

EFEITO DO ESTRESSE SALINO SOBRE O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR (IAC862480) OBTIDA POR MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB)

EFFECT OF SALINE STRESS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SUGARCANE (IAC862480) PRODUCED FROM PRE-SPROUTED SEEDLINGS (MPB)

EFFECTO DEL ESTRÉS SALINO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (IAC862480) OBTENIDA POR PLÁNTULAS PRE-BROTADAS (MPB)

Camilla Zucoloto de Matos¹, Juliana Ferreira da Silva²

DOI: 10.54899/dcs.v22i84.3780

Recibido: 13/10/2025 | **Aceptado:** 07/11/2025 | **Publicación en línea:** 12/11/2025.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas fisiológicas e morfológicas de variedades de cana-de-açúcar e milho submetidas a condições de estresse salino, com o intuito de compreender sua capacidade adaptativa frente a ambientes adversos. Foram realizadas medições de comprimento, peso seco e fresco de raízes e parte aérea, comparando plantas controle e estressadas. Os resultados demonstraram diferenças significativas nas respostas fisiológicas entre os tratamentos, evidenciando o impacto da salinidade sobre o crescimento vegetal. Destaca-se a eficiência do sistema de mudas pré-brotadas (MPB) como tecnologia promissora para multiplicação de mudas sadias e de alto rendimento, representando uma alternativa sustentável para os produtores regionais. Além disso, a variedade de milho AHEMBI apresentou bom desempenho sob concentrações salinas, mostrando-se adequada para regiões com irrigação salina. Conclui-se que as espécies avaliadas possuem potencial adaptativo relevante, e que o uso de tecnologias adequadas pode contribuir para o fortalecimento da agricultura em áreas com limitações ambientais.

Palavras-chave: Cana-de-Açúcar. Estresse Salino. MPB. Adaptação Vegetal. Sustentabilidade Agrícola.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological and morphological responses of sugarcane and corn varieties subjected to saline stress, in order to understand their adaptive capacity to adverse environments. Measurements of root and shoot length, dry weight, and fresh weight were conducted, comparing control and stressed plants. The results showed significant differences in

¹ Graduada em Medicina Veterinária, Universidade Iguaçu (UNIG), Itaperuna, Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: camillazucoloto3@gmail.com

² Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil, E-mail: 0519019@professor.unig.edu.br

physiological responses between treatments, highlighting the impact of salinity on plant growth. The pre-sprouted seedling system (MPB) proved to be an efficient and sustainable technology for the rapid multiplication of healthy and high-yield seedlings, representing a promising alternative for regional producers. Furthermore, the AHEMBI corn variety demonstrated good performance under saline concentrations, making it suitable for areas with saline irrigation. It is concluded that the evaluated species exhibit relevant adaptive potential, and that the use of appropriate technologies can contribute to strengthening agriculture in environmentally limited regions.

Keywords: Sugarcane. Saline Stress. MPB. Plant adaptation. Agricultural Sustainability.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar las respuestas fisiológicas y morfológicas de variedades de caña de azúcar y maíz sometidas a condiciones de estrés salino, con el propósito de comprender su capacidad de adaptación frente a ambientes adversos. Se realizaron mediciones de longitud, peso seco y fresco de raíces y parte aérea, comparando plantas control y estresadas. Los resultados demostraron diferencias significativas en las respuestas fisiológicas entre los tratamientos, evidenciando el impacto de la salinidad sobre el crecimiento vegetal. Se destaca la eficiencia del sistema de plántulas pre-brotadas (MPB) como una tecnología prometedora para la multiplicación rápida de plantas sanas y de alto rendimiento, representando una alternativa sostenible para los productores regionales. Además, la variedad de maíz AHEMBI presentó un buen desempeño bajo concentraciones salinas, lo que la hace adecuada para regiones con irrigación salina. Se concluye que las especies evaluadas poseen un potencial adaptativo relevante y que el uso de tecnologías adecuadas puede contribuir al fortalecimiento de la agricultura en zonas con limitaciones ambientales.

Palabras clave: Caña de Azúcar. Estrés Salino. MPB. Adaptación Vegetal. Sostenibilidad Agrícola.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O estresse salino está entre os principais estresses abióticos que limitam a produtividade e expansão agrícola (Allakhverdiev *et al.*, 2000; Shao *et al.*, 2007). De acordo com a FAO (2009), mais de 800 milhões de hectares por todo o mundo estão afetados pela salinidade.

Dentre as culturas economicamente importantes afetadas pela salinidade está a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), responsável por aproximadamente 60% da produção mundial de açúcar e etanol (Rocha *et al.*, 2007). Estima-se que aproximadamente um milhão de hectares cultivados com cana-de-açúcar estejam afetados pela salinidade. A cultura da cana-de-açúcar encontra-se

entre as principais atividades agrícolas do Brasil e, no Estado do Rio de Janeiro, ocupa 15% da área agricultável. A maior parte das lavouras do Estado encontra-se nas regiões Norte e Noroeste Fluminense, sendo afetadas pela salinidade (Unica, 2009).

A salinidade ocorre especialmente em solos com baixas precipitações pluviais e em locais onde as técnicas de irrigação são inadequadas (Oliveira *et al.*, 1992). Estima-se que a salinização ocorra em 20% das terras irrigadas no mundo (Yeo, 1999). Ao longo dos anos, a estiagem vem ameaçando constantemente o Brasil, afetando a irrigação, a produção de grãos e a pastagem. Neste cenário, o rio Paraíba do Sul e seus afluentes foram fortemente impactados com a pior seca em 80 anos, levando a principal bacia leiteira do Noroeste Fluminense a enfrentar uma crise no setor lácteo, com pequenos produtores amargando a morte de animais por falta de alimento devido à queda na produtividade das pastagens.

Uma das formas de minimizar perdas na criação de bovinos nos períodos de seca é a suplementação com cana-de-açúcar, visto que seu período de colheita coincide com os períodos mais secos da região, quando há baixa disponibilidade de pastagens e maiores gastos com suplementação alimentar. No entanto, selecionar genótipos de cana-de-açúcar adaptados à região e oferecer uma tecnologia eficiente de plantio é essencial para superar os problemas decorrentes da baixa pluviosidade, mudanças drásticas na temperatura e estresse salino.

O sistema de mudas pré-brotadas (MPB) surge como uma alternativa tecnológica capaz de contribuir para esse cenário. Essa técnica inovadora, ainda pouco difundida na região, utiliza apenas duas toneladas de cana para o plantio de um hectare — em comparação às dezoito toneladas necessárias no sistema convencional —, resultando em mudas saudáveis, uniformes e de alta produtividade. A homogeneidade das mudas facilita a multiplicação de viveiros produtivos, enquanto as etapas de produção selecionam somente as mudas mais adaptadas e resistentes.

Com base nesse contexto, o presente artigo teve como objetivo geral atenuar o quadro de baixa competitividade em que se encontram os produtores marginalizados, fomentando a relação ensino-pesquisa-extensão na região Noroeste Fluminense por meio da transferência de tecnologia.

De forma específica, o artigo visou implantar viveiros primários de mudas pré-brotadas do cultivar IAC862480 no campus V da UNIG, possibilitando o treinamento e a capacitação dos produtores regionais; avaliar o desenvolvimento de mudas de cana-de-açúcar expostas ao estresse salino por meio de parâmetros biométricos como comprimento, peso fresco e seco da parte aérea e das raízes; formar parcerias com prefeituras e associações de produtores para garantir a

manutenção dos custos operacionais da técnica; viabilizar a formação de viveiros primários nas propriedades associadas ao programa, promovendo a multiplicação de mudas; e, por fim, realizar uma análise socioeconômica dos produtores antes e depois da implementação da nova técnica, de modo a mensurar seus impactos sobre a produtividade e a sustentabilidade da cadeia leiteira fluminense.

Reeducar produtores rurais quanto às novas técnicas de plantio, fornecendo também material resistente e variedades comprovadamente eficientes na nutrição animal, poderá gerar um novo quadro para o setor agropecuário regional, com maior autonomia produtiva e sustentabilidade diante dos desafios climáticos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Estresse Salino e seus Impactos na Agricultura

O estresse salino configura-se como um dos principais fatores abióticos limitantes da produtividade agrícola em escala global, comprometendo a absorção de água e nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, o seu crescimento e desenvolvimento (Allakhverdiev *et al.*, 2000; Shao *et al.*, 2007). A salinização dos solos é um fenômeno amplamente distribuído, resultante tanto de processos naturais quanto antrópicos, como o uso inadequado de irrigação e drenagem deficiente. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2009), mais de 800 milhões de hectares em todo o mundo apresentam algum grau de salinidade, o que representa uma ameaça significativa à segurança alimentar e à sustentabilidade produtiva.

A presença excessiva de sais solúveis no solo interfere no potencial osmótico, reduzindo a disponibilidade hídrica e afetando a fisiologia das plantas. Entre as respostas mais comuns estão a inibição do alongamento celular, a redução da fotossíntese e o desequilíbrio nutricional (Munns & Tester, 2008). A longo prazo, essas alterações comprometem a produtividade e limitam a expansão agrícola em regiões áridas e semiáridas, tornando a salinidade um problema de relevância econômica e ambiental.

A Cana-de-Açúcar e sua Importância Econômica

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo, responsável por cerca de 60% da produção global de açúcar e pela maior parte da produção de etanol combustível (Rocha *et al.*, 2007). No Brasil, o cultivo da cana desempenha papel estratégico, tanto na matriz energética quanto na geração de emprego e renda no campo. Contudo, sua sensibilidade à salinidade torna-se um desafio crescente em regiões sujeitas a déficit hídrico e práticas de irrigação inadequadas.

Estudos apontam que aproximadamente um milhão de hectares cultivados com cana-de-açúcar em diferentes regiões estão afetados pela salinidade, resultando em perdas expressivas de produtividade e qualidade (Unica, 2009). No Estado do Rio de Janeiro, a cultura ocupa cerca de 15% da área agricultável, com destaque para as regiões Norte e Noroeste Fluminense, onde as condições edafoclimáticas e os períodos prolongados de estiagem intensificam o acúmulo de sais no solo.

A seca histórica registrada na bacia do rio Paraíba do Sul nas últimas décadas agravou ainda mais esse cenário, impactando a irrigação e comprometendo atividades agrícolas e pecuárias na região. Pequenos produtores rurais enfrentaram crises severas, com redução na disponibilidade de pastagens e consequente queda na produção leiteira, reforçando a necessidade de estratégias integradas que associem práticas agrícolas sustentáveis e tecnologias adaptadas às condições locais (Yeo, 1999).

A Cana-de-Açúcar como Alternativa Alimentar e Tecnológica

Em períodos de seca, a cana-de-açúcar se apresenta como uma importante alternativa de suplementação alimentar para o rebanho bovino, uma vez que seu ciclo de colheita coincide com os meses de menor disponibilidade de pastagens. Além disso, a cultura possui alto teor energético e facilidade de cultivo, sendo economicamente viável para pequenos e médios produtores (Oliveira *et al.*, 1992).

Para garantir a produtividade e a sustentabilidade da cultura, torna-se essencial selecionar genótipos adaptados ao estresse salino e desenvolver tecnologias de plantio que maximizem o aproveitamento de mudas e reduzam custos operacionais. Nesse contexto, o sistema de mudas pré-brotadas (MPB) surge como uma alternativa inovadora e eficiente.

O Sistema de Mudanças Pré-Brotadas (MPB)

O MPB consiste em uma metodologia de produção de mudas de cana-de-açúcar a partir de gemas individuais, cultivadas em ambiente controlado e posteriormente transplantadas para o campo. Essa técnica apresenta vantagens expressivas em relação ao sistema convencional, como a redução no volume de material utilizado — cerca de duas toneladas por hectare, contra dezoito toneladas no método tradicional — e a obtenção de mudas mais uniformes, saudáveis e com maior potencial produtivo (Landell *et al.*, 2013).

A homogeneidade das mudas produzidas pelo sistema MPB favorece a implantação de viveiros produtivos e o aumento da eficiência agrônoma, além de permitir a seleção de materiais genéticos resistentes a condições adversas, como a salinidade. A aplicação do MPB na região Noroeste Fluminense representa não apenas um avanço tecnológico, mas também uma oportunidade de fortalecimento socioeconômico dos produtores locais, por meio da transferência de conhecimento técnico e da integração entre ensino, pesquisa e extensão.

Transferência de Tecnologia e Impacto Socioeconômico

A adoção de novas tecnologias agrícolas em pequenas propriedades depende fortemente de processos de capacitação e acompanhamento técnico. Nesse sentido, o papel das instituições de ensino superior torna-se estratégico para o desenvolvimento regional, promovendo ações que aproximem a pesquisa científica das demandas reais do campo (Embrapa, 2018).

Projetos de implantação de viveiros de mudas pré-brotadas em universidades e parcerias com prefeituras e associações de produtores rurais podem fomentar a autossuficiência produtiva, reduzir custos com aquisição de material propagativo e estimular práticas agrícolas mais sustentáveis. Além disso, a análise socioeconômica dos impactos decorrentes da introdução dessa tecnologia pode oferecer subsídios para políticas públicas voltadas à revitalização da cadeia leiteira fluminense, que enfrenta desafios históricos de competitividade e adaptação climática.

A integração entre ciência e prática agrícola é, portanto, uma via essencial para o enfrentamento dos desafios impostos pela salinidade e pela escassez hídrica, permitindo a difusão de soluções viáveis e sustentáveis que conciliem produtividade, conservação ambiental e fortalecimento da agricultura familiar.

METODOLOGIA

Material Vegetal e Condições de Cultivo

Plantas de cana-de-açúcar (IAC862480), fornecidas pelo Instituto Agrônomo (IAC) de Campinas (SP) foram cultivadas a partir de minirrebolos (gema individualizada). Os minirrebolos foram plantados em copos plásticos de 500 ml contendo substrato inerte e mantidos em casa de vegetação.

Tratamento Fúngico dos Minirrebolos

Os minirrebolos foram divididos em gemas e imersos em banheira com o fungicida Azoxistrobina ou Pyraclostrobin a 0,1% na solução, por 3 min. Em seguida, os minirrebolos foram plantados em copos plásticos de 500 ml com substrato.

Brotação

Esta etapa do processo ocorreu em copos plásticos, os quais foram cobertos com substrato e mantidos a 32 °C em câmara ou casa de vegetação climatizada. Nesta fase, a irrigação foi suficiente para garantir a manutenção do processo de pré-brotação. A duração desse período variou de 7 a 10 dias.

Avaliação do Efeito do Estresse Salino em Plantas de Cana-de-Açúcar Variedade IAC8624-80

Indução do Estresse Salino

Para o estresse salino foram utilizados um lotes composto por 50 plantas, aos 20 dias de idade, sendo 10 controle e 40 irrigadas com solução salina (50mM, 100mM, 200mM, 300mM de NaCl).

As plantas foram submetidas, durante 50 dias, ao estresse salino. Em cada planta sob estresse salino foi colocado 400 ml da solução salinizada (50mM, 100mM, 200mM, 300mM de

NaCl), durante os primeiros três dias de tratamento e após um intervalo de um mês. O volume foi definido para fornecer percolação de aproximadamente 200 ml de solução, suficiente para lavar por completo o sal que eventualmente remanesceu da irrigação anterior.

Durante os 50 dias de estresse, em intervalos de dois dias, cada planta foi irrigada com 200 mL de água, quantidade suficiente para evitar a desidratação não permitindo a percolação do sal.

Avaliação do Crescimento Vegetal

Todas as plantas foram avaliadas quanto à altura da parte aérea e comprimento de raiz, por meio de medições utilizando-se régua milimetrada.

Determinação da Massa de Matéria Fresca de Raízes e de Parte Aérea

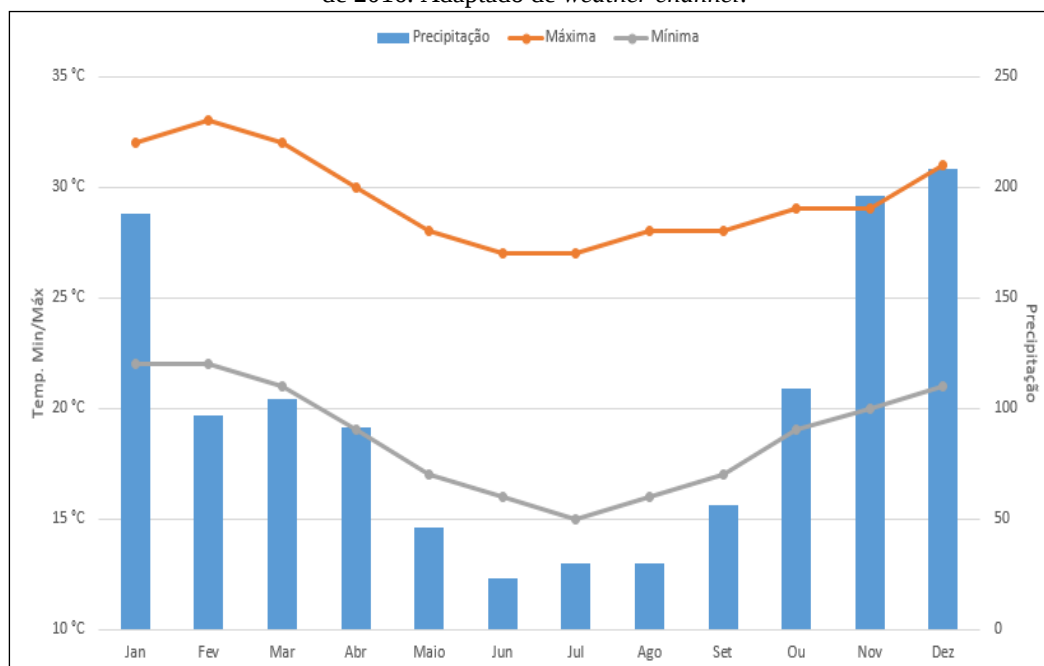
As raízes e a parte aérea de plantas dos tratamentos foram coletadas para determinação da massa de matéria seca e fresca. O peso fresco foi determinado por meio de pesagem das raízes e da parte aérea, imediatamente após a coleta. Foram utilizadas dez repetições em cada tratamento. As médias foram submetidas ao teste Tukey com 5% de significância, quando o teste F acusar diferença entre as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Desenvolvimento dos Ensaios de Taxa de Salinidade em Cana-de-Açúcar Variedade IAC 862480

Para a realização dos ensaios envolvendo salinidade foi elaborada uma estratégia para execução dos experimentos, de tal forma que fossem estipulados: número de plantas necessárias, quantidade de substrato, tempo de execução dos ensaios, índice de precipitação e temperatura mínima e máxima do Município de Itaperuna (Figura 1), dentre outros.

Figura 1. Mensuração da precipitação (mm), temperatura máxima e mínima (°C) do Município de Itaperuna, ano de 2016. Adaptado de *weather channel*.

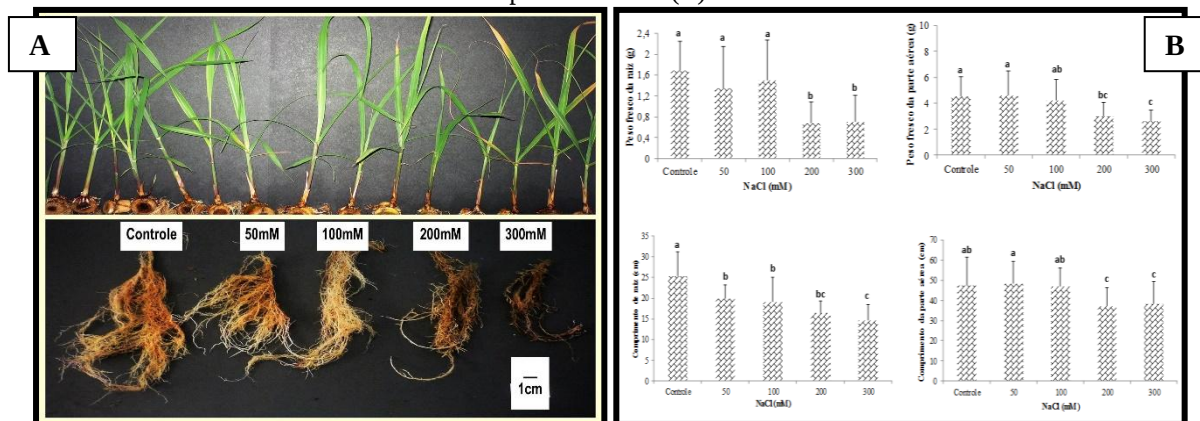


Fonte: Próprio autor.

Após estabelecido a estratégia para execução deu-se início ao trabalho. O trabalho envolvendo salinidade teve como objetivo selecionar genótipos recomendados para suplementação bovina e compreender as respostas fisiológicas dos genótipos selecionados ao estresse salino por meio de medições do comprimento, peso seco e fresco de raiz e de parte aérea. Para o experimento foram utilizadas 50 plantas com 20 dias de idade, que foram germinadas em copos plásticos de 500mL, preenchidos com substrato húmico. As plantas foram divididas em 5 grupos, sendo 10 plantas por tratamento (Controle, 50mM, 100mM, 200mM e 300mM de Cloreto de Sódio). As plantas mantidas sob condições de estresse foram irrigadas regularmente com 50 mL de solução salina e as plantas controles foram irrigadas com o mesmo volume de água. De acordo com as análises estatísticas, observou-se que em relação ao peso fresco da raiz as plantas irrigadas com 50mM e 100mM de NaCl não apresentaram perdas significativas quando comparadas ao controle, indicando que o genótipo IAC 862480 foi resistente a tais concentrações salinas, o que não foi observado nos tratamentos de 200mM e 300mM de solução salina. Em relação ao comprimento da raiz, observou-se perdas medianas entre os tratamentos de 50mM e 100 mM quando comparadas as plantas controles. Em relação aos tratamentos com 200mM e 300mM de estresse observou-se perdas significativas quando comparadas ao controle. Quanto ao peso fresco da parte aérea, não observou-se diferenças significativas entre as plantas controles e o tratamento de 50mM. No entanto, o tratamento de 100mM afetou a performance das plantas,

sendo que o tratamento de 200mM e 300mM foi o estresse mais agravante. Já em relação ao comprimento da parte aérea, observou-se diferenças significativas nos tratamentos de 200 e 300mM de NaCl. Nossos resultados demonstraram que as plantas de cana-de-açúcar controle e estressada apresentaram diferentes respostas ao estresse salino (Figura 2).

Figura 2. Efeito do estresse salino no desenvolvimento da cana-de-açúcar, variedade IAC 862480. Parte aérea e parte radicular (A); gráfico comparativo do desenvolvimento, comparando peso e comprimento da parte aérea e da parte radicular (B).



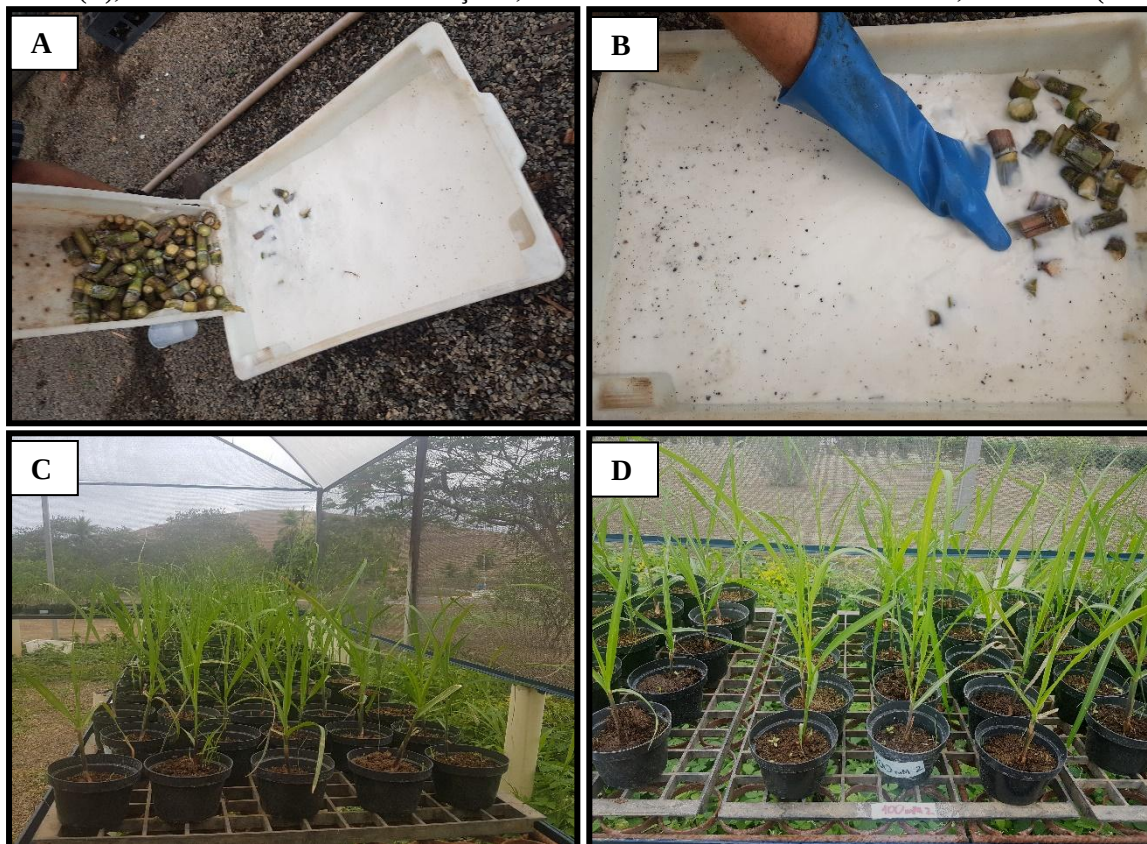
Fonte: Próprio autor.

Validação do Experimento sobre o Efeito do Estresse Salino em Cana de Açúcar IAC8624-80

A partir dos resultados obtidos anteriormente foi realizada a revalidação dos mesmos, utilizando, porém, um número maior de exemplares (n=270) dividido em 3 lotes de 90 plantas, sendo 45 controle e 225 irrigadas com solução salina (50mM, 100mM, 200mM, 300mM e 400mM de NaCl).

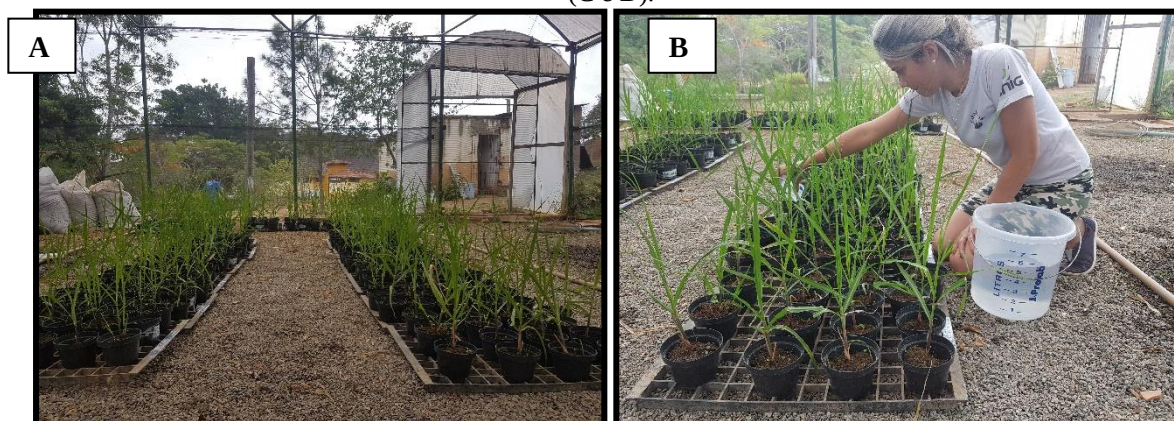
A introdução da concentração de 400mM de NaCl e análises mais apuradas, tais como análise da água utilizada na irrigação. Cabe ressaltar que a metodologia aplicada outrora foi de grande eficácia para o desenvolvimento do experimento (Figura 3). Os experimentos foram repetidos com o intuito de comparar os resultados, para que, por meio desta, possa se ter um resultado conclusivo e de valia para nosso objetivo e futura publicação acadêmica.

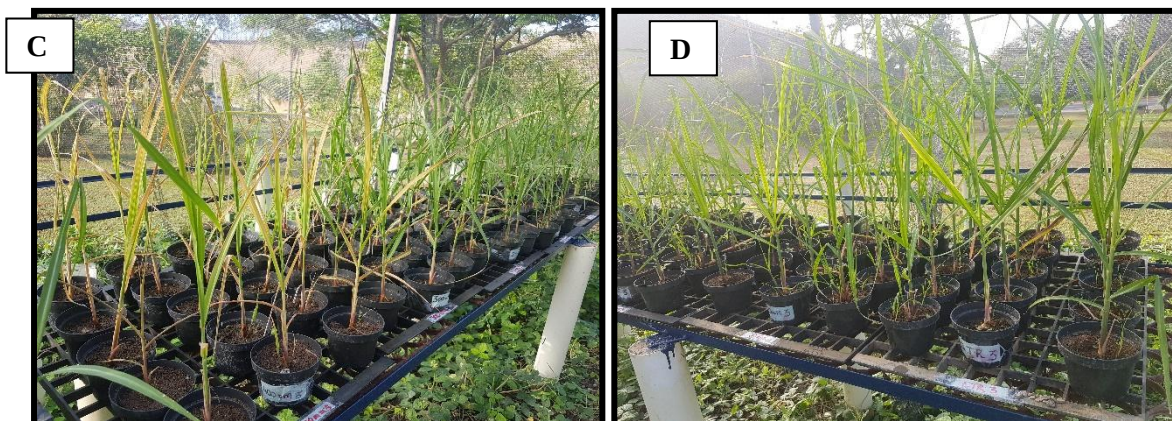
Figura 3. Obtenção dos minirrebolos (n= 720) (A); Imersão dos minirrebolos em solução fungicida por três minutos (B); Desenvolvimento da cana-de-açúcar, variedade IAC 862480 antes do estresse, aos 32 dias (C e D).



Fonte: Próprio autor.

Figura 4. Primeiro e segundo dia de estresse salino, respectivamente (A e B); uma semana após o estresse salino (C e D).





Fonte: Próprio autor.

Abordagem Alternativa para Compreender o Efeito do Estresse Salino Utilizando a Variedade de Milho AHEMBI

O grão de milho é produzido na grande maioria dos continentes, sendo este, utilizado desde a alimentação animal até na fabricação de embalagens biodegradável e filmes, servindo de base para indústrias de alta tecnologia. Em torno de 70% da produção mundial de milho é reservada à alimentação animal, sendo que em alguns países desenvolvidos esse percentual pode chegar a 85%. Ou seja, de toda produção mundial de milho, apenas 15% é destinado ao consumo direto ou indireto pelo homem.

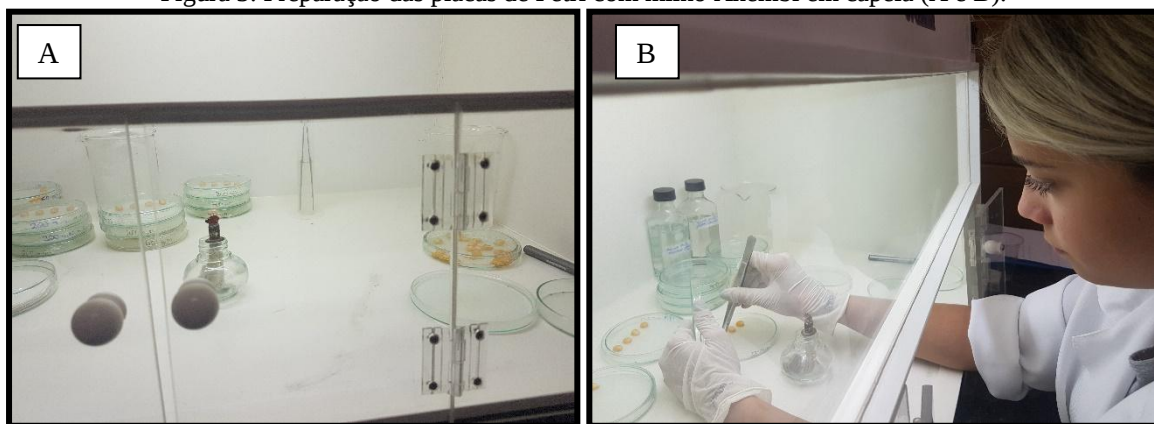
O estresse salino é um dos maiores fatores responsáveis pela redução da produção e crescimentos das culturas, levando a mudanças morfológicas, metabólicas e físicas das plantas superiores (Izzo *et al.*, 1991). A cultura do milho, é considerada uma das culturas razoavelmente tolerante a diferentes concentrações salinas (Richards, 1974; Daker, 1976) como tal, acaba sofrendo, proporcionalmente ao estresse uma redução progressiva do crescimento.

Neste sentido, enquanto esperava-se os resultados com a cultivar de cana de açúcar variedade IAC8624-80, foi realizado um experimento para avaliar o efeito do estresse salino em variedade de milho, uma vez que esta cultivar é de suma importância para nutrição animal. Para tanto, a variedade de milho Ahembi foi submetida a diferentes concentrações salinas no laboratório de microbiologia da Universidade Nova Iguaçu- Campus V, UNIG, Bloco C da Medicina Veterinária.

Para se estudar o efeito do estresse salino sobre a germinação das plântulas de milho, foram utilizadas os tratamentos: controle (água deionizada) e seis concentrações salinas (50mM, 100mM, 200mM, 300mM e 400mM de NaCl) diluídas em água deionizada, cada tratamento

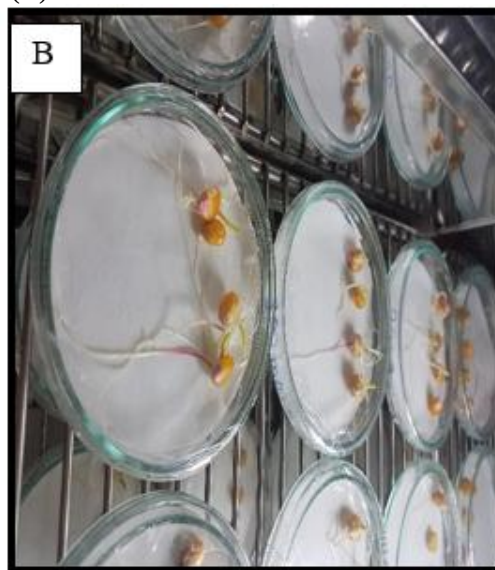
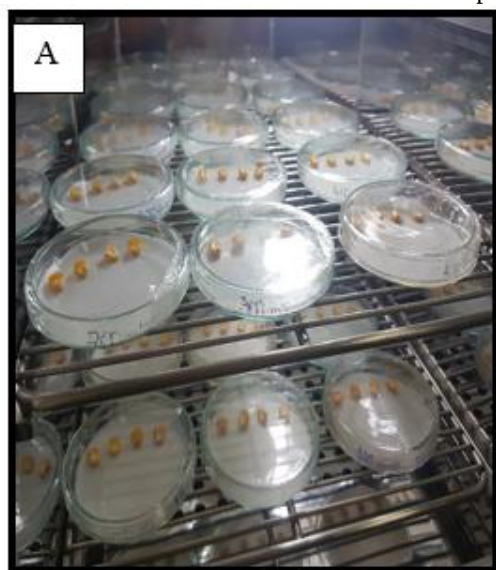
possuíam quatro repetições, com o total de 16 sementes por tratamento (Pereira *et al.*, 2008). As sementes de milho foram tratadas com solução de hipoclorito de sódio, lavadas com água destilada, e transferidas para placas de Petri de 11 cm de diâmetro. As placas foram preparadas e forradas com duas folhas de papel-filtro, com porosidade média de 3 μm e peso específico de 80 g.m^{-1} , umedecidas com as soluções de cloreto de sódio com as devidas concentrações. Cada placa recebeu 4 sementes de milho por repetição e foram transferidas para a câmara de germinação (tipo BOD) e incubadas a 25°C por um período de dez dias sob influência de lâmpadas fluorescentes de luz branca e fria (Brasil, 2009). Após esse período foram realizadas análises de germinação e de crescimento radicular das sementes. A germinação foi determinada a partir de contagem direta do número de sementes germinadas em relação ao número total de sementes testadas (Figura 3;4). O crescimento da radícula foi determinado através da mensuração, em milímetros, do comprimento total da radícula de cada semente germinada, com o uso de uma régua milimetrada e foi pesada a parte aérea e a parte radicular com uma balança digital de precisão (Tabela 2).

Figura 3. Preparação das placas de Petri com milho Ahembi em capela (A e B).



Fonte: Próprio autor.

Figura 4. Placas de Petri na incubadora nos dias 0 a 7 (A,B e C); retirada do milho da placa de Petri para medição e pesagem, no dia 10 (D).



Fonte: Próprio autor.

Tabela 2. Mensuração do comprimento (cm) e peso (g) da parte aérea e da parte radicular das plântulas de milho.

T1																			
Peso Total						Peso Raiz						Peso Parte Aérea							
Controle	50mM	100mM	200mM	300mM	400 mM	Controle	50mM	100mM	200mM	300mM	400 mM	Controle	50mM	100mM	200mM	300mM	400mM		
C1	0,62	0,36	0,52	0,51	0,06	0,6	0,04	0,06	0,03	0,06	0,09	0,18	0,03	0,05	0,03	0,04	0,06	0,04	
C2	0,43	0,51	0,63	0,57	0,04	0,4	0,02	0,04	0,16	0,07	-	0,02	0,03	0,04	0,12	0,04	0,04	-	
C3	-	0,42	0,54	0,53	-	0,59	-	-	0,08	0,11	0,04	0,08	-	-	0,07	0,07	-	0,02	
C4	0,43	0,39	0,67	0,57	-	0,55	0,08	0,05	0,17	0,06	-	0,1	0,01	0,04	0,12	0,03	-	0,08	
Média	0,493333	0,42	0,59	0,545	0,05	0,535	0,046667	0,05	0,11	0,075	0,065	0,095	0,023333	0,043333	0,085	0,045	0,05	0,046667	

T1																			
Peso Milho						Comprimento Raiz						Comprimento Parte Aérea							
Controle	50mM	100mM	200mM	300mM	400 mM	Controle	50mM	100mM	200mM	300mM	400 mM	Controle	50mM	100mM	200mM	300mM	400mM		
C1	0,52	0,36	0,46	0,48	0,52	0,37	10	2	4	3,2	9,4	15	11,7	2	16	0,7	1,3	1,2	
C2	-	0,51	0,39	0,51	0,43	0,38	1,1	3	15,3	4,7	2	3,5	1,8	1,5	3,6	0,6	1,1	-	
C3	0,33	0,42	0,43	0,4	0,47	0,5	-	-	17	17,9	-	6	-	-	2,8	2,2	-	1,8	
C4	0,37	0,39	0,42	0,45	0,36	0,39	8,1	3,5	25	1	-	11	0,5	1,5	4,5	1,4	-	2,8	
Média	0,406667	0,42	0,425	0,46	0,445	0,41	6,4	2,833333	15,325	6,7	5,7	8,875	4,666667	1,666667	6,725	1,225	1,2	1,933333	

Fonte: Próprio autor.

CONCLUSÃO

A presente pesquisa permitiu compreender de forma mais aprofundada as respostas fisiológicas da variedade de cana-de-açúcar analisada frente a diferentes condições de estresse abiótico, como salinidade, temperatura e déficit hídrico. Por meio das medições de comprimento, peso seco e fresco de raízes e da parte aérea, foi possível observar que as plantas submetidas ao estresse salino apresentaram respostas distintas em relação ao grupo controle, evidenciando variações adaptativas relevantes diante das condições impostas.

Os resultados obtidos reforçam a importância da adoção de tecnologias sustentáveis no cultivo da cana-de-açúcar, especialmente o sistema de mudas pré-brotadas (MPB), que se mostra uma estratégia eficiente para a multiplicação e propagação rápida de mudas saudáveis, uniformes e de alto rendimento por hectare. Essa tecnologia representa uma alternativa viável para os produtores da região Noroeste Fluminense, favorecendo o aumento da produtividade e a redução de perdas em áreas afetadas pela salinidade.

Adicionalmente, as análises morfológicas realizadas com a variedade de milho AHEMBI indicaram um desempenho satisfatório sob diferentes concentrações salinas, revelando seu potencial como cultura complementar em regiões com irrigação salina. Esses resultados demonstram a importância de estudos contínuos sobre o comportamento fisiológico de espécies agrícolas em ambientes adversos, visando o desenvolvimento de práticas de manejo mais resilientes e a promoção da sustentabilidade agrícola regional.

REFERÊNCIAS

- ALLAKHVERDIEV, S. I. *et al.* **Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp.** *Plant Physiology*, v. 123, n. 3, p. 1047–1056, 2000.
- ARAÚJO FILHO, J. B. **Efeitos de diferentes níveis de salinidade de solo na composição química da folha e crescimento de cultivares de bananeira (*Musa* sp.).** 1991. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1991.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Campina Grande, PB: UFPB, 1991.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa – UFV, 1996.
- BORELLA, J. E. **Efeito da irrigação com água salina e da lâmina de lixiviação na produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e na salinização do solo.** 1986. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1986.
- COLODETTI, T. V. **Efeito do alumínio na germinação e na morfologia radicular de cultivares de pepino.** *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, v. 8, n. 15, p. 767–774, 2012.
- EMBRAPA. **Transferência de tecnologia: fundamentos e práticas.** Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- FAO – **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.** Land and Plant Nutrition Management Service. Rome: FAO, 2009.
- GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. **Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, n. 1, p. 125–128, 2000.
- LANDELL, M. G. A. *et al.* **Sistema de produção de mudas pré-brotadas (MPB): nova tecnologia de multiplicação de cana-de-açúcar.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 4, p. 459–467, 2013.
- LIMA, V. L. A. **Efeitos da qualidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de lisímetro de drenagem.** 1998. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.
- MARINHO, F. J. M. **Avaliação do desenvolvimento e crescimento de mudas de abacaxizeiro (*Ananas comosus*) cv. Smooth Cayenne, em condições de salinidade de água de irrigação.** 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1996.

MUNNS, R.; TESTER, M. **Mechanisms of salinity tolerance**. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, p. 651–681, 2008.

OLIVEIRA, M. M.; GARCIA, J. C.; SANTOS, M. A. **Efeitos da salinidade na germinação e crescimento de cana-de-açúcar**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 27, n. 4, p. 567–574, 1992.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Agriculture Handbook n. 60. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 1954.

ROCHA, F. R.; FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M. G. A. **Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar em condições de estresse salino**. *STAB – Açúcar, Alcool e Subprodutos*, v. 25, n. 2, p. 34–39, 2007.

SHAO, H. B.; CHU, L. Y.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. X. **Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants**. *Comptes Rendus Biologies*, v. 330, n. 3, p. 215–225, 2007.

SOUZA, M. R. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. 1995. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1995.

UNICA – **UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR**. Anuário da União da Indústria de Cana-de-Açúcar. São Paulo: UNICA, 2009.

YEO, A. R. **Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants**. *Scientia Horticulturae*, v. 78, n. 3, p. 159–174, 1999.