biomassa em variedades de capim-elefante na Zona da Mata de Alagoas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2022. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 168).

MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; AMARAL, A. F. C. **Poder calorífico do capim-elefante para a geração de energia térmica**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 28 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 115).

MARAFON, A. C. et al. **Potencial produtivo e qualidade da biomassa de capim-elefante para fins energéticos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 6 p. (Circular Técnica, 68).

MUTAVA, R. N.; PRASAD, P. V. V.; TUINSTRA, M. R.; KOFOID, K. D.; YU, J. Characterization of sorghum genotypes for traits related to drought tolerance. **Field Crops Research**, v. 123, p. 10-18, 2011.

OTTO, R. et al. Sugarcane pre-sprouted seedlings: A novel method for sugarcane establishment. **Field Crops Research**, v. 275, p. 108336, 2022.

PACCIULO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 357-364, 2002.

PASSOS, L. P.; MARTINS, C. E.; BRESSAN, M.; PEREIRA, A. V. (Orgs.). **Biologia e manejo do capim-elefante**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999. p. 131–160.

- PATERLINI, E. M. et al. Evaluation of elephant grass for energy use. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 2, p. 119-125, 2013.
- PEREIRA, A. V. et al. **BRS Capiaçú: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. (Comunicado Técnico, 79).
- PEREIRA, A. V. et al. Tendências do melhoramento genético e produção de sementes de forrageiras no Brasil. In: **SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS**, 7., 2003, Lavras. Anais... Lavras: UFLA/GEN, 2003. p. 36-63.
- PEREIRA, A. V.; LÉDO, F. J. S.; MACHADO, J. C. BRS Kurumi and BRS Capiaçú: New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 59–62, 2017.
- PEREIRA, A. V.; LÉDO, F. S. J.; MACHADO, J. C. Capim elefante, uma planta forrageira tropical para corte e pastejo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 3, p. 1-13, 2021.
- PEREIRA, A. V. BRS Capiaçú e BRS Kurumi: cultivares de capim-elefante para produção intensiva de forragem. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2021. 115 p. ISBN 978-65-86056-07-5.
- PEREIRA-NETTO, A. B. Crescimento e desenvolvimento. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Eds.). **Fisiologia vegetal - produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002. p. 17-42.
- PIRNAJMEDIN, F. Adaptive strategies to drought stress in grasses of the Poaceae family under climate change: Physiological, genetic and molecular perspectives. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 180, p. 108814, 2024.
- RA, K. et al. Biomass yield and nitrogen use efficiency of cellulosic energy crops for ethanol production. **Biomass and Bioenergy**, v. 37, p. 330-334, 2012.

SAMSON, R. et al. The potential of C4 perennial grasses for developing a global BIOHEAT industry. **Critical Reviews in Plant Science**, v. 24, n. 5-6, p. 461-495, 2005.

SANTOS, M. C. S. et al. Comportamento de clones de *Pennisetum* submetidos a períodos de restrição hídrica controlada. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 37–48, mar. 2011.

SANTOS, M. V. F. dos et al. Capim-elefante, uma planta forrageira tropical para corte e pastejo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 3, e9317, 2021.

SCORDIA, D. et al. Soil water availability on biomass production and water indicators of several warm-season perennial grasses under drought conditions. **Industrial Crops and Products**, v. 180, p. 114744, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

VAN DER WEIJDE, T. et al. The potential of C4 grasses for cellulosic biofuel production. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 107, 2013.