



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

LÍDIA SABRINA TERTULINO BEZERRA

**AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA ENTRE ACESSOS DE UMBU-
CAJAZEIRA (*Spondias* sp.) DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DA UFERSA**

MOSSORÓ-RN

2025

LÍDIA SABRINA TERTULINO BEZERRA

**AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA ENTRE ACESSOS DE UMBU-
CAJAZEIRA (*Spondias* sp.) DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DA UFERSA**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Vander Mendonça

Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira,

MOSSORÓ-RN

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B574a Bezerra, Lídia Sabrina Tertulino.
Avaliação morfológica e fisiológica entre acessos
de umbu-cajazeira (spondias sp.) do banco ativo
de germoplasma da ufersa / Lídia Sabrina Tertulino
Bezerra. - 2025.
40 f. : il.

Orientador: Vander Mendonça.
Coorientador: Francisco de Assis de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2025.

1. Anacardiaceae. 2. Recursos genéticos. 3.
Morfofisiologia. I. Mendonça, Vander , orient. II.
Oliveira, Francisco de Assis de , co-orient. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LÍDIA SABRINA TERTULINO BEZERRA

**AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA ENTRE ACESSOS DE UMBU-
CAJAZEIRA (*Spondias* sp.) DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DA UFERSA**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Defendida em: 26/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Vander Mendonça (UFERSA)
Presidente

Mário Jonas Veras Costa (UFERSA)
Membro Examinador

Raíres Irlenizia da Silva Freire (UFERSA)
Membro Examinador

Às famílias Tertulino e Bezerra, em
agradecimento pelo apoio e esforço que
tiveram me fazendo chegar até aqui.

Dedico

Aos meus avós paternos (*In Memoriam*)
Maria Lúdia e Hermenegildo Bezerra, por todo
testemunho e legado na educação, sendo fonte
de inspiração. E aos meus avós maternos,
Luiz Tertulino e Maria Dolores, por toda bênção
dada e incentivos para essa realização.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, ao bondoso Deus, que até aqui me concedeu a graça de vivenciar, experimentar e alcançar o lugar onde estou, pois todo o mérito e toda a graça pertencem única e exclusivamente a Ele. De forma grandiosa, Ele me abençoou, e não há palavras para descrever Sua infinita misericórdia para com esta pobre alma que sou, mesmo sem merecer. Assim, apenas sigo adiante nos sonhos que Ele tem para mim e sei que tudo isso só é possível porque minha Mãe Aparecida, padroeira do meu amado Brasil e dos engenheiros(as) agrônomos, é a mais bela tesoureira das graças que Seu Filho me concede. De fato, nada passa sem Sua intercessão, e tudo o que tenho, eu consagro a Ela, minha fiel intercessora e modelo de sabedoria. Obrigada, minha querida Mãe, Virgem Maria.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, antiga ESAM (falo com orgulho) pela oportunidade de cursar a graduação dos meus sonhos.

Agradeço ao PIBIC, pela oportunidade de ser bolsista de Iniciação Científica, a qual me despertou desejo também pela pesquisa em uma pós-graduação.

Agradeço de todo o coração à minha querida família, em especial aos meus amados pais – Paulo e Marta, por terem dito "sim" e me permitido vir ao mundo para escrever a história que Deus reservou para mim. Sou imensamente grata pelos valores e ensinamentos que carrego até hoje e que espero conservar por toda a vida, também por sempre fazer o melhor por mim, reconheço e sou eternamente grata por todo amor, esforço e cuidado. Agradeço também aos meus irmãos - Pedro Paulo, Polyanna e João Paulo, cunhada – Mariana, sobrinha - minha doce Marina, avós, tios e primos por toda torcida para meu crescimento, amo pertencer a vocês. Minha origem me fortalece!

Agradeço ao meu amor, Moises Praxedes, por chegar no tempo certo de Deus, sendo minha inspiração e meu ponto de paz. Com humildade, força e carinho, esteve ao meu lado o tempo todo, ajudando-me em cada passo para que esse sonho se tornasse realidade. Sua bondade, paciência e acolhimento nos momentos difíceis são admiráveis, tornando seu abraço o meu lar e sua presença, a certeza de que nunca estou sozinha.

Agradeço a todos os meus queridos professores, sem exceção. Trago cada um na memória e no coração, especialmente aqueles que me concederam uma amizade sincera e fraterna para além da UFERSA. Sou imensamente feliz por cada ensinamento e partilha, pois são verdadeiros mestres e doutores na arte de educar. Cada um, em sua singularidade, me revelou o tesouro do conhecimento no tempo de agora.

Agradeço ao meu orientador, Vander Mendonça — o mineiro mais potiguar que conheço e o torcedor do Galo mais fervoroso que já vi — por todo o acolhimento, apoio e incentivo desde a minha chegada ao seu grupo de pesquisa em fruticultura (GEPEF). És testemunho de muito trabalho e dedicação.

Agradeço ao querido professor Francisco de Assis Oliveira (Tikão o amigão), meu coorientador, que me acolheu e acompanhou em todo processo deste trabalho, também ao Mário Jonas que intermediou o meu contato com o Prof. Tikão e esteve junto ajudando sempre no que necessário. Também a Patrycia Elen, que em todo processo se fez presente sempre pronta a ajudar com contribuições neste trabalho, para que essa etapa tão especial da minha vida chegasse ao êxito. Guardarei cada um comigo, de maneira especial e fraternal.

Agradeço ao Prof. Vander Mendonça, mestrando Mário Jonas e Ms. Raíres Irlenizia, por aceitarem a fazer parte da Banca Examinadora, e por sua disponibilidade e contribuições realizadas para este trabalho.

Agradeço também de forma especial ao professor Porto Filho, que gentilmente me disponibilizou dados do Banco Ativo de Germoplasma de Umbu-Cajazeira (*Spondias* sp.) da UFERSA, bem como arquivos de trabalhos referente ao gênero e espécie.

Agradeço a Maik, por ter me ajudado na coleta de dados fisiológicos, muito importante para que esse trabalho tenha se realizado, ao Sérgio que ajudou nesta realização; também ao Felipe, pela ajuda para utilizar a estufa; a Karen, que no dia das análises morfológicas se fez presente ajudando a registrar os dados coletados, juntos aos queridos Moises Praxedes, Patrycia Elen e Mário Jonas.

Agradeço aos membros do Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Fruticultura da UFERSA (GEPEF), ao laboratório de hidroponia e ao laboratório de pós-colheita que colaboraram para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos de caminhada na graduação, que nos últimos anos foram mais que amigos, foram verdadeiros irmãos, tornando meus dias mais leves nessa jornada: Eliane Gurgel, Mércia Nobrega, Maria Juliana, Gilmar Vitoria, Giselly Medeiros, Rebeca Paula, Emanuel Felipe, Moisés Ginani, Leandro Medeiros, Márcio Filho, Jadson Pimenta, Robert Ryan, David Emanuel e André Luiz.

Agradeço ao SEPROM, nas pessoas de Giorgio Mendes, Profa. Elizângela (através dela que conheci setor), Wendel Lima (famoso WL) e Francisco José (famoso Bitim), que me acolheram desde o início da graduação ao longo de quatro anos de extensão universitária, por todas oportunidades e aprendizados eternizados. Muito do que chamo de ser UFERSA, devo ao meu querido setor, pelo qual tenho imenso apreço, gratidão e admiração.

*“Tudo que é terreno passa, mas a esperança em Deus é para sempre; tudo passa,
Ele é permanente e nos acolhe em todos os momentos de nossa existência.”*

Beata Lindalva

RESUMO

A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é um híbrido natural nativo do bioma Caatinga, de grande importância socioeconômica para o Nordeste brasileiro, beneficiando tanto agricultores quanto agroindústrias. No entanto, as condições adversas do semiárido, como estresses abióticos, podem comprometer seu desenvolvimento. Diante disso, estudos de caracterização morfológica e fisiológica são essenciais para a seleção de genótipos mais adaptados. Este trabalho teve como objetivo realizar a análise morfofisiológica dos acessos de Umbu-Cajazeira (*Spondias* sp.) do banco ativo de Germoplasma (BAG) da UFERSA. O estudo foi conduzido no setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da UFERSA, onde foram analisadas características morfológicas, como comprimento e largura do folíolo, área foliar, área foliar específica, espessura do limbo, massa seca do folíolo e suculência foliar. Para a análise fisiológica, foram avaliadas trocas gasosas, incluindo fotossíntese, condutância estomática, concentração interna de CO₂, transpiração, temperatura foliar, eficiência de carboxilação e eficiência instantânea do uso da água. Os resultados revelam que o banco ativo de germoplasma (BAG) de umbu-cajazeira da UFERSA possui grande variabilidade de características morfofisiológica entre os indivíduos, apresentando acessos com potencial para programas de melhoramento genético vegetal. Com base nas trocas gasosas, os acessos EMPARN 1 e CHICO PORTO foram classificados como mais resistentes a estresses abióticos, enquanto os acessos EMPARN 4, EMPARN 6, EMPARN 7 e LUCIA demonstraram maior eficiência no uso da água, sugerindo maior tolerância ao estresse hídrico.

Palavras-chave: Anacardiaceae. Recursos genéticos. Morfofisiologia.

ABSTRACT

The umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) is a natural hybrid native to the Caatinga biome, of great socioeconomic importance for the Brazilian Northeast, benefiting both farmers and agribusinesses. However, the adverse conditions of the semi-arid region, such as abiotic stresses, can compromise its development. Therefore, morphological and physiological characterization studies are essential for the selection of more adapted genotypes. The objective of this study was to perform the morphophysiological analysis of the accessions of Umbu-Cajazeira (*Spondias* sp.) from the active germplasm bank (BAG) of UFRSA. The study was conducted in the experimental sector of the Department of Agronomic and Forestry Sciences of UFRSA, where morphological characteristics were analyzed, such as length and width of the leaflet, leaf area, specific leaf area, limbal thickness, leaflet dry mass and leaf juiciness. For the physiological analysis, gas exchange was evaluated, including photosynthesis, stomatal conductance, internal CO₂ concentration, transpiration, leaf temperature, carboxylation efficiency and instantaneous water use efficiency. The results reveal that the active germplasm bank (BAG) of umbu-cajazeira at UFRSA has great variability of morphophysiological characteristics among individuals, presenting accessions with potential for plant genetic improvement programs. Based on gas exchange, the EMPARN 1 and CHICO PORTO accessions were classified as more resistant to abiotic stresses, while the EMPARN 4, EMPARN 6, EMPARN 7 and LUCIA accessions demonstrated greater efficiency in water use, suggesting greater tolerance to water stress.

Keywords: Anacardiaceae. Genetic resources. Morphophysiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Croqui do BAG de Umbu-Cajazeira da UFERSA.....	18
Figura 2. Modelo de folha utilizada para o critério da coleta.....	20
Figura 3. Mensuração do comprimento (A) e largura do folíolo (B).....	20
Figura 4. Amostras em saquinhos kraft para ser desidratada na estufa (A, B e C)	21
Figura 5. Pesagem dos discos frescos (A) e discos secos (B) e (C).....	21
Figura 6. Utilização do vazador para obtenção dos discos foliares (A e B)	22
Figura 7. Croqui do percurso da coleta.....	23
Figura 8. Aparelho IRGA (A) e capsula injetora de CO ₂ (B)	24
Figura 9. Análise do folíolo (A) e pinça do equipamento IRGA para análise do folíolo (B) ..	25
Figura 10. Valores comprimento foliar (A), largura foliar (B), área foliar (C) e massa seca de folíolo (D) de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA	27
Figura 11. Folíolo (D) de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA	28
Figura 12. Suculência foliar de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA.....	29
Figura 13. Valores médios para transpiração (A), condutância estomática (B), fotossíntese (C) e concentração interna de CO ₂ (D) de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA.....	31
Figura 14. Temperatura da folha de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA.....	32
Figura 15. Eficiência de carboxilação de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA.....	33
Figura 16. Eficiência instantânea do uso da água de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Apresentação dos acessos, bem como sua origem	19
Tabela 2. resumo da análise de variância para as variáveis comprimento do folíolo (CF), largura do folíolo (LF), matéria seca (MS), suculência foliar (SF), área foliar específica (AFE) e área foliar (AF) em acessos de umbu-cajazeiras no BAG da UFERSA, Mossoró/RN.....	26
Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis transpiração (E), condutância estomática (Gs), fotossíntese (A), concentração interna de CO ₂ (Ci), temperatura foliar (Tf), eficiência de carboxilação (EiCi), eficiência instantânea do uso da água (EiUa) e eficiência do uso da água (EUA) em acessos de umbu-cajazeiras no BAG da UFERSA, Mossoró/RN.....	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1. Características Botânica.....	14
2.2. Importância socioeconômica da fruticultura e da umbu-cajazeira.....	14
2.3. Conservação de recursos genéticos vegetais.....	15
2.4. Caracterização morfológica e fisiológica em plantas.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Caracterização do local da pesquisa.....	18
3.2. Análises morfológicas.....	19
3.3. Análises fisiológicas.....	23
3.4. Análise estatística	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Avaliações morfológicas.....	25
4.2. Avaliações fisiológicas.....	29
5. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Spondias*, segundo Airy Shaw e Forman (1967) é tido como um dos primeiros da família Anacardiaceae, classificado em 1753 por Linnaeus. Além disso, Mitchell e Daly (1995) dizem haver disseminado na Ásia, na Oceania e nos neotrópicos, 18 espécies do táxon *Spondias*. No Brasil, seus centros de diversidade são a Mata Atlântica e a Amazônia Ocidental, território que abrange das regiões limítrofes do Peru e da Bolívia até o Estado do Acre (MACHADO *et al.*, 2015).

Dentre as principais espécies desse gênero, a umbu-cajazeira ou cajaraneira (*Spondias* sp.) trata-se de um híbrido natural entre a cajazeira (*Spondias mombim* L.) e o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), sendo uma árvore frutífera nativa do Nordeste brasileiro. Na região semiárida, a planta é disseminada de forma doméstica em quintais e pomares (SOUZA *et al.*, 2020).

A espécie é popularmente conhecida por suas frutas de alto valor comercial e nutritivo. Podendo ser comercializada nas formas: in natura, polpas, doces, sorvetes, picolés e sucos; ou na culinária, como componente de bebidas, doces e pratos especiais. Suas características são bem notórias, apresentando-se com uma coloração amarelada, aroma e sabor agradáveis, ideal para o consumo como fruta fresca e/ou matéria prima de muitas agroindústrias do Nordeste (SOUZA *et al.*, 2020; AMORIM *et al.*, 2024).

Apesar da umbu-cajazeira ser bastante difundida, o conhecimento e as tecnologias que se encontram disponíveis para a espécie é escasso, o que dificulta aplicações sólidas na escala de produção comercial. Com isso, é necessário estudos de preservação da diversidade genética e caracterização da espécie, essenciais aos programas de melhoramento e conservação (BATISTA, 2019).

Os estudos de caracterização geram conhecimento sobre o material conservado, oferecendo diversas vantagens, como a detecção de acessos duplicados, a formação de coleções nucleares, a identificação dos mecanismos de reprodução e a seleção de pré-produtos com potencial para programas de melhoramento genético, além de possibilitar a mensuração da variação fenotípica existente na coleção (BURLE, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Além do mais, a compreensão das características morfológicas e fisiológicas da umbu-cajazeira é muito importante para uma grande diversidade de estudos agrícolas, como monitoramento do desenvolvimento. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi realizar a análise morfofisiológica dos acessos de Umbu-Cajazeira (*Spondias* sp.) do banco ativo de Germoplasma da UFERSA.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Características botânica

A umbu-cajazeira é uma árvore de porte médio a grande, atingindo de altura de 6 a 8 metros e de diâmetro de copa até 20 metros (YAMAMOTO, 2014). Sua floração ocorre entre os meses de novembro a dezembro, enquanto a frutificação vai de março a maio (SANTANA, 2010). Segundo Cruz *et al.*, (2009), o sistema reprodutivo da espécie tem uma inflorescência composta com uma panícula terminal, agrupadas por flores hermafroditas (perfeitas) e masculinas (estaminadas), atribuindo-se a forma sexual de andromonóica. Além disso, o número de flores por panícula é variável; os ovários têm de 4 a 5 carpelos e suas folhas são compostas, alternas, pinadas, com vários pares de folíolos (SOUZA *et al.*, 2020).

Por apresentar uma alta taxa de esterilidade, onde cerca de 90% de seus frutos não apresentar sementes viáveis, sua propagação se dar exclusivamente pelo método vegetativo assexuado, com enraizamento de estacas lenhosas com 35 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro (SOARES FILHO; RITZINGER, 2006). A caracterização do fruto é como uma drupa arredondada, de cor amarela, casca lisa e fina, com endocarpo “caroço”, branco, suberoso, grande e enrugado, localizado na parte central do fruto (LOPES, 1997 e SOUZA, 1998).

2.2. Importância socioeconômica da fruticultura e da umbu-cajazeira

As frutas têm um papel essencial na alimentação humana, principalmente por serem ricas em vitaminas, fibras, compostos bioativos e minerais, de grande relevância na preservação da saúde. Dessa forma, a crescente valorização das propriedades nutricionais e terapêuticas das frutas tem aumentado tanto o seu consumo quanto a comercialização de produtos derivados (OLIVEIRA, *et al.*, 2024).

O Brasil por ser um dos principais centros de variedades fruteiras tropicais do mundo, é um dos países com maiores índices produtores de frutas secas, destacando-se com 43,8 milhões de toneladas, ocupando a terceira posição no ranking mundial, ficando atrás da China e Índia (SOUZA *et al.*, 2017). Com os resultados crescentes dos últimos anos, a fruticultura na região nordeste tornou-se umas das principais e importantes no quesito frutíferas nativas do Brasil, esta ocupação se dá pelo favorecimento das condições climáticas típicas de regiões semiáridas (COSTA *et al.*, 2009; VIDAL, 2017; BUSTAMANTE, 2009).

Caracterizado como um ambiente de baixa pluviosidade, que contribui para a crise hídrica, a exploração de espécies rústicas e tolerantes, como a umbu-cajazeira, pode representar uma alternativa de diversificação para a fruticultura e o agronegócio da região semiárida (LIRA

JÚNIOR, 2008). Ademais, destacando-se pela sua capacidade de adaptação a umbu-cajazeira se apresenta como uma planta altamente prolífica em suas regiões de ocorrência natural (YAMAMOTO, 2014).

Os frutos da umbu-cajazeira, nativos da Caatinga, são exóticos e, embora ainda pouco conhecidos, desempenham um papel essencial na alimentação e na economia local, gerando renda para os agricultores. Com seu sabor agridoce, aroma único e valor nutricional, que inclui vitaminas e antioxidantes. Além disso, durante a estação seca, a umbu-cajazeira serve de alimento para polinizadores e dispersores de sementes, ajudando a preservar a biodiversidade (OLIVEIRA, *et. al.*, 2024).

Nesse sentido, uma das explorações da umbu-cajazeira além do consumo in natura é a forma processada. Segundo Mororó (2000) a produção de polpas congeladas em pequenas fábricas, oriundas de cooperativas de produtores e assentados rurais, com o intuito de gerar renda para eles, têm aumentado a fruticultura do país. Uma grande parte da produção é adquirida por atravessadores, o que impulsiona ainda mais a sua comercialização, embora existam pouquíssimos plantios comerciais (SANTOS *et al.*, 2008; MARTINS; MELO, 2006).

2.3. Conservação de recursos genéticos vegetais

Para alcançar a produção comercial de uma espécie, na fruticultura os processos de domesticação de plantas e a agricultura estão entrelaçados apesar de não ocorrer na mesma época, onde apresenta seu marco inicial pautado nas aquisições de materiais de propagação, caracterizações das primeiras coletas de germoplasma vegetal e sua posterior disseminação voluntária para lugares distintos. Para o desenvolvimento da agricultura foram fundamentais, três estágios, conhecidos como: coleta/colonização, colheita/disseminação e plantio (WALTER *et al.*, 2005).

O Brasil, por ser um dos grandes centros de mega biodiversidade, dimensões continentais, com grande diversidade social e cultural, ainda não retrata de modo abrangente em nível nacional a realidade dos recursos genéticos conservados *in situ* e on farm no país, mesmo com uma elevação nos números de projetos realizados pelas instituições de pesquisa ou ensino com participação dos agricultores (PÁDUA, *et al.*, 2022).

No nordeste brasileiro, a respeito das espécies frutíferas nativas, existe uma ausência ou escassez de informação na literatura sobre a produção, morfologia, características fisiológicas e fenológicas, a qual é uma ferramenta de suma importância para conservação de patrimônio genético vegetal (CARVALHO *et al.*, 2002). Entre as diversas espécies, as populações nativas de *Spondias* tem uma diversidade geneticamente ampla, sendo necessário a preservação e

avaliação em bancos de germoplasma, visando a disponibilidade de genótipos para programas de melhoramento genético e exploração agroindustrial (SOUZA *et al.*, 2006).

Segundo Lima *et al.* (2011), o que determina o êxito nos programas de melhoramento é o conhecimento da variabilidade genética de uma determinada espécie. Nesse viés, a maior fonte de variabilidade genética é encontrada nos bancos ativos de germoplasma (BAG), onde as instituições de pesquisa têm se dedicado continuamente à caracterização, documentação, conservação e intercâmbio dos recursos genéticos de importância para a alimentação humana. Dessa forma, muitas espécies pouco ou não-domesticadas poderão ser incorporadas ao rol de interesse atual, desde que seus recursos genéticos sejam devidamente estudados (RAMALHO *et al.*, 2008; CARVALHO JÚNIOR, 2015 e LOPES *et al.*, 2016).

A variabilidade existente entre plantas ou populações de plantas, elementos da diversidade biológica, de importância socioeconômica atual e potencial, são os recursos fitogenéticos essenciais para uso em programas de melhoramento genético vegetal, biotecnologia e áreas correlatas. Com capacidade de ser mantido em bancos de germoplasma fora ou dentro do seu ambiente natural ou adaptando-se às duas formas (JARAMILLO *et al.*, 2000; VALOIS *et al.*, 1996). De acordo com Pádua e Ferreira (2007, p.1), banco de germoplasma é conceituado como sendo:

O repositório onde se armazena a variabilidade genética de uma ou várias espécies. Geralmente, consiste na base física onde o germoplasma é conservado, podendo estar localizado em centros ou instituições públicas e privadas, que conservam as coleções de germoplasma sob a forma de sementes, explantes *in vitro* ou plantas a campo (Pádua e Ferreira, 2007, p.1).

Diante disso, tendo em vista a preservação da variabilidade genética da umbu-cajazeira, são necessários estudos com o objetivo de identificar áreas de ocorrência de indivíduos desta espécie com o objetivo de selecionar genótipos contrastantes para compor Bancos Ativos de Germoplasma (BAG) em futuros programas de melhoramento genético. Assim como, a realização de atividade de prospecção, coleta e caracterização são essenciais para a conservação e implementação dos recursos genéticos de *Spondias* (YAMAMOTO, 2014).

2.4. Caracterização morfológica e fisiológica em plantas

Todos os dias, as plantas precisam abrir seus estômatos para absorver CO₂, enquanto devem equilibrar a quantidade de água perdida pela transpiração com a água que recebe pelas raízes (BRODRIBB *et al.*, 2010). Nesse processo para se ter uma maior eficiência, as características fisiológicas e morfológicas no nível de folhas são desejáveis, como: baixa

condutância a água (BARTLETT *et al.*, 2012), cutículas grossas das folhas (RISTIC e JENKS *et al.*, 2002) aumento do teor de cera, maior área foliar específica (FALCÃO *et al.*, 2015 e FIGUEIREDO *et al.*, 2015).

A caracterização morfológica possibilita a diferenciação fenotípica dos acessos e contribui para uma melhor organização do BAG, além de possibilitar a identificação de cultivares com características vantajosas e geneticamente transmissíveis (RITSCHER *et al.*, 1998; GUSMÃO e NETO, 2008). Ademais, na caracterização de germoplasma, os descritores morfofenológicos são de amplo uso, reunindo características externas da planta facilmente observadas, tais como: vigor, formato de copa, hábito de crescimento, tipo e forma de folhas, tipo de flor, hábito de frutificação, dados de floração e frutificação, forma e tamanho de frutos, como também os parâmetros físico-químicos (VIEIRA, 2007 e NUNES *et al.*, 2010).

Descritores são considerados caracteres de alta herdabilidade, ou seja, não apresentam alterações quando aplicados em ambientes distintos, assim permitem diferenciar uma variedade de outra. (Pinto *et al.*, 2002, p. 31-36).

Vale ressaltar que as características morfofisiológicas podem estar relacionadas com um melhor comportamento do indivíduo ao ambiente em que está inserido, dessa forma os estudos de caracterização são essenciais para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético de plantas perenes, pois possibilitam a seleção de genótipos promissores (YAMAMOTO, 2014).

Estudando genótipos de pimenta, Molla, *et al.*, (2021) observaram que os parâmetros morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e estomáticos ajudaram a mostrar melhor adaptação de pimentas a condições de estresse hídrico. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar característica morfológica e fisiológica entre acessos de umbu-cajazeira do banco ativo de germoplasma da UFERSA.

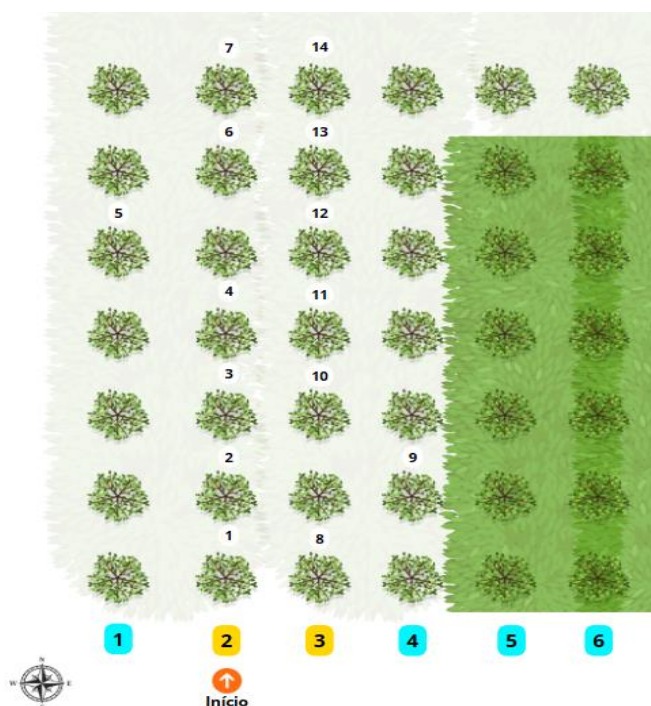
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do local da pesquisa

O trabalho foi desenvolvido no banco ativo de germoplasma Umbu-Cajazeira (*Spondias* sp.) pertencente a UFERSA, instalado no setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, no campus oeste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no município de Mossoró – RN (5° 12' S; 37° 19' O e 11 m de altitude). O clima da região é BSh (seco e muito quente) (ALVARES et al., 2013), com uma precipitação média anual de 555 mm e uma média temperatura anual de 27,8 °C (Climate-Data, 2024).

O BAG é composto por 48 plantas, correspondente a 24 acessos, sendo analisados o material foliar de 14 acessos. Os acessos foram selecionados de acordo com o desenvolvimento vegetativo das plantas, escolhendo os 14 que apresentavam a copa mais desenvolvida. Os acessos foram plantados no espaçamento de 5 x 6 m. No período de estiagem as plantas são irrigadas semanalmente através do sistema de microaspersão. Anualmente são realizadas podas de manutenção e limpeza.

Figura 1 - Croqui do BAG de Umbu-Cajazeira da UFERSA



Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 1 – Apresentação dos acessos, bem como sua origem

ACESSOS	ORIGEM
1. EMPARN 1	Ipanguaçu/RN
2. EMPARN 2	Açu/RN
3. EMPARN 3	Alto Rodrigues/RN
4. EMPARN 4	Serra do Mel/RN
5. EMPARN 5	Carnaubais/RN
6. EMPARN 6	Taipú/RN
7. EMPARN 7	Pareilhas/RN
8. Lucia	Itaú/RN
9. Maria do Carmo	Itaú/RN
10. Chico Porto	Itaú/RN
11. BRS Dama do Sertão	Cruz das Almas/BA
12. BRS Luz do Sertão	Cruz das Almas/BA
13. BRS Topásio do Sertão	Cruz das Almas/BA
14. BRS Tropicália	Cruz das Almas/BA

3.2. Análises morfológicas

A coleta foi realizada pela manhã, selecionando folhas intermediárias, nem muito jovens nem excessivamente maduras (Figura 2). Foram coletadas 5 folhas de cada acesso de umbu-cajazeira, totalizando 4 repetições com 10 folíolos, apenas com nervuras finas, nas porções basal e apical, e nas partes medianas das folhas. As análises morfológicas foram conduzidas no Laboratório de Hidroponia da Universidade Federal Rural do semi-árido (UFERSA).

Figura 2. Modelo de folha utilizada para o critério da coleta

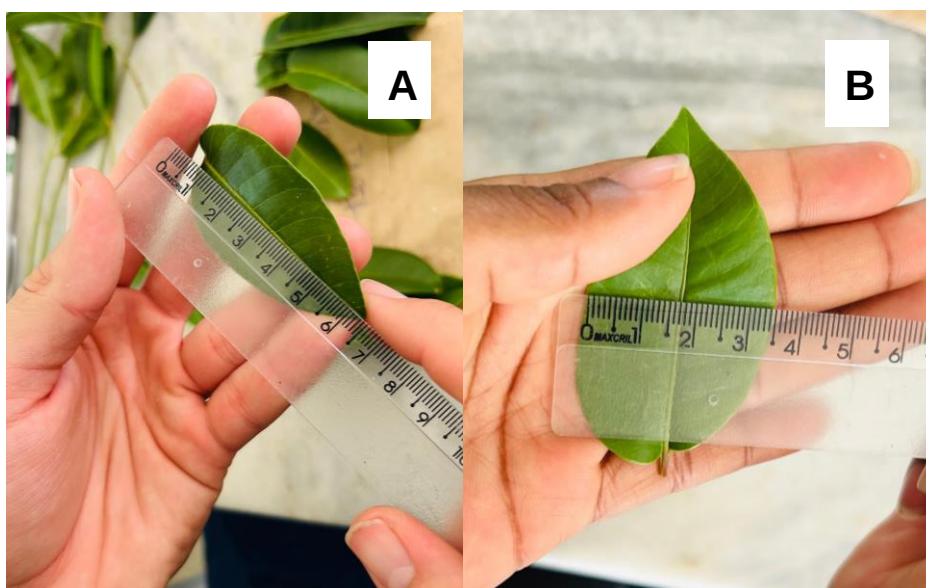


Fonte: Autoria própria (2025).

A análise, realizou-se com base nas características morfológicas do folíolo:

Comprimento do folíolo (CF) e **Largura do folíolo (LF)**: medição de 10 folíolos por acesso, realizado com o auxílio de uma régua graduada em centímetros (cm), medindo da extremidade do folíolo até o ponto de intersecção com o pecíolo; a largura foi medida entre os pontos mais distantes da região mais larga da lâmina, em uma linha perpendicular à nervura central (Figura 3).

Figura 3. Mensuração do comprimento (A) e largura do folíolo (B)



Fonte: Autoria própria (2025).

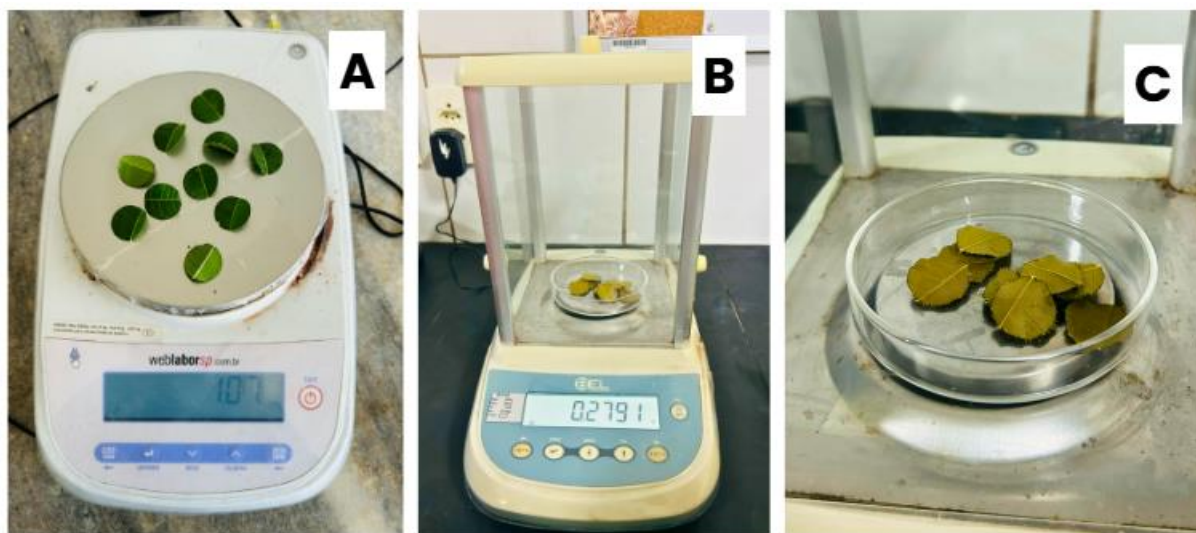
Massa seca de folíolo (MSF): as amostras foram desidratadas em estufa de circulação forçada com temperatura regulada para 65 °C (± 1 °C) até atingirem massa constante, em seguida fez a pesagem de 10 folíolos por repetição, em balança analítica graduada em gramas (Figuras 4 e 5).

Figura 4. Amostras em saquinhos kraft para ser desidratada na estufa (A, B e C)



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 5. Pesagem dos discos frescos (A) e discos secos (B) e (C)



Fonte: Autoria própria (2025).

Área Foliar (AF): realizada por meio do método dos discos foliares, que consistiu na utilização de um vazador com diâmetro interno de 2,2 cm, utilizando a equação 1.

$$AF = \frac{(MSF \times AD)}{MSD} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

AF – área foliar, cm^2 ;

MSF – massa seca de folíolo, g;

AD – área do disco, cm^2 ;

MSD – massa seca dos discos, g.

Figura 6. Utilização do vazador para obtenção dos discos foliares (A e B)



Fonte: Autoria própria (2025).

Área Foliar Específica (AFE): obtida pela razão entre área foliar e a massa seca de folhas (AF/MSF), expressa em $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ de MSF, utilizando a equação 2.

$$\text{AFE} = \frac{\text{AF}}{\text{MSF}} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

AFE – área foliar específica, $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$;

AF – área foliar, $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$;

MSF – massa seca de folhas, g.

Suculência foliar (SF): obtida pela razão entre a massa de água e a área foliar, conforme a equação 3.

$$\text{SF} = \frac{(\text{MFF} - \text{MSF})}{\text{AF}} \quad (\text{Eq. 3})$$

Em que:

SF – suculência foliar, $\text{g H}_2\text{O cm}^2$;

MFF – massa fresca de folhas, g;

MSF – massa seca de folhas, g;

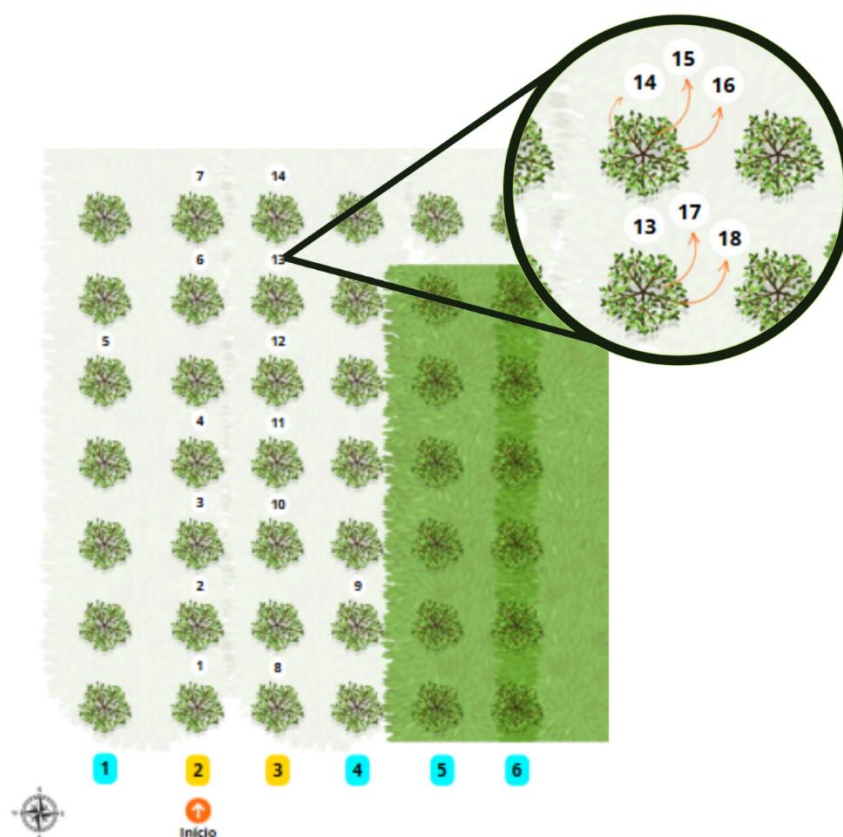
AF – área foliar, cm^2 .

3.3. Análises fisiológicas

Catorze acessos foram analisados — os mesmos apresentados para os aspectos morfológicos, concentrando a análise em uma área totalmente limpa, permitindo a livre circulação entre as plantas. Cada linha é composta por sete plantas de diferentes acessos. Cada planta teve três repetições analisadas, sendo cada folíolo proveniente de uma folha diferente da mesma planta, totalizando 42 folíolos observados.

Iniciou-se a análise aferindo apenas um folíolo por folha/planta na linha 2 pelo acesso EMPARN 1 (nº1) até o acesso EMPARN 7 (nº7), em seguida, retornou-se com o aparelho IRGA ao início da área para iniciar a análise na linha 3 pelo acesso Lucia (nº8) até o acesso BRS Tropicália (nº14) seguindo os mesmos passos (Figura 7).

Figura 7. Croqui do percurso da coleta



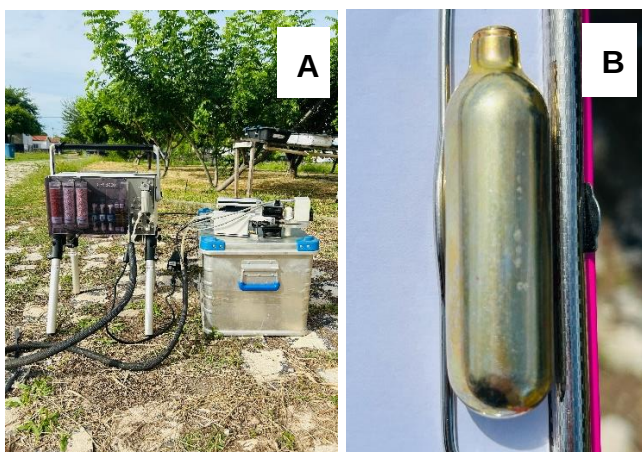
Fonte: Autoria própria (2025).

Além disso, uma planta (nº5) foi analisada na linha 1, correspondente ao mesmo acesso da linha 2, e outra na linha 4 (nº9), correspondente ao mesmo acesso da linha 3 (Figura 7). A escolha se deu porque esses acessos apresentaram melhor desenvolvimento foliar. Em casos de continuar a análise nas plantas referente ao mesmo acesso nas linhas 2 e 3, não teria dados suficientes, pois uma delas tinha poucas folhas e não apresentava vigor quando comparada à sua repetição, enquanto, na linha 3, o acesso estava completamente sem folhas. Devido a essas condições adversas, realizou-se a análise das repetições desses acessos.

Para as avaliações das trocas gasosas foi utilizado um analisador de gás no infravermelho, modelo (“LCPro +” - ADC Bio Scientific Ltd.), operando com controle de temperatura a 25 °C, irradiação de 1200 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e vazão de ar de 200 mL min^{-1} no nível atmosférico de CO_2 (Figura 8). As medições de trocas gasosas foram realizadas no período da manhã entre 8h00 e 9h30, avaliando 3 folíolos e cada um correspondente a uma folha da mesma planta (Figura 9). As folhas eram maduras, distribuídas em diferentes posições da copa de cada planta, obtendo as seguintes variáveis:

- Transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$),
- Condutância estomática ($G_s - \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$),
- Fotossíntese ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$),
- Concentração interna de CO_2 ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$)⁻¹
- Temperatura da folha ($T_F - ^\circ\text{C}$),
- Eficiência de carboxilação ($E_i C_i - A/C_i, \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} / \mu\text{mol mol}^{-1}$)⁻¹)
- Eficiência instantânea do uso da água ($E_i U A - A/E, \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Figura 8. Aparelho IRGA (A) e capsula injetora de CO_2 (B)



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 9. Análise do folíolo (A) e pinça do equipamento IRGA para análise do folíolo (B)



Fonte: Autoria própria (2025).

A análise dessas variáveis é essencial para entender o desempenho e a adaptação das plantas ao ambiente. A temperatura da folha, o déficit de pressão de vapor e a transpiração indicam o equilíbrio entre a perda de água e a regulação térmica. A concentração interna de CO_2 e a condutância estomática refletem a disponibilidade de carbono para a fotossíntese. A fotossíntese líquida, a eficiência instantânea do uso da água e a eficiência de carboxilação avaliam a capacidade da planta de converter CO_2 em biomassa de forma eficiente. Juntas, essas variáveis ajudam a identificar estresses ambientais, otimizar o manejo agrícola e selecionar cultivares mais adaptadas, tornando-se fundamentais para pesquisas e práticas agrícolas sustentáveis.

3.4. Análise estatística

Os dados de caracterização morfológica e fisiológica foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' ao nível de 5% de significância e, quando significativo, foi aplicado o teste de Scott- Knott ao nível de 5% de significância para comparação das médias dos tratamentos, utilizando-se o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliações morfológicas

A partir da análise de variância verificou-se que todas as variáveis morfológicas analisadas diferiram significativamente em nível de 1% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento do folíolo (CF), largura do folíolo (LF), matéria seca (MS), suculência foliar (SF), área foliar específica (AFE) e área foliar (AF) em acessos de umbu-cajazeiras no BAG da UFERSA, Mossoró/RN

FV	GL	Quadrados médios					
		CF	LF	MS	AF	AFE	SF
Acessos	13	1,98**	0,42**	0,18**	23,31**	1497,37**	6,15**
Erro	42	0,10	0,028	0,008	1,47	35,69	0,61
CV		5,20	5,33	12,83	9,08	4,29	4,08

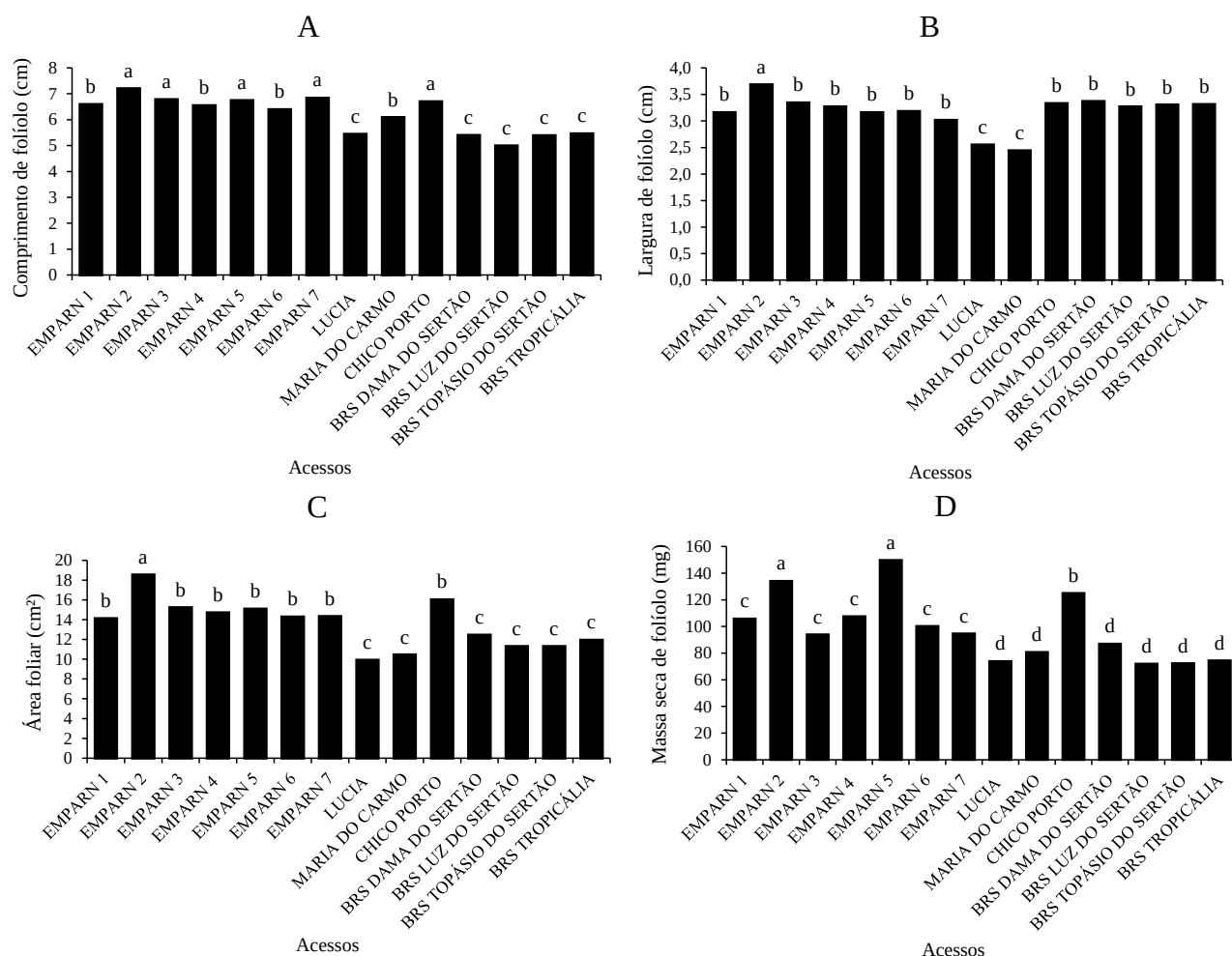
FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade

Para o comprimento de folíolo, os acessos EMPARN 2, EMPARN 3, EMPARN 5, EMPARN 7 e CHICO PORTO apresentaram maior comprimento de folíolo, enquanto os menores valores foram observados nos acessos LUCIA, BRS DAMA DO SERTÃO, BRS LUZ DO SERTÃO, BRS TOPÁSIO DO SERTÃO e BRS TROPICÁLIA (Figura 10A). Para a largura de folíolo, os acessos LUCIA e MARIA DO CARMO, apresentou valores menores quando observados e comparados com os demais acessos (Figura 10B).

Quanto à área foliar, observou-se que apenas o acesso EMPARN 2, foi o que apresentou maior valor em área foliar, onde seis acessos apresentaram valores menores, sendo eles: LUCIA, MARIA DO CARMO, BRS DAMA DO SERTÃO, BRS LUZ DO SERTÃO, BRS TOPÁSIO DO SERTÃO e BRS TROPICÁLIA (Figura 10C).

Para a massa seca de folíolo, o acesso EMPARN 5 e EMPARN 2, se destacou com maior valor, enquanto os menores valores foram analisados nos acessos LUCIA, MARIA DO CARMO, BRS DAMA DO SERTÃO, BRS LUZ DO SERTÃO, BRS TOPÁSIO DO SERTÃO e BRS TROPICÁLIA (Figura 10D).

Figura 10. Valores comprimento foliar (A), largura foliar (B), área foliar (C) e massa seca de folíolo (D) de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFRSA



Para entender a interação entre o meio ambiente e o crescimento das plantas, é indispensável os estudos sobre avaliação da área foliar (SABOURI et al., 2021). Diante disso, Amorim (2024) observou que é possível estimar com precisão e confiabilidade a área de folíolo de Umbu-Cajazeira (*Spondias* sp.) utilizando largura e comprimento do folíolo, tratando-se de um método de modelagem prático e não destrutivo.

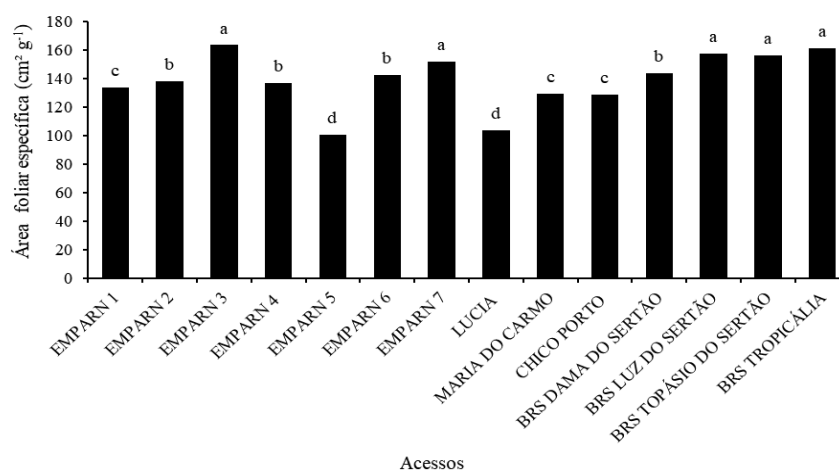
Folhas menores são favoráveis para plantas sob intensa luminosidade porque diminuem a resistência da camada limítrofe que por sua vez influencia na transferência de calor entre a folha e a atmosfera (TAIZ et al., 2017), evitam a transpiração excessiva em ambientes com intensa luz solar e consequentemente maior temperatura, ainda podem ser consideradas como uma resposta das plantas que se desenvolvem em solos com baixo suprimento de água (NODA et al. 2004; TAIZ et al., 2017). A influência que os fatores externos exercem sobre a planta é menor quanto menor for sua área exposta. Portanto, em ambientes xéricos, a redução da área de transpiração e a presença de características que aumentem a refletância são ecologicamente

vantajosas (GUTSCHICK, 1999). Diante disto, pode-se atribuir que o acesso LUCIA sofre menor influência de fatores externos, quando comparado aos acessos que apresentaram-se com áreas foliares maiores.

A análise de fitomassa seca é essencial para estudar a dinâmica de produção fotossintética, se apresentando como uma ferramenta válida para estudar as bases fisiológicas da produção e, pôr em evidência, a influência exercida pelas variáveis ambientais, genéticas e agronômicas (SILVA, *et al.*, 2000). Dessa forma, é importante que haja exatidão dos teores de matéria seca presentes nas folhas, pois trata-se da principal ferramenta para a avaliação e manejo do estado nutricional das plantas (MARCANTE, *et al.*, 2010; MALAVOLTA, 2006).

Para área foliar específica os acessos que apresentaram maiores médias foram: EMPARN 3, EMPARN 7, BRS LUZ DO SERTÃO, BRS TOPÁSIO DO SERTÃO e BRS TROPICÁLIA, enquanto os menores valores foram observados nos acessos EMPARN 5 e Lucia (Figura 11).

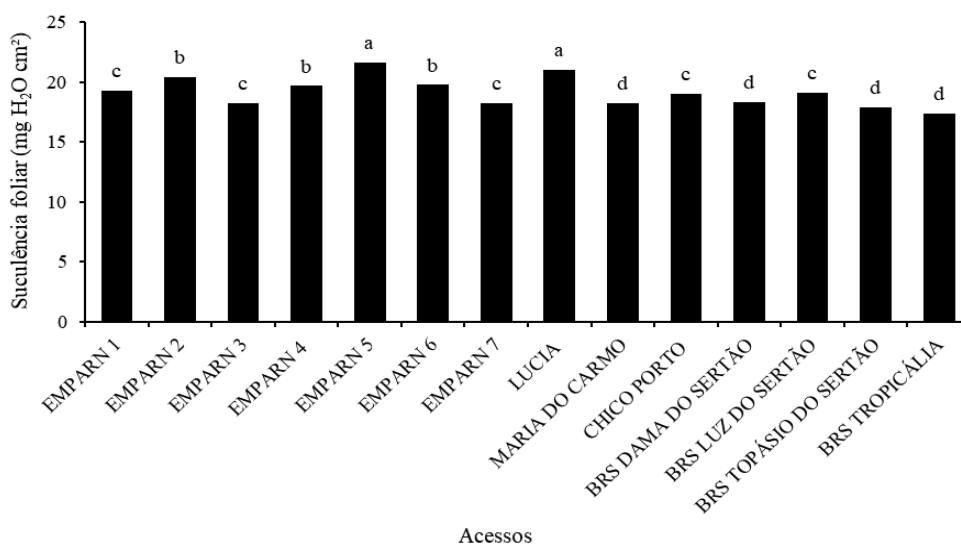
Figura 11. Área foliar específica de acessos do BAG de Umu-Cajazeiras da UFERSA



A área foliar específica (AFE) é uma medida da expansão média da folha, em área, por unidade de massa seca foliar, definindo, indiretamente, a densidade ou espessura das folhas (SILVA, *et al.*, 2000). Essa variável pode ser um parâmetro para quantificar as estratégias de aclimação, principalmente a alocação diferencial de recursos para fotossíntese realizada em decorrência das condições ambientais (GÚZMAN, *et al.*, 2013). Plantas com maior AFE pode indicar, estas investem mais em crescimento relativo do que em estruturas foliares conservativas ou de defesa (KUNSTLER *et al.*, 2016).

Na variável suculência foliar, os acessos EMPARN 5 e LUCIA se destacaram com maiores valores, enquanto os acessos MARIA DO CARMO, BRS DAMA DO SERTÃO, BRS TOPÁSIO DO SERTÃO e BRS TROPICÁLIA, apresentou-se com os menores valores (Figura 12).

Figura 12. Suculência foliar de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA



Determinada a partir da razão entre o teor de água na folha e área foliar, a suculência foliar apresenta grande importância como componente para bons resultados dentro de um sistema de produção, isso porque a água exerce inúmeras funções fisiológicas e ecológicas na planta. Para que haja atividade metabólica normal, as células devem conter pelo menos 65% de água (PAULILO, 2015).

A água atua como um isolante térmico para as estruturas do vegetal, podendo impedir alterações repentinas da temperatura, evitando um possível dano ao vegetal. Além disso, em certas células a entrada e a saída da água também permitem que órgãos e organelas se movimentem, como as células estomáticas (PAULILO, 2015). Dessa forma, a presença de água na folha implica em altas taxas fotossintéticas e maior valor nutricional do tecido vegetal (PIMENTEL, 2004).

4.2. Avaliações fisiológicas

Para as análises fisiológicas, ocorreu diferença significativa em nível de 1% de probabilidade para as variáveis transpiração (E), condutância estomática (Gs), concentração interna de CO₂ (Ci) e eficiência do uso da água (EUA). As variáveis fotossíntese (A), eficiência

de carboxilação (EiCi) e eficiência instantânea do uso da água (EiUa) diferiu significativamente em nível de 5%. Não houve diferença estatística para as demais variáveis (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis transpiração (E), condutância estomática (Gs), fotossíntese (A), concentração interna de CO₂ (Ci), temperatura foliar (Tf), eficiência de carboxilação (EiCi), eficiência instantânea do uso da água (EiUa) e eficiência do uso da água (EUA) em acessos de umbu-cajazeiras no BAG da UFERSA, Mossoró/RN

FV	GL	Quadrados médios							
		E	Gs	A	Ci	Tf	EiCi	EiUa	EUA
Acessos	13	0,727**	6872,75**	27,01*	4950,45**	0,21 ^{ns}	0,0009*	0,002*	66,26**
Erro	42	0,112	489,85	5,124	1679,99	1,01	0,0003	0,0006	12,20
CV		21,68	13,47	16,96	17,12	3,80	33,21	27,29	39,43

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; CV – coeficiente de variação; ns, * e ** - não significativo, e significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente

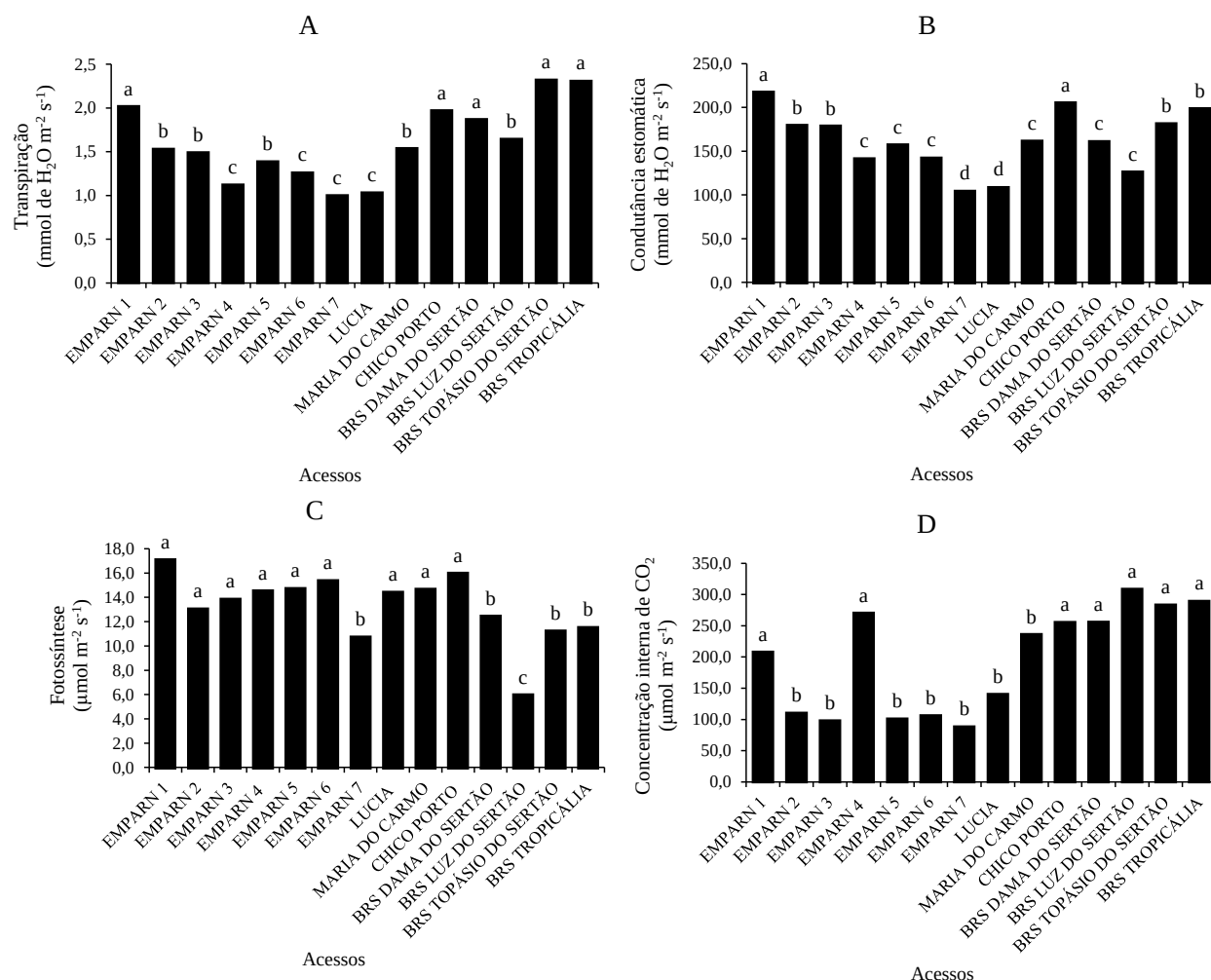
Para as trocas gasosas os acessos EMPARN 1, CHICO PORTO, BRS DAMA DO SERTÃO, BRS TOPÁSIO DO SERTÃO e BRS TROPICÁLIA apresentaram maior transpiração, enquanto os menores valores foram observados nos acessos EMPARN 4, EMPARN 6, EMPARN 7, LUCIA e BRS LUZ DO SERTÃO (Figura 13A).

Os acessos com maior condutância estomática foram EMPARN 1 e CHICO PORTO, enquanto os de menor valor foram observados nos acessos EMPARN 7 e LUCIA (Figura 13B).

Observou-se que para a variável fotossíntese, os acessos que se destacaram com maiores valores foram EMPARN 1, EMPARN 2, EMPARN 3, EMPARN 4, EMPARN 5, EMPARN 6, LUCIA, MARIA DO CARMO E CHICO PORTO, enquanto o menor valor foi observado no acesso BRS LUZ DO SERTÃO (Figura 13C).

Para a variável concentração interna de CO₂, observou-se que os acessos EMPARN 1, EMPARN 4, CHICO PORTO, BRS DAMA DO SERTÃO, BRS LUZ DO SERTÃO e BRS TOPÁSIO DO SERTÃO, BRS TROPICÁLIA obtiveram os maiores valores, enquanto para valores menores foi observado nos acessos EMPARN 2, EMPARN 3, EMPARN 5, EMPARN 6, EMPARN 7, LUCIA e MARIA DO CARMO. (Figura 13D).

Figura 13. Valores médios para transpiração (A), condutância estomática (B), fotossíntese (C) e concentração interna de CO₂ (D) de acessos do BAG de Umu-Cajazeiras da UFRSA



Segundo Paulilo (2015), o potencial de água na atmosfera, determinado pela umidade e temperatura, afeta a diferença de potencial entre a folha e o meio externo. Esse potencial é regulado pelo potencial de pressão, ou seja, a pressão que a atmosfera exerce sobre a entrada de mais vapor d'água, influenciando a taxa de transpiração. Em condições de seca, a transpiração cuticular pode tornar-se mais significativa, especialmente em folhas com cutícula mais fina. Por outro lado, a transpiração estomática é reduzida devido ao fechamento dos estômatos.

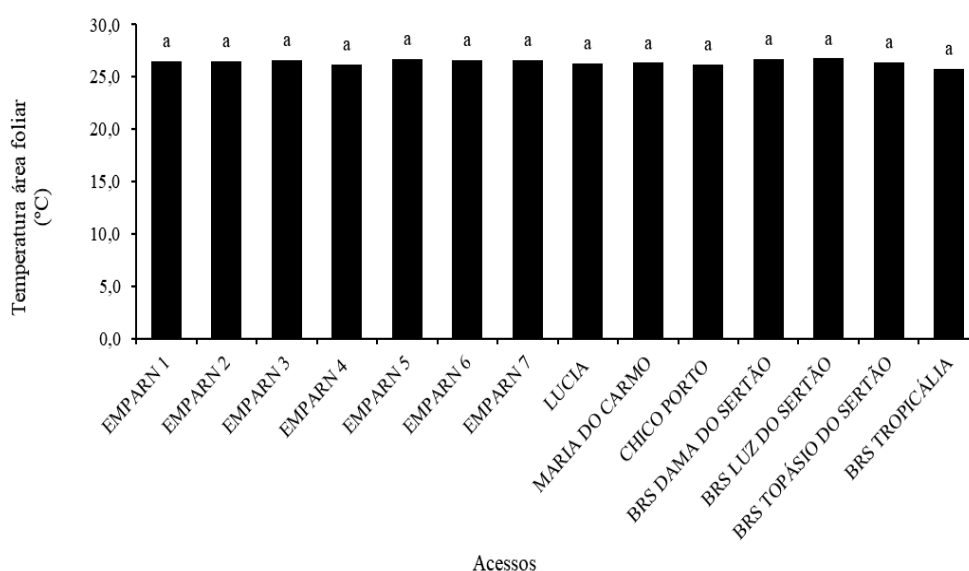
Os estômatos são oriundos de células especiais da epiderme, chamadas células-guarda, as quais podem absorver e perder água, ficando menos túrgidas ou mais túrgidas e, com isso, controlar o tamanho da abertura do ostíolo — abertura na epiderme comunicando o interior da folha mesófilo com o meio externo. Também, são controlados por mecanismos que envolvem o transporte de íons, especialmente potássio e sacarose, e sua abertura é estimulada pela luz. Na

ausência de potássio, os estômatos não se abrem, o que impede a entrada de carbono para o processo de fotossíntese (PAULILO, 2015; GAO *et al.*, 2015 e Mc DERMIT, 1990). No entanto, a redução de G_s leva a um menor influxo de CO_2 para o interior dos cloroplastos (TATAGIBA; PEZZOPANE; REIS, 2015)

Estudos mostram que plantas em condições de estresse abiótico apresentam reduções expressivas em fotossíntese (A), condutância estomática (G_s) e transpiração (E) (OLIVEIRA, *et al.*, 2019; SANTOS, *et al.*, 2022). Diante disto, pode-se atribuir que de forma geral os acessos EMPARN 1 e CHICO PORTO podem ser classificados como os mais resistentes aos estresses abióticos. Por outro lado, o acesso LUCIA se mostrou menos resistente.

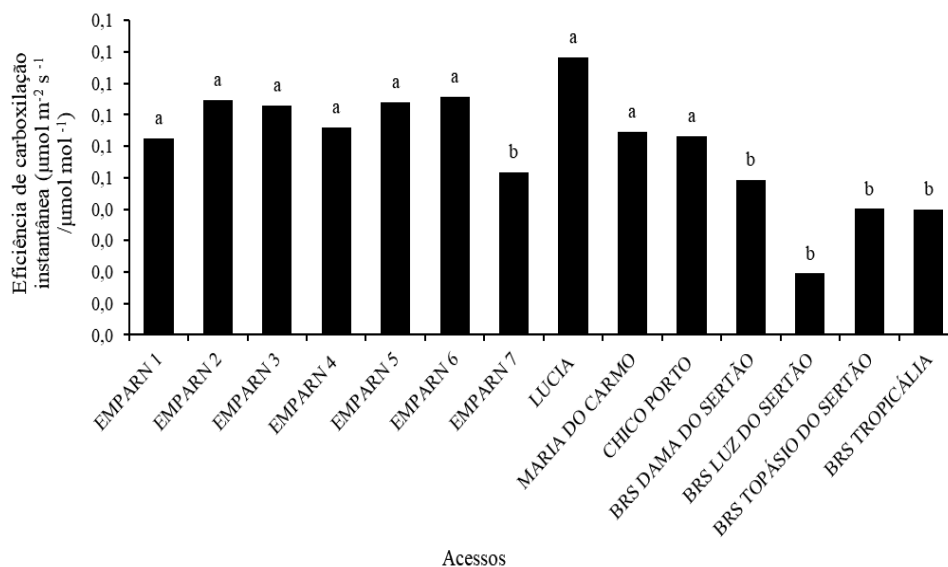
Observou-se que não houve diferença significativa para a temperatura da área foliar entre os acessos (Figura 14).

Figura 14. Temperatura da folha de acessos do BAG de Umu-Cajazeiras da UFERSA



Os acessos EMPARN 1, EMPARN 2, EMPARN 3, EMPARN 4, EMPARN 5, EMPARN 6, LUCIA, MARIA DO CARMO E CHICO PORTO apresentaram maior eficiência de carboxilação instantânea, enquanto os menores valores foram observados nos acessos EMPARN 7, BRS DAMA DO SERTÃO, BRS LUZ DO SERTÃO, BRS TOPÁSIO DO SERTÃO E BRS TROPICALIA (Figura 15).

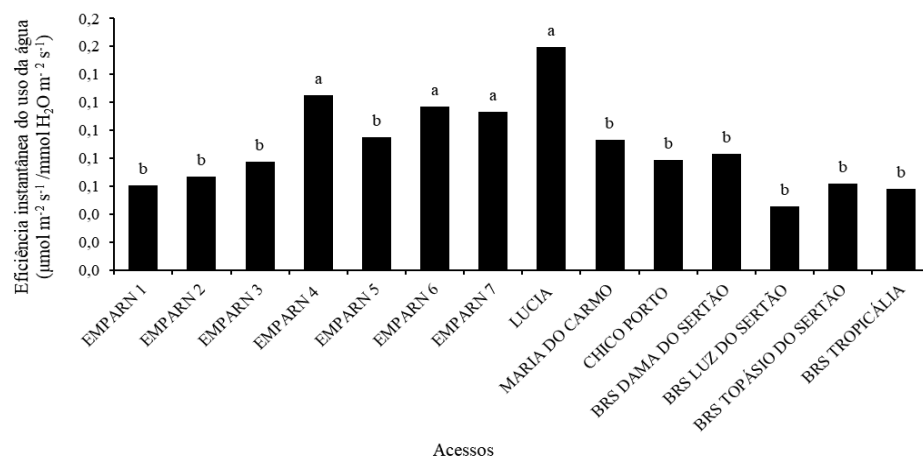
Figura 15. Eficiência de carboxilação de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA



Eficiência de carboxilação é a velocidade que o CO_2 fixado é processado, sendo limitada principalmente pela quantidade e atividade enzimática e pela disponibilidade de CO_2 , há também outros fatores que influenciam na eficiência de carboxilação, entre eles estão, a concentração do aceptor, temperatura, grau de hidratação do protoplasma, suprimento de substâncias minerais e grau de desenvolvimento e atividade da planta (LARCHER, 2006). De acordo com Machado et al. (2005), a eficiência de carboxilação apresenta estreita relação com a concentração interna de CO_2 e eficiência na assimilação de carbono pelas plantas.

Para a variável instantânea do uso da água, os acessos EMPARN 4, EMPARN 6, EMPARN 7 e LUCIA, apresentaram os maiores valores (valores respectivamente) quando comparado com os demais acessos que não diferiram entre si (Figura 16).

Figura 16. Eficiência instantânea do uso da água de acessos do BAG de Umbu-Cajazeiras da UFERSA



A maior eficiência do uso da água e eficiência intrínseca do uso da água pode estar relacionadas à maior capacidade de manutenção das taxas fotossintéticas atrelada à redução da transpiração, por meio do fechamento estomático (CHAVES et al., 2004). De acordo com Silveira *et al.*, (2015), plantas que apresentam maior eficiência do uso da água são mais tolerantes à seca. Neste contexto, os acessos EMPARN 4, EMPARN 6, EMPARN 7 e LUCIA, tendem a serem mais tolerantes ao estresse hídrico, sendo, portanto, indicados para locais mais propícia e estiagem.

5. CONCLUSÃO

Os acessos de umbu-cajazeira do BAG da UFERSA apresentam grandes variabilidades morfológicas e fisiológicas. Com base nas trocas gasosas os acessos EMPARN 1 e CHICO PORTO foram classificados como mais resistentes a estresse abióticos. Os EMPARN 4, EMPARN 6, EMPARN 7 e LUCIA, tendem a serem mais tolerantes ao estresse hídrico, por apresentarem valores maiores na eficiência instantânea do uso da água.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Mapa de classificação climática de Koppen para o Brasil. **Revista meteorológica**, v. 22, p. 711-728, 2013.
- AMORIM, P. E. C. et al. Modelos alométricos para estimativa não destrutiva da área de folíolos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 48, 2024.
- ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da Fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 463-472, 2009.
- BARTLETT, M. K.; SCOFFONI, C.; SACK, L. The determinants of leaf turgor loss point and prediction of drought tolerance of species and biomes: a global meta analysis. **Ecology Letters**, v. 15, n. 5, p. 393–405, 2012.
- BATISTA, G. S. S. **DIVERSIDADE GENÉTICA EM SPONDIAS MOMBIN L. NA REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL**. 56p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento), UFPI, Teresina, 2019.
- BRODRIBB, T. J.; et al. A função do xilema e a taxa de crescimento interagem para determinar as taxas de recuperação após a exposição ao déficit hídrico extremo. **Novo Fitologista**, v. 188, n. 2, p. 533–542, 2010.
- BURLE, M. L. & OLIVEIRA, M. do S. P. de (2010). **MANUAL DE CURADORES DE GERMOPLASMA-VEGETAL**: caracterização morfológica. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Documentos, 312; Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 378). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/913190>>. Acesso em: 22 jan. 2025.
- BUSTAMANTE, M. A. C. A Fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: vantagens e desafios. **Revista Econômica do Nordeste**, n. 1, v. 40, 20 p., 2009.
- CARVALHO JÚNIOR, J. E. V. **Caracterização e Diversidade Genética em acessos de mangueira da variedade Rosa do Banco Ativo de 26 Germoplasma da Embrapa Meio-Norte**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Teresina. 81p. 2015.
- CARVALHO, P. C. L.; FILHO, W. S. S.; RITZINGER, R.; CARVALHO, J. A. B. S. Conservação de Germoplasma de Fruteiras Tropicais com a Participação do Agricultor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 277-281, 2002.
- CHAVES, J. H.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L.; PEZZOPANE, J. E. M.; POLLI, H. Q. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p. 333-341, 2004.
- CLIMATE-DATA. (2024). **Climate Mossoró-RN**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte/mossoro-4448/>>. Acesso em: 24 jan. 2025.

COSTA, M. A. P. C.; SOUZA, F. V. D.; LUNA, J. V. U.; CASTELLEN, M. S.; ALMEIDA, W. A. B.; SILVA, S. A.; DANTAS, A. C. V. L. Conservação de Fruteiras Potenciais para o Nordeste Brasileiro. **Tópicos em Ciências Agrárias**, v. 1, UFRB, 2009.

CRUZ, E. S. da; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S. Avaliação do florescimento de acessos de umbu-cajazeira. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA DO RECÔNCAVO DA BAHIA, 3.; SEMINÁRIO ESTUDANTIL DE PESQUISA DA UFRB, 3.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFRB, 3., 2009, Cruz das Almas. Evolução do conhecimento e o desenvolvimento social. **Anais...** Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009. 1 CD-ROM.

FALCÃO, H. M.; et al. Phenotypic plasticity and ecophysiological strategies in a tropical dry forest chronosequence: A study case with *Poincianella pyramidalis*. **Forest Ecology and Management**, v. 340, p. 62–69, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Acomputer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEIREDO, K. V.; et al. Changes in leaf epicuticular wax, gas exchange and biochemistry metabolism between *Jatropha mollissima* and *Jatropha curcas* under 56 semi-arid conditions. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 37, n. 6, p. 108, 14 maio 2015.

GAO, J.; ZHAO, P.; SHEN, W.; NIU, J.; ZHU, L.; NI, G. Agricultural and Forest meteorology biophysical limits to responses of water flux to vapor pressure deficit in seven tree species with contrasting land use regimes. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 200, p.258-269, 2015.

GUSMÃO, L. L.; NETO, J. A. M. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de mandioca nas condições edafoclimáticas de São Luís, MA. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v. 15, n. 2, 2008.

GUTSCHICK, V. P. Biotic and abiotic consequences of differences in leaf structure. **New Phytologist**, v. 143, p. 318, 1999.

GUZMÁN, L. C.; BAKKER, Y. V.; RODRIGUES, A. C. Convergência de Atributos Funcionais e Plasticidade Fenotípica entre diferentes Fitofisionomias dos Cerrados. **Ecologia**, São Paulo: UNICAMP, p. 111–124, 2013.

JARAMILLO, S.; BAENA, M. **Conservación Ex Situ de Recursos Fitogenéticos**. Roma: IPGRI, 2000. 209p.

KUNSTLER, G. et al. Plant functional traits have globally consistent effects on competition. **Nature**, v. 529, n. 7585, p. 204–207, 2016.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo: Rima. 2006. 504.

LIMA, A. T. B., SOUZA, V. A. B. de; GOMES, R. L. F.; LIMA, P. S. C. Molecular characterization of cajá *Spondias mombin* (Anacardiaceae) by RAPD markers. **Genetics and Molecular Research**, v.10, p. 2893-2904, 2011.

LIRA JÚNIOR, J. S. L.; Variabilidade entre genótipos de um banco de germoplasma de cajá-umbuzeiro (*Spondias* spp.) na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.3, n.2, p.116-120, abr.-jun., 2008 Recife, PE, UFRPE.

LOPES, M. A. P. et al. Caracterização de acessos de pimenta cumari distribuição natural para ns de melhoramento genético. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 8, n. 4, p. 105-115, dez. 2016.

LOPES, W.F. **Propagação assexuada de cajá (*Spondias mombin* L.) e cajá-umbu (*Spondias spp*) através de estacas**. Areia, 1997. 47p. (Relatório final PIBIC - CNPq)

MACHADO, C. F. et al. (2015). **Banco ativo de germoplasma de *Spondias* da EMBRAPA**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: CERES, 2006. 631p.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa vai lançar plano para aumentar exportações de frutas**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-vai-lancar-plano-para-aumentar-exportacoes-de-frutas>> Acesso em: 14 de fevereiro de 2018.

MARCANTE, et al. Determinação da matéria seca e teores de macronutrientes em folhas de frutíferas usando diferentes métodos de secagem. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, 2010.

MARTINS, S. T.; MELO, B. **Umbu-cajá (*Spondias sp.*)**. Toda Fruta. 2006. Disponível em:< https://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=11041>. Acesso em: 07 mar. de 2025.

MC DERMIT, D. K. Sources of error in the estimation of stomatal conductance and transpiration from porometer data. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.12, p.1538-48, 1990.

MOLLA, R., et al. Screening and Assessment of Selected Chilli (*Capsicum annum* L.) Genotypes for Drought Tolerance at Seedling Stage. **Phyton**, v. 90, n. 5, p. 1425 - 1443, 2021.

MORORÓ, R. C. Como montar uma pequena fábrica de polpas de frutas. 2. ed. Viçosa, MG: **Centro de Produções Técnicas**, 2000. 84 p.

NODA, H.; MURAOKA, H.; WASHITANI, I. Morphological and physiological acclimation responses to contrasting light and water regimes in *Primula sieboldii*. **Ecological Research**, v. 19, p. 331-340, 2004.

NUNES, A. M.; FACHINELLO, J. C.; RADMONN, E. B.; BIANCHINI, V. J.; SCHWARTZ, E. Caracteres morfológicos e físico-químicos de butiazeiros (*Butia capitata*) na região de Pelotas, Brasil. **Interciência**, v. 35, n. 7, p. 500-505, 2010.

OLIVEIRA, A. V. M.; SOUSA, A. M.; ROLIM, P. M. Potencialidades do umbu (*Spondias tuberosa* Arr.) e cajá (*Spondias mombin* L.): evidências para promoção da biodiversidade alimentar. **Nutr. Bras.**, v. 23, n. 2, p. 888 - 911. 2024.

OLIVEIRA, M. do S. P.; PINHEIRO, T. M. dos S.; FIALA, M. A. (2019). **Práticas para renovação do banco de germoplasma de espécie do gênero euterpe (açazeiros)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. p. 10. (Comunicado Técnico, 315). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infote%20ca/bitstream/doc/1113458/1/ComTec315.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2025.

PÁDUA, J. G., et al. Conservação in situ e manejo on farm de recursos genéticos vegetais para a alimentação e a agricultura. In: Abreu, A. G., Pádua, J. G., Barbieri, R. L.(Org). **Conservação e uso de recursos genéticos vegetais para a alimentação e a agricultura no Brasil**. Eds. (Brasília: EMBRAPA), 2022. p. 13-40.

PÁDUA, J. G.; FERREIRA, F. R. Bancos de Germoplasma de Espécies Frutíferas. **Toda Fruta**, 5 p., 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242745912_BANCOS_DE_GERMOPLASMA_DE_ESPECIES_FRUTIFERAS>. Acesso em: 01 de fev. de 2025.

PAULILO, M.T.S. et al. **Fisiologia Vegetal**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. 182p.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. **Seropédica**, RJ Edur, 2004. 191p.

PINTO, A. C. Q. et al. Melhoramento genético. In: Genú, P. J. C.; Pinto, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 51-92.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. v. 2, Lavras: Editora UFLA, 2008, p. 464.

RISTIC, Z.; JENKS, M. A. Leaf cuticle and water loss in maize lines differing in dehydration avoidance. **Journal of Plant Physiology**, v. 159, n. 6, p. 645–651, 1 jan. 2002.

RITSCHER, P. S.; TOMAZELLI, L. C. HUAMÁN, Z. **Caracterização morfológica do germoplasma de batata-doce mantido na EPAGRI**. Embrapa Hortaliças- outras publicações técnicas (INFOTECA-E). 1998.

SABOURI, H. et al. Image processing and prediction of leaf area in cereals: A comparison of artificial neural networks, an adaptive neuro-fuzzy inference system, and regression methods. **Crop Science**, v. 61, n.2, p.1013-1029, 2021.

SANTANA, I. B. B. **Divergência genética entre acessos de umbu-cajazeira mediante análise multivariada utilizando marcadores morfoagronômicos e moleculares**. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

SANTOS, J. A. N. dos; BRAINER, M. S. de C. P; CARNEIRO, W. M. A. As agroindústrias de frutas e hortaliças no Nordeste e o suprimento de matérias-primas e embalagens. **BNB Conjuntura Econômica**, n. 18, p. 5-8, 2008.

SANTOS, R.I.N.; CASTRO, G.L.S.; TEIXEIRA, G.I.S.; SILVESTRE, W.V.D.; SILVA, G.B.; PINHEIRO, H.A. Leaflet gas exchange and chlorophyll fluorescence evidence the sensitivity of young açai palms to progressive drought. **Acta Physiologiae Plantarum**, Heildeberg, v.44, p.31, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11738-022-03362-1>

SCALON, M. C.; FRANCO, A. Influência dos fatores ambientais na área foliar específica de espécies lenhosas do cerrado. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, Minas Gerais. **Anais:...** Caxambu: SEB - Mina Gerais, 2007. p. 1–2.

SILVA, L. C.; BELTERÃO, N. E. M.; AMORIM NETO, M. D. (2000). **Análise do Crescimento de Comunidades Vegetais**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão. p. 18.

(Circular Técnica, 34). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/271624/1/CIRTEC34.PDF>>. Acesso em 25 fev. 2025.

SILVEIRA, R. D. D.; PANTALIÃO, G. F., BRONDANI, C. Estudos genômicos de tolerância à seca em arroz: uma breve revisão. **Multi-Science Journal**, Urutaí, GO, v. 1, n.1, p.62-69, 2015.

SOARES FILHO, W. dos S.; RITZINGER, R. Pré-melhoramento genético de fruteiras nativas: caso da umbu-cajazeira na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. In: LOPES, M. A. et al. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. p. 126-128

SOUSA, I. J. O. ARAÚJO, S.: NEGREIROS, P. S.; FRANÇA, A. R. S.; ROSA, G. NEGREIROS, F. S. GONÇALVES, R. L. G. A Diversidade da Flora Brasileira Desenvolvimento de Recursos de Saúde. **Revista UNINGÁ**, v. 31, n. 1, p. 35-39, 2017.

SOUZA, F. X. de.; COSTA, J. T. A.; LIMA, R. N. de; CRISOSTOMO, J. R. Crescimento e desenvolvimento de clones de cajazeira cultivados na chapada do Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 414-420, 2006.

SOUZA, F. X.; PORTO FILHO, F. Q.; MENDES, N. V. B. **UMBU-CAJAZEIRA**: Descrição e técnicas de cultivo. Mossoró-RN: EdUFERSA, 2020. 103 p.

SOUZA, F.X. **Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT/SEBRAE/CE, 1998. 28p. (Documento, 27).

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. A.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. Fotossíntese em Eucalyptus sob diferentes condições edafoclimáticas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 336-345, 2015.

VALOIS, A.C.C.; SALOMÃO, A.N; ALLEM, A.C. **Glossário de recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 62 p.

VIDAL, M. F. Comportamento Recente da Fruticultura na Área de Atuação do BNB. **Caderno Setorial ETENE**, v. 2, n. 15, 13 p., 2017.

VIEIRA, E. A. et al. **Variabilidade genética do banco ativo de germoplasma de mandioca Cerrado acessada por meio de descritores morfológicos**. Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2007.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. Fundamentos para Coleta de Germoplasma Vegetal. Brasília: **Embrapa Recursos e Biotecnologia**, 778 p., 2005.

YAMAMOTO, E. L. M. **Caracterização morfológica de frutos e genética de indivíduos de umbu-cajazeira no semiárido potiguar**. 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia/Melhoramento Genético) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, 2014.