

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

AMANDA FERREIRA SILVA

**REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O GÊNERO SPONDIAS DIVERSIDADE,
CULTIVO E POTENCIAL AGRONÔMICO**

**RIO LARGO
2024**

AMANDA FERREIRA SILVA

**REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O GÊNERO SPONDIAS DIVERSIDADE,
CULTIVO E POTENCIAL AGRONÔMICO**

Trabalho de conclusão de curso - TCC apresentado ao corpo docente do curso de Agronomia do Campus de engenharias e ciências agrárias da Universidade Federal de Alagoas - CECA/UFAL, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr Reinaldo Alencar
Paes

**RIO LARGO
2024**

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

S586r Silva, Amanda Ferreira.

Revisão de literatura sobre o gênero *spondias* diversidade, cultivo e potencial agrônomo / Amanda Ferreira Silva. – 2025.

54 f.: il.

Orientador(a): Reinaldo Alencar Paes.

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

Inclui bibliografia

1. *Spondias*. 2. Biodiversidade. 3. Adaptação ao semiárido. 4. Uso Sustentável. 5. Segurança alimentar. 6. Melhoramento genético. I. Título.

CDU: 631.531

Folha de Aprovação

AMANDA FERREIRA SILVA

REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O GÊNERO SPONDIAS DIVERSIDADE, CULTIVO E POTENCIAL AGRONÔMICO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia, do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma, aprovada em 27 de novembro de 2024.

Banca examinadora:

Dr. Reinaldo Alencar Paes – UFAL/CECA
(Prof. orientador)

Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima – UFAL/CECA
2º Examinador

Prof. Dr. José Teodorico de Araújo filho – UFAL/CECA
3º Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, Valdeci Maria Ferreira Silva, e ao meu companheiro, Matheus Feitosa Czarny, por todo o incentivo, conselhos, amor e educação que me proporcionaram ao longo de toda a minha vida e jornada acadêmica. Sem o suporte e a confiança de vocês, essa jornada não teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me proporcionar força, sabedoria e a habilidade de alcançar este objetivo, iluminando cada etapa desta jornada.

Agradeço à minha família, minha mãe, Valdeci Maria Ferreira Silva; aos meus irmãos, Vanessa Ferreira Silva, Maria Alice Ferreira Silva e Daniel Ferreira Silva; a minha prima, Edvânia Barbosa Ferreira, e a minha madrinha, Vandete Maria Barbosa Ferreira, pelo suporte, amor e apoio incondicional desde o início desta trajetória.

Agradeço ao meu companheiro, Matheus Feitosa Czarny, por todo amor, incentivo, apoio e confiança depositados em mim durante esses 5 anos, nunca me deixando desanimar e desistir, só redijo essas linhas graças a você, muito obrigada por tudo.

Sou grata aos meus amigos Ana Caroline Oliveira, Cleiton Andrade e Nathally Silva pelas vivências compartilhadas durante as aulas e no cotidiano. Sempre estiveram comigo, compartilhando momentos, obstáculos e vitórias, construindo assim uma amizade inabalável que levarei para toda a minha vida.

Agradeço aos meus mentores, Dra. Tâmara Cláudia de Araújo Gomes e Dr. Reinaldo Alencar Paes, pelo conhecimento adquirido durante o tempo em que estive sob sua orientação. Os seus conselhos foram valiosos e tiveram um impacto significativo no meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Finalmente, gostaria de expressar minha gratidão a todos os docentes do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, pelos conhecimentos compartilhados durante minha trajetória acadêmica. O comprometimento de vocês com a educação foi essencial para o meu desenvolvimento.

RESUMO

O gênero *Spondias*, pertencente à família Anacardiaceae, é composto por cerca de 18 espécies amplamente distribuídas nas regiões tropicais do mundo, especialmente nas Américas, África e Ásia. No Brasil, esse gênero possui grande relevância ecológica, econômica e sociocultural, com destaque para espécies como o umbu (*Spondias tuberosa*), o cajá (*Spondias mombin*), a ciriguela (*Spondias purpurea*), o cajá-manga (*Spondias dulcis*) e o cajá-da-Índia (*Spondias pinnata*). Este trabalho teve como objetivo analisar, de forma abrangente, os aspectos botânicos, morfológicos, ecológicos, genéticos, agrônômicos e socioeconômicos dessas espécies, com ênfase em sua distribuição geográfica, adaptações ambientais, usos tradicionais e potenciais de aproveitamento em sistemas agrícolas sustentáveis, especialmente no contexto do semiárido brasileiro. Foram abordadas a taxonomia complexa do gênero, marcada pela ocorrência de híbridos naturais e variabilidade morfológica, e as estratégias de propagação, cultivo e manejo, que ainda apresentam desafios técnicos, como baixa germinação e enraizamento de estacas. Destacou-se também o potencial medicinal das espécies, devido à presença de compostos bioativos com ação antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana. Do ponto de vista socioeconômico, as espécies de *Spondias* desempenham papel fundamental na agricultura familiar, na segurança alimentar e na geração de renda, sendo utilizadas tanto no consumo in natura quanto na agroindustrialização de polpas, doces e sucos. Além disso, foram discutidos avanços recentes em estudos moleculares e de melhoramento genético, que vêm contribuindo para a compreensão das relações filogenéticas entre espécies e para o desenvolvimento de cultivares mais produtivos e adaptados às condições adversas. Conclui-se que o gênero *Spondias* possui elevado potencial para o desenvolvimento sustentável, conservação da biodiversidade e fortalecimento da economia de comunidades rurais. Sua valorização requer ações integradas entre pesquisa científica, políticas públicas e práticas agroecológicas que garantam o uso racional e a preservação dos recursos genéticos disponíveis.

Palavras-chave: *Spondias*, biodiversidade, adaptação ao semiárido, uso sustentável, segurança alimentar, melhoramento genético.

ABSTRACT

The genus *Spondias*, from the Anacardiaceae family, comprises approximately 18 species widely distributed across tropical regions of the Americas, Africa, and Asia. In Brazil, it holds significant ecological, economic, and sociocultural value, particularly through species such as *Spondias tuberosa* (umbu), *Spondias mombin* (cajá), *Spondias purpurea* (ciriguela), *Spondias dulcis* (cajá-manga), and *Spondias pinnata* (Indian hog plum). This study aims to provide a comprehensive analysis of the botanical, morphological, ecological, genetic, agronomic, and socioeconomic characteristics of these species, with emphasis on their geographical distribution, environmental adaptations, traditional uses, and potential for sustainable agricultural development, especially within Brazil's semiarid regions. The study explores the complex taxonomy of the genus, marked by natural hybrids and morphological variability, and examines propagation and cultivation practices that still present technical challenges, such as low germination rates and difficulties in rooting cuttings. The medicinal potential of *Spondias* species is also highlighted due to the presence of bioactive compounds with antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties. Socioeconomically, these species play a crucial role in family farming, food security, and income generation, being widely used both for fresh consumption and for agroindustrial purposes, including juice, pulp, sweets, and preserves. Furthermore, recent advances in molecular and genetic improvement studies have contributed to a better understanding of phylogenetic relationships within the genus and have supported the development of more productive cultivars adapted to adverse conditions. It is concluded that *Spondias* species possess high potential for sustainable development, biodiversity conservation, and the strengthening of rural economies. Their long-term preservation and sustainable use depend on integrated actions involving scientific research, public policies, and agroecological practices that ensure the conservation of their genetic resources and socioeconomic value.

Keywords: *Spondias*, biodiversity, semiarid adaptation, sustainable use, food security, genetic improvement.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Endocarpos de cajá com a parte proximal voltada para baixo e plântulas germinando na extremidade distal..... 17
.....
- Figura 2.** Mudanças obtidas a partir de estacas de raiz de cajazeira (*Spondias mombin* L.) que apresentam brotações e raízes em fase de desenvolvimento..... 18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	HISTÓRICO, DISTRIBUIÇÃO E ASPECTOS BOTÂNICOS.....	14
2.1	Origem, Taxonomia e Evolução do gênero.....	14
2.2	Distribuição das espécies de <i>Spondias</i>	15
3	ASPECTOS BOTÂNICOS E ECOLÓGICOS DO GÊNERO SPONDIAS.....	17
3.1	Características botânicas e morfológicas.....	17
3.2	Aspectos de qualidade do fruto.....	18
3.3	Aspectos Ecológicos.....	19
4	DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DO GÊNERO SPONDIAS.....	19
4.1	<i>Spondias mombin</i> (cajazeira – cajá).....	20
4.2	<i>Spondias purpurea</i> (ciriguela ou seriguela).....	21
4.3	<i>Spondias tuberosa</i> (umbu).....	23
4.4	<i>Spondias dulcis</i> (cajá-manga).....	25
4.5	<i>Spondias pinnata</i> (L. f.) Kurz (Cajá-da-Índia).....	26
5	CULTIVO E MANEJO AGRONÔMICO.....	27
5.1	Métodos de propagação.....	27
5.2	Práticas de manejo de solo e adubação em <i>Spondias</i>	29
5.3	Doenças e pragas comuns no cultivo de <i>Spondias</i>	30
6	USOS ECONÔMICOS E CULTURAIS.....	31
6.1.	Propriedades Medicinais e Farmacológicas do Gênero <i>Spondias</i> : Potencial Terapêutico e Aplicações Práticas.....	31
6.2.	Potencial econômico do gênero <i>Spondias</i>	32
7	MELHORAMENTO GENÉTICO E CRUZAMENTOS.....	33
7.1	Estudos sobre hibridização e melhoramento de características desejáveis.....	33
7.2.	Potencial de cruzamentos entre espécies para produção de novos cultivares de <i>Spondias</i>	34
8	CONCLUSÃO.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Spondias*, pertencente à família Anacardiaceae, compreende aproximadamente 18 espécies distribuídas amplamente pelas regiões tropicais das Américas, África e Ásia (SAMEH et al., 2018). No Brasil, esse gênero está representado por espécies nativas e exóticas, como *Spondias tuberosa* (umbu), *Spondias mombin* (cajá), *Spondias purpurea* (ciriguela), *Spondias dulcis* (cajá-manga) e *Spondias pinnata* (cajá-da-Índia), que apresentam grande relevância ecológica, econômica, alimentar e cultural (SILVA; BRITO; SANTOS, 2022).

Essas espécies são amplamente adaptadas a diferentes condições ambientais, ocupando desde florestas tropicais úmidas até ecossistemas semiáridos, como a Caatinga, onde o umbuzeiro se destaca por sua resistência à seca e papel fundamental na subsistência das populações locais (SANTOS et al., 2010). Os frutos das *Spondias* são comestíveis, aromáticos e nutritivos, amplamente consumidos in natura ou processados em sucos, polpas, doces, geleias e sorvetes, sendo ricos em vitamina C, fibras, compostos fenólicos e carotenoides (ASSIS et al., 2020; FERREIRA et al., 2021).

Além do uso alimentar, as espécies do gênero *Spondias* são utilizadas na medicina popular, com registros do uso de folhas, cascas e raízes para o tratamento de inflamações, distúrbios gastrointestinais e infecções (SILVA et al., 2014). A presença de metabólitos secundários como taninos, flavonoides, saponinas e fitoesteróis confere a essas plantas um importante potencial terapêutico, inclusive com efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e neuroprotetores (ZERAIK et al., 2016; SANTOS et al., 2019; RIBEIRO et al., 2022).

O gênero também tem relevância socioeconômica, especialmente em regiões como o semiárido nordestino. Espécies como o umbu e o cajá são amplamente cultivadas por pequenos agricultores e comercializadas em mercados locais e por meio de programas públicos como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), o que contribui para a segurança alimentar, geração de renda e fortalecimento da agricultura familiar (BRASIL, 2020; NASCIMENTO et al., 2015). Experiências cooperativistas, como a da COOPERCUC, têm promovido o beneficiamento agroindustrial dessas frutas,

ampliando seu valor agregado e inserção em mercados diferenciados (ALMEIDA et al., 2011).

Apesar do potencial, desafios como a baixa taxa de germinação, dificuldades na propagação vegetativa e limitações no manejo agrônomo ainda persistem (SOUZA, 1998). A variabilidade morfológica e a ocorrência de híbridos naturais tornam a taxonomia do gênero complexa e dificultam o desenvolvimento de cultivares mais produtivos (MACHADO et al., 2015). Nesse contexto, estudos moleculares e genéticos têm sido fundamentais para esclarecer as relações filogenéticas e auxiliar programas de melhoramento genético (NOBRE et al., 2018; SANTOS et al., 2019).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo reunir e analisar os principais conhecimentos sobre o gênero *Spondias*, abordando sua origem, distribuição, aspectos botânicos e ecológicos, métodos de propagação, práticas de cultivo, potenciais usos medicinais e econômicos, bem como os avanços nos estudos genéticos e estratégias de melhoramento. Ao valorizar essas espécies, pretende-se contribuir para a conservação da biodiversidade, o uso sustentável de recursos naturais e o desenvolvimento socioeconômico de comunidades em regiões tropicais, especialmente no semiárido brasileiro.

2 HISTÓRICO, DISTRIBUIÇÃO E ASPECTOS BOTÂNICOS

O gênero *Spondias* pertence à família Anacardiaceae e compreende cerca de 18 espécies distribuídas principalmente em regiões tropicais das Américas, África e Ásia (SAMEH et al., 2018). No Brasil, destaca-se a presença de espécies nativas como *Spondias tuberosa* Arruda, popularmente conhecida como umbu, *Spondias mombin* L., conhecida como cajá, e *Spondias purpurea* L., chamada de ciriguela, as quais possuem grande relevância ecológica, econômica e cultural (SILVA; BRITO; SANTOS, 2022).

2.1 Origem, Taxonomia e Evolução do gênero

O gênero *Spondias* L. está inserido na família Anacardiaceae, pertencente à ordem Sapindales, agrupando plantas lenhosas conhecidas pela diversidade de espécies frutíferas e pelo valor econômico e ecológico (SAMEH et al., 2018). A família Anacardiaceae caracteriza-se pela presença de folhas compostas, geralmente alternas, e frutos do tipo drupa, comuns no gênero *Spondias* (SILVA; BRITO; SANTOS, 2022).

Linnaeus estabeleceu o gênero *Spondias* em 1753, inicialmente composto por uma única espécie, *Spondias mombi* (cajá). Atualmente, o gênero *Spondias* compreende cerca de 18 espécies distribuídas em regiões tropicais da América, África e Ásia, sendo a América do Sul, especialmente o Brasil, um centro de diversidade para o gênero (CAVALCANTE, 2022). Das 18 espécies do gênero 7 são encontradas no Brasil, incluindo *Spondias mombim* L. (cajá), *Spondias lutea* L. (cajá ou taperebá), *Spondias cytherea* Sonn (cajá-manga), *Spondias venulosa* (cajá-mirim), *Spondias purpurea* L. (ciriguela), *Spondias tuberosa* Arr. (umbu) e *Spondias* sp. (umbu-cajá) (PIRES, 1990). Em 2015 a espécie conhecida como *Spondias bahiensis* (umbu-cajazeira), foi identificada na Bahia sua evolução envolveu a hibridização por aloploidia entre duas espécies do gênero (MACHADO; CARVALHO; VAN DEN BERG, 2015).

Do ponto de vista taxonômico, o gênero é subdividido em espécies com características específicas quanto ao porte, morfologia das folhas, flores e frutos, além da adaptação a diferentes ambientes (SILVA; BRITO; SANTOS, 2022). Entre as espécies mais estudadas destacam-se *Spondias tuberosa* Arruda, *Spondias*

mombin L. e *Spondias purpurea* L., que apresentam ampla distribuição e importância econômica no Brasil e em outros países tropicais (CAVALCANTE, 2022).

A taxonomia do gênero tem sido objeto de revisões frequentes, sobretudo em função da variabilidade morfológica das espécies e da ampla distribuição geográfica (SAMEH et al., 2018). A taxonomia do gênero *Spondias* ainda apresenta incertezas, principalmente devido à presença de supostos híbridos e espécies que exibem pouca diferenciação morfológica. Esses aspectos têm sido progressivamente investigados com o objetivo de elucidar a origem e as relações taxonômicas entre os membros do gênero (ALMEIDA et al., 2007; MACHADO et al., 2015; SILVA, 2015). Vários estudos têm relatado a ocorrência de espécies com características intermediárias em relação às descrições taxonômicas já existentes para o gênero, sugerindo a possível existência de híbridos naturais. Essas pesquisas buscam esclarecer a complexidade taxonômica envolvida e confirmar a ocorrência de hibridização em *Spondias* (MACHADO et al., 2015).

Estudos moleculares recentes vêm contribuindo para esclarecer as relações filogenéticas dentro do gênero, confirmando a monofilia de *Spondias* e auxiliando na resolução de conflitos taxonômicos decorrentes da variabilidade morfológica (SAMEH et al., 2018). Tais estudos indicam que as características genéticas, aliadas à análise morfológica, são fundamentais para uma classificação mais precisa e para o entendimento da evolução adaptativa das espécies. Assim, a taxonomia do gênero *Spondias* é fundamentada tanto em aspectos morfológicos tradicionais quanto em abordagens moleculares modernas, que juntas fornecem subsídios para o manejo, conservação e aproveitamento sustentável das espécies (SILVA; BRITO; SANTOS, 2022).

2.2 Distribuição das espécies de *Spondias*

O gênero *Spondias* apresenta ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais do globo, com maior concentração nas Américas Central e do Sul, além de ocorrência em partes da África e do Sudeste Asiático (SAMEH et al., 2018). As espécies desse gênero estão adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas, o que explica sua presença em uma variedade de ecossistemas, desde florestas tropicais úmidas até regiões semiáridas.

Na América do Sul, particularmente no Brasil, encontra-se a maior diversidade de espécies nativas do gênero, sendo este país considerado um centro

de dispersão e diversificação de *Spondias* (SILVA; BRITO; SANTOS, 2022). No Brasil, o gênero *Spondias* é composto por diversas espécies distribuídas principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Entre elas, destacam-se: *S. mombin* L. (cajazeira), *S. purpurea* L. (sirigueleira), *S. dulcis* Sonn. (cajaraneira), *S. tuberosa* Arruda (umbuzeiro), *S. venulosa* Mart. Ex Engl. (cajazinho) e *S. bahiensis* (umbu-cajá) (LIRA JÚNIOR (2005); SILVA et al. (2015); SOUZA et al. (2006)). As espécies *S. mombin* e *S. dulcis* são mais comuns em áreas costeiras, assim como *S. purpurea*, que também é cultivada com sucesso em perímetros irrigados devido à sua alta produtividade. Por outro lado, *S. tuberosa* se destaca como a espécie mais adaptada ao semiárido nordestino, enquanto o umbu-cajazeira (*S. bahiensis*) é reconhecido como um híbrido natural resultante do cruzamento entre *S. tuberosa* e *S. mombin* (GIACOMETTI, 1993; SILVA JÚNIOR et al., 2004). Entre as espécies brasileiras mais conhecidas, destacam-se:

- ***Spondias tuberosa* Arruda** – Conhecida como umbu, é endêmica do bioma Caatinga e apresenta alta tolerância à seca, adaptando-se ao solo pedregoso e pobre em nutrientes.
- ***Spondias mombin* L.** – Popularmente chamada de cajá, ocorre principalmente na região Norte e Nordeste do Brasil, sendo comum na floresta amazônica e em áreas de transição com o Cerrado e a Mata Atlântica.
- ***Spondias purpurea* L.** – Conhecida como ciriguela, é cultivada em diversas regiões tropicais e subtropicais, sendo comum em pomares domésticos e quintais do Nordeste.

Além do Brasil, outras espécies do gênero estão presentes no México, América Central, Caribe, Colômbia, Venezuela, Equador e Peru, onde desempenham papéis importantes na alimentação e na medicina popular (SAMEH et al., 2018). Algumas espécies, como *Spondias dulcis* Forst., originária da Indonésia e da Polinésia, foram introduzidas em várias regiões tropicais devido ao valor alimentar e ornamental, estando hoje naturalizadas em países como Brasil, Filipinas, Índia e Nigéria (CAVALCANTE, 2022).

A capacidade de adaptação das espécies de *Spondias* às condições tropicais favorece sua dispersão natural e também sua domesticação, principalmente por pequenos produtores e comunidades tradicionais que utilizam os frutos para alimentação e comercialização (SILVA; BRITO; SANTOS, 2022). A dispersão das sementes geralmente ocorre por zoocoria, sendo aves, morcegos e

mamíferos os principais vetores, contribuindo para a manutenção e expansão das populações silvestres.

Essa ampla distribuição geográfica, aliada à rusticidade e ao valor econômico das espécies, reforça a importância do gênero *Spondias* tanto para a conservação da biodiversidade como para o desenvolvimento sustentável de comunidades rurais em diferentes regiões tropicais do mundo.

3 ASPECTOS BOTÂNICOS E ECOLÓGICOS DO GÊNERO SPONDIAS

As espécies do gênero geralmente apresentam porte arbóreo ou arbustivo, alcançando entre 4 e 10 metros de altura. As folhas são compostas, imparipenadas, com folíolos ovais e bordas inteiras. As inflorescências são do tipo panícula, com flores pequenas, hermafroditas ou unissexuadas, de coloração esbranquiçada ou arroxeada. Os frutos são drupas carnosas, comestíveis, de sabor agridoce e amplamente utilizadas na alimentação humana, seja in natura ou em produtos processados (LORENZI, 2008; QUEIROZ et al., 2017).

3.1 Características botânicas e morfológicas

As espécies do gênero *Spondias* são árvores com altura variando de 2 a 35 metros, apresentando características similares na madeira entre as espécies. Os vasos são geralmente porosos ou semiporosos, com densidade que vai de 2 a 14 mm² e diâmetro de 121 a 357 µm. Esses vasos tendem a aparecer em grupos de 2 a 8, sendo arredondados ou levemente ovais. O parênquima axial é predominantemente vasicêntrico, podendo ser aliforme, e as fibras são libriformes e, em muitos casos, septadas. Além disso, há a presença de ductos de goma axial e radial e canais de resina (MITCHELL; DALY, 2015).

As folhas das *Spondias* são compostas, com folíolos dispostos de forma oposta, sub-oposta ou alternada. A raque não é alada, e as margens das folhas podem ser inteiras, crenadas ou serradas, com a base apresentando variações simétricas ou assimétricas (LUZ, 2012).

As flores apresentam cinco pétalas (pentâmeras) e possuem dialissépalas com uma abertura quincuncial. Os estames são mais longos que o pistilo em todos os estágios de desenvolvimento, com anteras ligadas aos filamentos. A seriguela possui anteras conectadas na base, enquanto o cajá apresenta a conexão no meio. O pistilo é composto por um estilo mais longo em relação ao ovário, e o tubo polínico se desenvolve em direção ao óvulo após a fecundação. As espécies neotropicais possuem estigmas capitados, e o óvulo é rodeado por múltiplas camadas de células (HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 1999; BACHELIER; ENDRESS, 2009).

Sobre a questão reprodutiva, a maioria das espécies de Spondias é monoica, com exceção da seriguela, que é dioica e apresenta dimorfismo sexual acentuado durante a floração. Para as espécies monoicas, a maturidade dos órgãos masculinos ocorre antes, com as anteras amadurecendo antes do gineceu, e durante o fechamento das flores, os pistilos se desenvolvem enquanto as anteras entram em senescência (MITCHELL; DALY, 2015).

Os frutos geralmente têm um mesocarpo comestível, e o endocarpo tende a ser fibroso. Estudos sugerem que os esclereídeos estão dispersos aleatoriamente no mesocarpo das Spondias, diferindo do padrão observado em outras subfamílias da Anacardiaceae (WANNAN; QUIN, 1990; MILLER; SCHAAL, 2005; MITCHELL et al., 2012).

O pólen dessas espécies pode apresentar formas esferoidais, prolatas ou tricolporadas, com descrições completas disponíveis para o cajá e a seriguela (MITCHELL; DALY, 2015).

A vasta variedade de nomes dados a essa planta está ligada à sua importante utilização na alimentação no Nordeste do Brasil. Esta espécie, classificada como xerófila, apresenta adaptações específicas para o ambiente semiárido, predominando no bioma Caatinga. No entanto, também é possível encontrá-la em regiões litorâneas pertencentes à Mata Atlântica, supondo que sua presença nesses locais seja consequência de introduções provocadas pelo cultivo intensivo (ARAÚJO et al., 2018; SOUZA; PORTO FILHO; MENDES, 2020).

3.2 Aspectos de qualidade do fruto

O peso médio dos frutos é crucial no setor de frutas frescas, já que frutos maiores e mais pesados costumam ser mais apelativos para os compradores. No entanto, a falta de uma norma específica sobre o tamanho dos frutos de cajá-umbu destinados à indústria de processamento resultou na implementação de critérios comparativos baseados no cajá, uma fruta do mesmo gênero e com atributos parecidos. Segundo Bosco, Aguiar Filho e Barros (1999), frutas que pesam mais de 15 g são categorizadas como grandes, as que pesam entre 12 e 15 g como médias, e as que pesam menos de 12 g são classificadas como pequenas. Adicionalmente, para a indústria, a diminuição do peso da semente é um elemento de qualidade significativo, uma vez que afeta diretamente o rendimento, que deve ser de, no mínimo, 40% (SOUZA JÚNIOR, 2016).

Durante o desenvolvimento, o crescimento do peso dos frutos está ligado ao acúmulo de fotoassimilados, açúcares e carboidratos, particularmente até a fase avançada de maturação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Lima (2010) observou em pesquisas com cajaranas irrigadas e de sequeiro que os pesos médios oscilaram entre 8,86 g e 13,99 g, com coeficientes de variação inferiores a 7%, conforme o regime hídrico.

A cor e a aparência dos frutos são características essenciais para a venda, sendo as primeiras características avaliadas pelos clientes. Por exemplo, a cor verde-amarela da casca do umbu sinaliza a fase de maturação e é um elemento visual relevante (SARAIVA et al., 2020). Ao longo da maturação, a quebra da clorofila diminui a predominância verde na casca e na polpa, dando origem a cores mais intensas que podem estar ligadas à atividade antioxidante dos compostos presentes (LIMA et al., 2002).

Outro parâmetro importante é o pH, especialmente para definir a durabilidade e a propensão ao surgimento de microrganismos e atividade enzimática. O umbu tem um pH ácido (2,45), enquanto os frutos maduros exibem níveis um pouco mais altos devido à diminuição da acidez durante o processo de amadurecimento (SANTOS et al., 2017). Esta redução está associada ao uso de ácidos orgânicos no metabolismo (SANTOS, 2018). Lima (2010) constatou que o umbu-cajá tinha pH inferior em comparação a outras frutas do mesmo grupo, ressaltando sua acidez peculiar.

3.3 Aspectos Ecológicos

Ecologicamente, as espécies do gênero *Spondias* mostram ampla adaptabilidade a diferentes condições ambientais. No Brasil, estão presentes em diversos biomas, como a Amazônia, a Mata Atlântica, o Cerrado e, especialmente, a Caatinga, onde algumas espécies, como *Spondias tuberosa*, são endêmicas e desempenham papel ecológico fundamental (LORENZI, 2008; QUEIROZ et al., 2017). As *Spondias tuberosa*, por exemplo, são endêmicas do bioma Caatinga e se destaca por sua resistência à seca, atribuída à presença de raízes tuberosas que armazenam água — estruturas conhecidas como xilopódios (SANTOS et al., 2010). Já a *Spondias mombin* ocorre principalmente em áreas de floresta tropical úmida, como a Amazônia e a Mata Atlântica, enquanto o *Spondias purpurea* é mais frequente em ambientes semiáridos e subtropicais (ALMEIDA et al., 2011).

Uma das principais características ecológicas do gênero é a capacidade de atuar como espécie pioneira em áreas degradadas ou em processo de regeneração natural. Isso se deve à facilidade de dispersão de suas sementes, principalmente por animais frugívoros, como aves, morcegos e mamíferos, que consomem os frutos e contribuem para a disseminação das plantas (ALMEIDA et al., 2011). Dessa forma, as espécies de *Spondias* integram ativamente os processos de sucessão ecológica e manutenção da biodiversidade local.

No caso do *umbu* (*Spondias tuberosa*), sua capacidade de sobreviver a longos períodos de estiagem está diretamente relacionada à presença de estruturas subterrâneas chamadas xilopódios, que armazenam água e nutrientes, permitindo a sobrevivência da planta durante a seca. Essa adaptação é crucial para a manutenção da vegetação na Caatinga, um dos biomas mais vulneráveis do Brasil (SANTOS et al., 2010).

Além disso, as espécies de *Spondias* apresentam importância para os serviços ecossistêmicos, como a formação de sombra, melhoria da qualidade do solo, controle de erosão e suporte à fauna nativa. Em áreas de agroecologia e sistemas agroflorestais, são valorizadas por sua rusticidade e potencial de integração com outras culturas. Essas espécies fornecem alimento para diversos animais, incluindo aves, mamíferos e insetos, contribuindo também para a regeneração natural da vegetação e servindo como recurso importante para sistemas agroflorestais (QUEIROZ et al., 2017).

4 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DO GÊNERO SPONDIAS

O gênero *Spondias* pertence à família Anacardiaceae e compreende cerca de 18 espécies reconhecidas. No Brasil, ao menos cinco espécies ocorrem naturalmente ou foram introduzidas, sendo as mais conhecidas *Spondias tuberosa* (umbu), *Spondias mombin* (cajá), *Spondias purpurea* (ciriguela ou seriguela), *Spondias dulcis* (cajá-manga) e *Spondias pinnata* (MITCHELL; DALY, 2015).

4.1 *Spondias mombin* (cajazeira – cajá)

A *Spondias mombin* L., ou cajazeira, é uma árvore frutífera bem conhecida por vários nomes, como cajá e taperebá. Ela pertence à família das Anacardiaceae e é nativa das áreas tropicais das Américas, predominando em ambientes de floresta tropical úmida e subúmida, como a Amazônia e a Mata Atlântica, e no Nordeste brasileiro (LORENZI, 2008; CAVALCANTE, 1991). É uma árvore de porte médio a grande, podendo atingir até 25 metros de altura, e possui grande relevância ecológica, econômica e cultural.

No Brasil, é bastante comum em diferentes regiões e pode chegar a uma altura entre 8 e 25 metros, com um tronco de casca grossa. Além do Brasil, a cajazeira é encontrada em outros países tropicais, como México, Peru, Venezuela, e algumas regiões da África, como Nigéria e Costa do Marfim. Nessas áreas, ela é importante não só para a economia, mas também para a cultura e a medicina tradicional (NJOKU; AKUMEFULA, 2007).

Botanicamente, o cajá apresenta folhas compostas, imparipenadas, com folíolos elípticos e margens inteiras. Suas flores são pequenas, esbranquiçadas, agrupadas em inflorescências do tipo panícula (LORENZI, 2008). O fruto é uma drupa ovalada, de coloração amarela quando madura, com polpa suculenta, aromática e sabor agridoce, muito apreciada para consumo in natura e em diversas preparações culinárias, como sucos, sorvetes e doces (ALMEIDA et al., 2011).

Ecologicamente, *Spondias mombin* ocorre principalmente em áreas de floresta tropical úmida e subúmida, como a Amazônia e a Mata Atlântica, preferindo solos bem drenados e exposição plena ao sol. A espécie exerce papel importante na alimentação de fauna silvestre, principalmente aves e mamíferos, que auxiliam na

dispersão das sementes. A dispersão das sementes do cajá ocorre principalmente por meio de animais frugívoros, como aves, morcegos e mamíferos, que consomem seus frutos e facilitam a propagação natural da espécie em diferentes habitats. Essa interação mutualística é fundamental para a regeneração natural e a sucessão ecológica nas áreas onde *Spondias mombin* ocorre (QUEIROZ et al., 2017).

Além disso, o cajá é uma espécie que prefere solos bem drenados e áreas com boa incidência solar, características típicas de florestas secundárias e bordas florestais, onde pode atuar como espécie pioneira ou secundária no processo de regeneração da vegetação (ALMEIDA et al., 2011). Sua capacidade de rápida colonização auxilia na recuperação de áreas degradadas, favorecendo a restauração ecológica.

Do ponto de vista da fauna, os frutos e a estrutura arbórea do cajá fornecem alimento e abrigo para diversas espécies, contribuindo para a diversidade e o equilíbrio dos ecossistemas tropicais. Esse suporte ecológico é especialmente importante em áreas fragmentadas, onde a manutenção das interações planta-animal é vital para a sustentabilidade dos habitats (QUEIROZ et al., 2017).

Spondias mombin, conhecido popularmente como cajá, apresenta grande relevância socioeconômica, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde é amplamente cultivado e comercializado. Seu fruto é valorizado tanto no consumo doméstico quanto na indústria de alimentos, sendo utilizado na produção de sucos, polpas congeladas, doces, compotas, sorvetes e licores (ALMEIDA et al., 2011). O cajá é cultivado comercialmente devido ao seu valor nutricional, que inclui altos teores de vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos com propriedades antioxidantes (FERREIRA et al., 2021). Esse perfil tem impulsionado a demanda pelo fruto tanto no mercado interno quanto em nichos de exportação, especialmente na forma de polpas congeladas.

Além do uso alimentício, partes da planta (folhas, cascas e raízes) também são empregadas na medicina tradicional popular, principalmente no tratamento de inflamações, diarreias e infecções urinárias, o que contribui para o uso integral da espécie e diversifica suas aplicações econômicas (SILVA et al., 2019). A cajazeira tem muitos usos, principalmente na medicina caseira. Por exemplo, o extrato das suas folhas é utilizado para fazer gargarejos que ajudam em inflamações da boca e da garganta. Também pode ser usado para tratar problemas de saúde como a prostatite. Além disso, a planta possui propriedades que ajudam a combater

bactérias e vírus, incluindo o herpes labial e outras infecções, como as aftas que afetam muitas crianças (LORENZI; MATOS, 2002).

A cadeia produtiva do cajá envolve principalmente pequenos produtores, comunidades rurais e cooperativas de agricultura familiar. Em diversas regiões, como o sertão nordestino e o interior amazônico, a coleta e o beneficiamento dos frutos representam uma fonte de renda complementar, incentivando práticas agroextrativistas sustentáveis e o fortalecimento da economia local (NASCIMENTO et al., 2015).

Devido à sua importância econômica e ecológica, o *Spondias mombin* tem sido foco de pesquisas voltadas ao melhoramento genético, manejo sustentável e desenvolvimento de produtos derivados, ampliando seu potencial para a indústria alimentícia e farmacêutica (ALMEIDA et al., 2011). Em contextos de políticas públicas, o cajá tem sido incluído em programas como o PAA (Programa de Aquisição de Alimentos) e o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar), incentivando sua produção local e promovendo a segurança alimentar e nutricional em escolas e comunidades (BRASIL, 2020).

4.2 *Spondias purpurea* (ciriguela ou seriguela)

A ciriguela (*Spondias purpurea* L.) é uma espécie nativa da América Central, com ocorrência registrada no México, Caribe e em diversas regiões da América do Sul. No Brasil, embora seja encontrada nas Regiões Sudeste, Norte e Nordeste, seu cultivo não é amplamente explorado em caráter comercial, sendo mais comum em pomares domésticos (DONADIO et al., 1998). Durante a expansão dessa espécie pelo continente sul-americano, ela adquiriu vários nomes populares, conforme as diferentes regiões onde se estabeleceu.

Aspectos Botânicos

A planta apresenta porte arbustivo ou arbóreo, atingindo de 3 a 8 metros de altura. Apresenta caule tortuoso, casca acinzentada e ramificação baixa. As folhas são compostas, alternas e imparipenadas, geralmente com 5 a 12 folíolos ovais, de margens inteiras e coloração verde-intensa. Durante o período seco, a planta pode apresentar perda total das folhas (decídua), uma estratégia adaptativa a ambientes de estiagem prolongada (ALMEIDA et al., 2011).

A floração ocorre geralmente no início da estação seca e é bastante ornamental. As flores são pequenas, com coloração rósea ou arroxeada, dispostas em inflorescências terminais do tipo panícula. A espécie apresenta flores unissexuadas, o que favorece a polinização cruzada, promovida principalmente por insetos (entomofilia), especialmente abelhas (QUEIROZ et al., 2017).

O fruto, que pode surgir de forma isolada ou em cachos, é uma drupa ovalada ou elipsoidal, com casca fina e lisa, de coloração amarela a avermelhada ao amadurecer. A polpa é suculenta, doce ou levemente ácida, exibindo uma coloração amarelada, envolvendo uma única semente dura (caroço lenhoso). A frutificação ocorre entre os meses de dezembro e março, variando conforme a região climática (REIS, ARRUDA; OLIVEIRA, 2007; LORENZI, 2008; ALMEIDA et al., 2011; FERREIRA et al., 2022).

A propagação natural ocorre por sementes, mas a espécie é frequentemente multiplicada por estaquia ou enxertia, técnicas que favorecem a manutenção de características genéticas desejáveis e o estabelecimento mais rápido da planta em cultivos comerciais (ALMEIDA et al., 2011).

Aspectos Ecológicos

Spondias purpurea é uma espécie rústica, tolerante à seca, com capacidade de adaptação a diferentes tipos de solos e climas, destacando-se especialmente em regiões de clima tropical semiárido. Naturalizada no Brasil, ocorre com frequência no Nordeste, em quintais rurais, pomares domésticos e áreas de agricultura familiar (ALMEIDA et al., 2011). Em ambientes semiáridos, a ciriguela tem sido considerada uma alternativa viável para o cultivo sustentável devido à sua resistência e capacidade de produção mesmo em solos pobres e com baixa disponibilidade hídrica.

Sua propagação ocorre majoritariamente por estaquia, embora também se reproduza por sementes. As flores e frutos atraem polinizadores e dispersores, como abelhas, pássaros e pequenos mamíferos, contribuindo para a diversidade biológica local (QUEIROZ et al., 2017).

Ecologicamente, trata-se de uma planta rústica, resistente à seca, que cresce bem em solos pobres e arenosos, sendo capaz de se desenvolver em ambientes de baixa fertilidade e com disponibilidade hídrica reduzida. Seu hábito decíduo (queda

das folhas na seca) é uma adaptação importante, pois reduz a perda de água por transpiração durante os períodos mais críticos do ano (LORENZI, 2008).

A espécie possui papel relevante na ecologia de paisagens rurais e periurbanas, oferecendo alimento para aves, abelhas, morcegos e pequenos mamíferos. Os frutos carnosos são consumidos por esses animais, que atuam como agentes de dispersão de sementes (zoocoria), favorecendo a regeneração natural da vegetação em áreas abertas ou degradadas (QUEIROZ et al., 2017).

Além da fauna, *Spondias purpurea* também contribui com serviços ecossistêmicos como sombreamento, proteção do solo contra erosão, ciclagem de nutrientes e manutenção da umidade superficial em ambientes áridos. Sua presença em agroecossistemas é valorizada tanto pelo seu valor alimentar quanto pela capacidade de integrar sistemas sustentáveis de produção, como quintais agroflorestais e sistemas agroecológicos (SILVA et al., 2021).

Apesar de ser uma espécie introduzida, sua naturalização ocorreu sem impactos ecológicos negativos aparentes, e ela passou a ocupar nichos ecológicos semelhantes aos de espécies nativas, complementando a biodiversidade local em paisagens agrícolas diversificadas.

Aspectos Socioeconômicos

O cultivo da seriguela representa uma importante fonte de renda para pequenos produtores, especialmente no Nordeste do Brasil. A espécie é cultivada em quintais produtivos, pequenos pomares e agroecossistemas, sendo uma fonte importante de alimento e renda para agricultores e comunidades locais. Seus frutos são consumidos in natura e também utilizados na produção de sucos, geleias, compotas, licores e doces regionais. A comercialização geralmente ocorre em feiras livres, mercados locais e programas de compras públicas, como o PAA e o PNAE), o que fortalece a economia regional e incentiva práticas produtivas sustentáveis (ALMEIDA et al., 2011; BRASIL, 2020).

Além do valor econômico direto, a seriguela contribui para a segurança alimentar das populações do semiárido, uma vez que é uma cultura de baixo custo de manejo, resistente à seca e adaptada a solos pobres. Por isso, é considerada estratégica para sistemas agroecológicos resilientes e sustentáveis (SILVA et al., 2021).

Do ponto de vista nutricional, a fruta é rica em açúcares naturais, fibras, vitamina C, além de apresentar compostos antioxidantes, o que a torna promissora também para o setor de alimentos funcionais e nutracêuticos. Esse potencial tem despertado o interesse da indústria de alimentos e pesquisadores na busca por aproveitamento integral do fruto e desenvolvimento de novos produtos (FERREIRA et al., 2022). Além disso, estudos etnofarmacológicos apontam o uso das folhas e da casca em práticas da medicina popular para o tratamento de problemas gastrointestinais, inflamações e febres, ampliando sua importância cultural e econômica nas comunidades tradicionais (SILVA et al., 2021).

4.3 *Spondias tuberosa* (umbu)

Spondias tuberosa Arruda, popularmente conhecida como umbu, é uma espécie nativa e endêmica da Caatinga brasileira, pertencente à família Anacardiaceae. É considerada uma planta símbolo do semiárido nordestino, onde desempenha um papel significativo para a subsistência das populações locais por sua capacidade de adaptação às condições climáticas adversas e por sua relevância ecológica, alimentar e socioeconômica (PRADO; GIBBS, 1993; LORENZI, 2008; ALMEIDA et al., 2011). O nome popular "umbu" vem do termo indígena "Y-mb-u", que significa "árvore que dá de beber", uma referência à capacidade da planta de sobreviver em condições áridas por meio de tubérculos radiculares chamados túberas, que armazenam água e nutrientes. Esse conhecimento sobre a adaptabilidade da espécie já era observado pelos povos indígenas que habitavam a região da Caatinga.

Aspectos Botânicos

O umbu é uma árvore de porte médio, que varia entre 4 e 7 metros de altura, com copa densa e baixa. É uma espécie perene, heliófila e decídua, caracterizada por sua morfologia única, especialmente no sistema radicular (LORENZI, 2008). O caule é tortuoso, de casca grossa, e a copa é ampla e densa, formando sombra significativa, o que favorece sua presença em sistemas agroflorestais. As folhas são compostas, alternas e imparipenadas, com 5 a 9 folíolos de margem inteira, medindo entre 3 e 6 cm de comprimento, com coloração verde brilhante na face superior (ALMEIDA et al., 2011).

As flores são pequenas, esbranquiçadas, dispostas em inflorescências paniculadas. A floração ocorre geralmente no período seco, entre setembro e novembro, e a frutificação se dá no início da estação chuvosa (dezembro a março). O fruto é uma drupa globosa, de casca fina e lisa, polpa suculenta e acidulada, aromática e sabor ácido-doce, contendo uma única semente lenhosa, bastante apreciada no consumo regional (LORENZI, 2008).

A propagação da espécie pode ocorrer por sementes, mas é comumente realizada por enxertia, visando manter as características genéticas de plantas selecionadas e acelerar o tempo de produção.

Aspectos Ecológicos

Adaptada ao clima semiárido, *Spondias tuberosa* ocorre em áreas de solo raso, pedregoso ou arenoso da Caatinga. Seu sistema subterrâneo permite que a planta se desenvolva mesmo com chuvas escassas, sendo considerada uma espécie estratégica em programas de restauração ecológica e conservação do bioma (QUEIROZ et al., 2017). O umbu fornece alimento para uma variedade de animais, incluindo aves e mamíferos frugívoros, que atuam na dispersão de suas sementes (SANTOS et al., 2010). Sua presença contribui para a estabilidade ecológica e a biodiversidade da vegetação nativa.

Durante a estação seca, quando as condições ambientais são mais adversas, com baixa umidade e alta temperatura, o umbuzeiro utiliza suas reservas de água e nutrientes das túberas para desenvolver botões florais, florescer e frutificar. Isso ocorre em períodos críticos para outras culturas agrícolas, como o milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus spp.*) e mandioca (*Manihot esculenta*), o que torna a *Spondias tuberosa* uma importante fonte de renda e alimento para as populações rurais do semiárido brasileiro (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2000).

A exploração do umbuzeiro é, em sua maioria, extrativista, o que pode levar a uma seleção genética desfavorável, pois os frutos de melhor qualidade são colhidos, enquanto aqueles com características inferiores permanecem na planta, perpetuando essas características na população. Além disso, a versatilidade do umbuzeiro é destacada pelos diversos usos da planta, que incluem a alimentação humana e animal, fabricação de produtos e usos medicinais (MAIA, 2004).

Além disso, o umbuzeiro é uma espécie pioneira, com grande importância na recuperação de áreas degradadas, pois sua copa fornece sombra, abriga a fauna

local e contribui para a melhoria das condições microclimáticas do solo, como temperatura e umidade. O sistema radicular ajuda na estabilização do solo e na prevenção da erosão, favorecendo o estabelecimento de outras espécies vegetais (LORENZI, 2008).

Aspectos Socioeconômicos

O umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma das frutas nativas mais representativas da Caatinga, desempenhando um papel essencial na economia das regiões semiáridas do Nordeste brasileiro. Sua importância socioeconômica se dá tanto pelo potencial produtivo quanto pelo valor cultural, histórico e nutricional que representa para as populações locais (ALMEIDA et al., 2011). Seus frutos são consumidos in natura ou processados em forma de sucos, doces, geleias, sorvetes e polpas congeladas, e também servem como complemento alimentar para caprinos e ovinos. movimentando cadeias produtivas locais e fortalecendo a economia de base familiar (ALMEIDA et al., 2011). A madeira é utilizada na fabricação de móveis, construção, lenha e carvão. A água das túberas, rica em vitamina C, é utilizada na medicina popular para tratar diarreias e verminoses. As folhas são empregadas em saladas ou como ração animal, e o óleo extraído do caroço pode ser usado na produção de margarina.

A espécie é amplamente cultivada em sistemas extrativistas, quintais produtivos e pomares agroecológicos, sendo uma fonte de subsistência e renda para milhares de agricultores familiares. O umbuzeiro se destaca por seu baixo custo de manejo, resistência à seca e capacidade de produção mesmo em solos de baixa fertilidade, o que o torna ideal para o contexto socioambiental do semiárido (SILVA et al., 2019).

Associações comunitárias e cooperativas, como a Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (COOPERCUC), têm papel fundamental na agroindustrialização do umbu, permitindo o acesso dos produtos a mercados institucionais, feiras orgânicas e exportação (BRASIL, 2020). Além do mercado tradicional, o umbu integra políticas públicas de apoio à agricultura familiar, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), que incentivam a produção sustentável e promovem segurança alimentar nas comunidades rurais (BRASIL, 2020).

Além disso, estudos apontam para o alto valor nutricional do fruto, que é rico em vitamina C, fibras, compostos fenólicos e antioxidantes, conferindo-lhe potencial para uso na alimentação funcional e na indústria de alimentos saudáveis. O umbuzeiro é uma planta muito importante para o semiárido, por causa de seu valor ecológico, econômico e cultural. Por isso, é preciso cuidar bem dela, usando práticas que ajudem a preservar e garantir o uso contínuo dos seus recursos (FERREIRA et al., 2022).

4.4 *Spondias dulcis* (cajá-manga)

Spondias dulcis Parkinson, conhecida popularmente como cajá-manga, é uma espécie frutífera da família Anacardiaceae, originária da região da Melanésia e amplamente cultivada nas zonas tropicais do mundo, inclusive no Brasil. A espécie foi introduzida no país e naturalizada em diversas regiões, principalmente no Nordeste e no Norte (LORENZI, 2008).

Aspectos Botânicos

Trata-se de uma árvore caducifólia, de médio a grande porte, podendo atingir até 20 metros de altura em condições ideais. O tronco é ereto e relativamente grosso, com casca pardo-acinzentada e rugosa. A copa é arredondada e densa, oferecendo sombra significativa, o que favorece seu uso em paisagismo e sombreamento rural (ALMEIDA et al., 2011).

As folhas são compostas, alternas e imparipenadas, com 9 a 25 folíolos elípticos ou ovais, de margens inteiras e coloração verde-brilhante. As inflorescências são do tipo panícula, terminais, com flores pequenas, de coloração branca a esverdeada. A espécie é monoica, com flores hermafroditas e masculinas na mesma planta, favorecendo a polinização cruzada, com a ajuda de insetos (entomofilia) (SILVA et al., 2020).

O fruto é uma drupa grande, ovalada ou elipsoidal, com casca fina, lisa e amarela quando madura. A polpa é espessa, aromática, de sabor acidulado a doce, altamente suculenta, envolvendo uma única semente lenhosa e fibrosa, o que dificulta a extração mecânica da polpa. A frutificação ocorre normalmente entre os meses de dezembro e março, dependendo da região (FERREIRA et al., 2022).

A propagação pode ocorrer por sementes, embora seja comum o uso de propagação vegetativa por estaquia ou enxertia, visando manter as características de cultivares selecionadas e uniformidade de produção.

Aspectos Ecológicos

Apesar de não ser nativa do Brasil, *Spondias dulcis* adapta-se bem a ambientes tropicais e subtropicais, especialmente em regiões com clima quente e úmido. A espécie se desenvolve melhor em climas quentes e úmidos, sendo comum em áreas com precipitação média anual entre 1.000 e 1.800 mm. Prefere solos bem drenados, profundos e com boa fertilidade, embora também se adapte a solos de média qualidade, desde que irrigados ou com boa disponibilidade de água (ALMEIDA et al., 2011). Sua rusticidade e facilidade de propagação vegetativa fazem da espécie uma opção viável para cultivos domésticos e em áreas urbanas (QUEIROZ et al., 2017).

Do ponto de vista ecológico, *Spondias dulcis* apresenta boa capacidade de resiliência, com crescimento rápido e alta capacidade de regeneração vegetativa, o que favorece sua integração em sistemas agroflorestais e paisagens humanizadas. Sua copa ampla contribui para a regulação microclimática, oferecendo sombreamento e contribuindo com a conservação da umidade do solo, além de auxiliar na ciclagem de nutrientes e redução da erosão superficial (SILVA et al., 2020).

Os frutos são consumidos por aves, morcegos e pequenos mamíferos, que contribuem com a dispersão zoocórica das sementes. Embora não se tenha registros de impactos ecológicos negativos diretos da espécie sobre a flora nativa, por ser exótica, recomenda-se seu uso preferencial em ambientes controlados e sistemas agrícolas, evitando a expansão em áreas de vegetação nativa preservada (QUEIROZ et al., 2017).

Por essas características, o cajá-manga é considerado um recurso útil para sistemas agroecológicos, arborização urbana e reflorestamento de áreas produtivas degradadas, desde que com planejamento adequado e uso racional.

Aspectos Socioeconômicos

O cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson), apesar de ser uma espécie exótica no Brasil, tem se destacado pelo seu potencial econômico nas regiões Norte,

Nordeste e Sudeste, tanto no cultivo doméstico quanto em sistemas de produção comercial. A árvore é amplamente cultivada em quintais produtivos, pomares familiares e pequenos agroecossistemas, sendo uma alternativa viável de geração de renda para agricultores familiares (ALMEIDA et al., 2011).

O fruto apresenta boa aceitação no mercado consumidor, graças ao seu sabor agridoce e alto rendimento de polpa. É comercializado in natura ou processado como polpa congelada, sucos, sorvetes, doces, geleias e licores, produtos amplamente consumidos em feiras livres, mercados regionais e redes de supermercados (SILVA et al., 2020). O processamento agrega valor e possibilita a comercialização durante todo o ano, além de favorecer a inserção da produção em programas públicos como o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar) e o PAA (Programa de Aquisição de Alimentos) (BRASIL, 2020).

O fruto do cajá-manga também é valorizado por suas qualidades nutricionais, sendo rico em vitamina C, fibras, açúcares naturais e compostos antioxidantes. Esses atributos aumentam sua atratividade no mercado de alimentos funcionais e naturais, com crescente demanda por produtos saudáveis (FERREIRA et al., 2022).

Além do impacto econômico direto, a árvore apresenta baixo custo de manutenção e alta produtividade, sendo adequada para cultivo em consórcio com outras culturas ou como elemento de sombreamento em sistemas agroflorestais. Seu uso tem contribuído para a diversificação produtiva e a segurança alimentar de comunidades rurais, especialmente em regiões de clima tropical úmido (SILVA et al., 2020).

Por sua adaptabilidade, valor comercial e potencial nutricional, o cajá-manga é considerado uma frutífera estratégica para a agricultura familiar tropical, tanto no Brasil quanto em outros países tropicais que vêm investindo em espécies não convencionais para o desenvolvimento rural sustentável.

4.5 *Spondias pinnata* (L. f.) Kurz (Cajá-da-Índia)

Spondias pinnata é uma espécie pertencente à família Anacardiaceae, originária da Ásia tropical, amplamente distribuída na Índia, Filipinas, Malásia, Indonésia e Sri Lanka. No Brasil, é considerada exótica, mas cultivada ocasionalmente como frutífera ornamental ou experimental (LORENZI, 2008).

Aspectos Botânicos

Trata-se de uma árvore de médio porte, que pode atingir de 10 a 20 metros de altura. Possui tronco ereto, com casca rugosa e fissurada, e copa ampla. As folhas são compostas, imparipenadas, com 7 a 11 folíolos lanceolados, de coloração verde intensa. As inflorescências são paniculadas, terminais, com flores pequenas, brancas a amareladas, de aroma leve (JACQUOT et al., 2016).

Os frutos são drupas elipsoidais ou ovais, com casca fina e lisa, variando do verde ao amarelo quando maduros. A polpa é succulenta, levemente ácida e aromática, envolvendo um caroço fibroso. A espécie se propaga principalmente por sementes, mas também admite propagação vegetativa por estacas (SINGH et al., 2021).

Aspectos Ecológicos

Spondias pinnata é uma espécie adaptável a regiões tropicais úmidas, crescendo bem em altitudes de até 1.000 metros, em solos profundos e bem drenados. Prefere temperaturas entre 20 °C e 30 °C e tolera moderada seca após o estabelecimento (JACQUOT et al., 2016).

Na Ásia, desempenha papel ecológico importante como espécie frutífera consumida por aves, morcegos e outros animais silvestres, que ajudam na dispersão de suas sementes. Apesar de ser uma espécie exótica no Brasil, não há registros de comportamento invasivo significativo, sendo ocasionalmente utilizada em pomares domésticos ou em pesquisas agroecológicas (SINGH et al., 2021).

Aspectos Socioeconômicos

Na Ásia, o cajá-da-índia possui ampla aplicação culinária e medicinal. Os frutos são consumidos crus ou em conservas, sucos, chutneys e molhos picantes. Em algumas regiões, as folhas jovens também são usadas como hortaliça ou condimento. Além disso, diversas partes da planta são utilizadas na medicina tradicional ayurvédica, com propriedades atribuídas a ação anti-inflamatória, digestiva e antioxidante (RAGHAVENDRA et al., 2020).

No Brasil, seu cultivo ainda é restrito, mas a espécie apresenta potencial para diversificação de pomares tropicais, especialmente na agricultura familiar, pela rusticidade, produção de sombra e possibilidade de aproveitamento multifuncional. Também se destaca pela atratividade paisagística e potencial uso em sistemas agroflorestais de baixa manutenção.

5 CULTIVO E MANEJO AGRONÔMICO

5.1 Métodos de propagação

Na propagação sexual das espécies de Spondias, o endocarpo, conhecido popularmente como "caroço", é utilizado como semente. Algumas espécies, como o cajá e a cajarana, apresentam mais de uma semente por endocarpo, enquanto outras, como o umbu, têm apenas uma semente, e em algumas situações, o umbu-cajá pode apresentar uma semente de forma rara. Já espécies como a seriguela e o umbuguela normalmente não possuem sementes no endocarpo (SOUZA, 1998).

Para o plantio, recomenda-se que a semeadura seja feita a uma profundidade de 3 cm, posicionando o endocarpo na vertical, com a parte proximal direcionada para baixo (Figura 1). Essa prática favorece o desenvolvimento adequado da planta e aumenta as chances de germinação e estabelecimento.

Figura 1. Endocarpos de cajá com a parte proximal voltada para baixo e plântulas germinando na extremidade distal.



Fonte: Souza (1998)

De acordo com Souza (1998), os ensaios de germinação mostraram dificuldades para algumas espécies de Spondias. No cajá, a germinação foi lenta e irregular, com apenas 28% de sucesso após 195 dias com tratamento de ácido sulfúrico. O umbu apresentou maior taxa de germinação (56,6%) em um substrato com esterco bovino, após 140 dias, enquanto a cajarana germinou 73% das

sementes em 50 dias, sendo que alguns endocarpos produziram várias sementes. A propagação por sementes é inviável para espécies como ciriguela e umbu-cajá, devido à escassez de sementes viáveis nos endocarpos.

As espécies de *Spondias*, como seriguela, umbuguela e umbu-cajá, são frequentemente propagadas por estacas grandes plantadas diretamente no solo. No entanto, esse método apresenta desafios, pois as estacas costumam emitir brotações sem enraizar. Esse problema também é observado em cajazeira, cajaraneira e umbuzeiro. A baixa taxa de enraizamento pode ser atribuída ao momento de coleta dos propágulos, que deve ocorrer ao final do período de dormência para melhores resultados (SOUZA, 1998).

Além disso, segundo os mesmos autores, a cajazeira e o umbuzeiro podem ser multiplicados por estacas de caule, enquanto a cajazeira também se reproduz por estacas de raiz, conforme evidenciado por ensaios preliminares e observações em campo (Figura 2). Tentativas de enraizar estacas de caule de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico (AIB) em concentrações de 100 e 200 ppm sob nebulização intermitente não foram bem-sucedidas, pois as estacas não apresentaram enraizamento.

Figura 2. Mudas obtidas a partir de estacas de raiz de cajazeira (*Spondias mombin* L.) que apresentam brotações e raízes em fase de desenvolvimento.



Fonte: Souza (1998)

5.2 Práticas de manejo de solo e adubação em *Spondias*

Em áreas onde ocorreu desmatamento, recomenda-se preparar o solo com aração e gradagem, para que a superfície fique uniforme. Para o plantio do umbuzeiro, o espaçamento sugerido é de 10m x 10m, resultando em 100 plantas por

hectare. As covas devem ser abertas com dimensões de 40 cm em cada lado e profundidade (EMBRAPA, 2007), sendo ideal que sejam preparadas 30 dias antes do plantio para permitir a adubação adequada.

Na adubação inicial, Gois et al. (2002) sugerem a aplicação de 110 kg/ha de P₂O₅. Já a Embrapa (2007) recomenda o uso de 250 g de superfosfato simples e 80 g de cloreto de potássio por cova, além da adição de 5 litros de húmus de minhoca ou 10 litros de esterco de curral bem curtido. Se o húmus não estiver disponível, pode-se substituir por 20 litros de esterco ou composto, juntamente com 0,5 kg de cinzas.

A suplementação com micronutrientes como zinco (Zn), boro (B) e manganês (Mn) pode ser benéfica, especialmente em solos arenosos ou degradados, comuns em áreas de cultivo do semiárido (FERREIRA et al., 2022).

Para manter a umidade e reduzir o crescimento de plantas indesejadas, é recomendado cobrir a superfície ao redor da cova com material vegetal e formar um coroamento para melhor retenção de água. O tutoramento das plantas jovens de *Spondias tuberosa* deve ser feito com estacas para garantir seu desenvolvimento adequado (ARAÚJO et al., 2000).

Embora espécies como o umbuzeiro (*S. tuberosa*) apresentem resistência à seca, o fornecimento suplementar de água durante períodos críticos (floração e frutificação) pode aumentar substancialmente a produção e o tamanho dos frutos. O uso de irrigação localizada (gotejamento) é recomendado em sistemas produtivos, por sua eficiência e economia de água (SANTOS et al., 2010).

5.3 Doenças e pragas comuns no cultivo de *Spondias*

Entre os insetos que afetam o umbuzeiro, destaca-se o cascudo (*Philoclaenia* sp.), cuja ocorrência está associada ao início das chuvas. Durante esse período, o aumento da temperatura e da umidade favorece o metabolismo das plantas, mas também intensifica o ataque do cascudo, resultando na queda de flores, folhas novas e frutos em desenvolvimento. Esse inseto danifica os ramos jovens, destruindo inflorescências e folhas recém-formadas, e, em alguns casos, provoca lesões na casca dos frutos, prejudicando a qualidade da produção (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 1999).

Outra praga significativa é o *Amblycerus dispar*, um besouro cuja larva se alimenta dentro das sementes do umbu, danificando o embrião e reduzindo

drasticamente a capacidade germinativa. Esse comportamento compromete a regeneração natural das plantas na Caatinga (CAVALCANTI ET AL., 2002).

Outros insetos também causam danos as *Spondias*. A cochonilha (*Pinnaspis* spp.) infesta ramos e frutos, formando colônias, enquanto o cupim (*Cryptotermes* spp.) escava galerias no caule, prejudicando o desenvolvimento da planta. A abelha irapuá (*Trigona spinipes*) danifica a casca e a polpa dos frutos semi-maduros, causando queda prematura e apodrecimento. Além disso, a mosca-branca (*Aleurodicus cocois*) se alimenta da seiva das folhas, levando à clorose e queda foliar, e diversas espécies de lagartas e besouros, como a lagarta-de-fogo (*Megalopyge lantana*), a vaquinha-patriota (*Diabrotica speciosa*) e o mané-magro (*Stipbra algabobae*), atacam as folhas, devorando-as (MENDES, 1990).

No que diz respeito às doenças, duas são notáveis: a verrugose, causada por *Elsinoe* sp., que gera lesões corticosas em folhas e frutos, e a septoriose, causada por *Septoria* sp., que provoca manchas necróticas nas folhas, resultando em desfolhamento. Além disso, fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Botryodiploidea*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Fusarium* e *Penicillium* foram detectados em sementes, com a aplicação de fungicida reduzindo a incidência (BRITO et al., 2008). Apesar da presença desses patógenos, não há muitos relatos sobre os prejuízos diretos à produção (NEVES; CARVALHO, 2005; BRITO et al., 2008).

6 USOS ECONÔMICOS E CULTURAIS

6.1 Propriedades Medicinais e Farmacológicas do Gênero *Spondias*: Potencial Terapêutico e Aplicações Práticas

Diversos estudos apontam para o uso medicinal das espécies de *Spondias* em diferentes regiões do mundo, onde são empregadas no tratamento de várias doenças (SILVA et al., 2014). Em algumas culturas, por exemplo, as folhas são utilizadas em banhos terapêuticos, e chás feitos com a casca da árvore são comuns no combate a resfriados e disenteria. Isso demonstra o potencial do gênero para enriquecer tanto a flora medicinal quanto a dieta de regiões tropicais secas (MITCHELL; DALY, 2015).

A eficácia farmacológica atribuída às espécies de *Spondias* é amplamente ligada à presença de compostos fenólicos, como taninos e flavonoides, principalmente encontrados nas folhas. Entretanto, outros metabólitos secundários, como vitamina C, saponinas, alcaloides, terpenos e carotenoides, também podem contribuir para suas propriedades medicinais (SILVA et al., 2014).

Pesquisas recentes descobriram que extratos das folhas e ramos de algumas espécies contêm taninos elágicos, que exibem ação contra bactérias gram-positivas e gram-negativas, além de atuarem contra o vírus do herpes simples e a herpes dolorosa (AJAO et al., 1985; CORTHOUT et al., 1994; MATOS, 1994). Inclusive, já existem produtos à base desses extratos disponíveis comercialmente em Fortaleza, CE, para o tratamento de herpes labial (SOUZA, 1998).

Além disso, compostos purificados de diferentes espécies do gênero foram testados em animais de laboratório, mostrando atividade antifúngica, antimicrobiana, anti-helmíntica, antiviral e até mesmo efeitos psicoativos (CORTHOUT et al., 1994; RODRIGUES; HASSE, 2000; AYOKA et al., 2006, 2008). Esses resultados reforçam o valor medicinal das espécies de *Spondias*, sugerindo potenciais aplicações terapêuticas.

Os trabalhos científicos têm destacado o fruto do umbuzeiro, juntamente com suas partes, como uma fonte abundante de compostos bioativos, tais como vitamina C, compostos fenólicos e carotenoides, que oferecem uma potente capacidade antioxidante (ASSIS et al., 2020). Compostos como o ácido gálico e o 4-metil-5-hidroximetil 3-O-β-D'Glucopiranosídeo ácido benzoico, presentes na polpa de *S. arruda*, são notáveis por sua atividade antioxidante e pela habilidade de bloquear a

enzima acetilcolinesterase, indicando um possível potencial terapêutico para o tratamento da doença de Alzheimer (ZERAİK et al., 2016). A rutina, encontrada na casca do fruto, apresenta características antioxidantes, anti-inflamatórias, anticancerígenas, cardiovasculares, além de ter propriedades antiobesidade e antidiabéticas (RIBEIRO et al., 2022). Foram detectados fitoesteróis como sitosterol e estigmasterol no óleo obtido das sementes de *S. arruda* (SANTOS et al., 2019).

6.2 Potencial econômico do gênero *Spondias*

O uso das espécies do gênero *Spondias* remonta a tempos antigos, com evidências encontradas no Vale de Tehuacán, no México, datando de pelo menos 6500 a.C. (SMITH, 1967). Dentro da América tropical, quatro espécies principais são destacadas pela sua relevância econômica: *S. dulcis*, *S. mombin*, *S. purpurea* e *S. tuberosa* (MITCHELL; DALY, 2015). No Brasil, essas espécies são especialmente valorizadas por suas frutas, que são utilizadas para preparar uma variedade de produtos, como sucos, doces, sorvetes e picolés, devido ao seu aroma agradável e sabor agridoce (LIRA JUNIOR, 2005).

As espécies brasileiras incluem cajazeira, sirigueleira, cajaraneira, umbuzeiro e umbu-cajá, e além de serem cultivadas em pomares domésticos, possuem grande potencial econômico, principalmente para as comunidades nordestinas. Os frutos podem ser consumidos in natura, vendidos em mercados locais, ou processados em polpas e outros produtos alimentícios (ALMEIDA et al., 2010; SANTOS; OLIVEIRA, 2008; SANTOS et al., 2010b; SILVA et al., 2014).

Do ponto de vista morfológico, todas as espécies do gênero possuem um mesocarpo comestível, sendo algumas mais apreciadas comercialmente (MITCHELL et al., 2012). O endocarpo tende a ser fibroso na maioria das espécies (MILLER; SCHAAL, 2005), o que confere características específicas para seu uso e processamento.

Na região semiárida do Nordeste, o cultivo das *Spondias* é uma prática comum em quintais e pequenos pomares, onde a planta é valorizada por seus diversos usos, como produção de madeira, lenha, alimentação, medicina caseira, e até mesmo para sombreamento e apicultura (MAIA, 2004). A possibilidade de cultivo em larga escala torna essas espécies uma alternativa viável tanto para consumo humano quanto para a alimentação de animais, especialmente caprinos e ovinos, que predominam na criação regional (ALBUQUERQUE et al., 2005; CAVALCANTI et

al., 2000).

O gênero *S. arruda*, considerado um alimento funcional (XAVIER et al., 2022), vem sendo utilizado no combate à desnutrição infantil (MENDES et al., 2024). Ademais, possui fitoquímicos com propriedades antioxidantes, que contribuem para a prevenção de enfermidades crônicas não contagiosas, como as cardiovasculares e neurodegenerativas (CANGUSSU et al., 2021). Adicionalmente, exibe atividades biológicas ligadas à quimioproteção contra processos de carcinogênese (ZERAIK et al., 2016). Em investigações, foram detectados fitoesteróis no óleo obtido das sementes de *S. arruda* (SANTOS et al., 2019). A importância socioeconômica dessa espécie é clara na Região Nordeste, que responde por 90% da produção do país (IBGE, 2023).

A processamento dos frutos em produtos de maior durabilidade é uma opção para o desenvolvimento territorial (LIMA; CASTRICINI, 2019), particularmente na região do Sertão do Rio São Francisco, na Bahia (LUCENA et al., 2024). No entanto, as comunidades localizadas em zonas endêmicas enfrentam obstáculos econômicos e necessitam de medidas voltadas para a preservação do meio ambiente e da cultura (RODRIGUES et al., 2024).

7 MELHORAMENTO GENÉTICO E CRUZAMENTOS

7.1 Estudos sobre hibridização e melhoramento de características desejáveis

A taxonomia do gênero *Spondias* é caracterizada por sua complexidade, especialmente quanto ao número de espécies que o compõem. Diferentes classificações taxonômicas já foram propostas, refletindo variações no número de espécies reconhecidas, uma vez que alguns biótipos identificados como espécies podem ter surgido a partir de hibridações entre espécies distintas. Portanto, estudos genéticos são essenciais para compreender a evolução dos genomas e estabelecer relações filogenéticas mais precisas (SILVA et al., 2015).

O gênero possui um número cromossômico de $2n = 32$, com cariótipos semelhantes entre as espécies. No entanto, os padrões de bandeamento cromossômico variam, sendo que as espécies mais derivadas, como *S. tuberosa* e *S. venulosa*, apresentam poucas bandas CMA+ (cromomicina A3, rica em CG), enquanto espécies consideradas mais primitivas, como *S. purpurea*, *S. mombin* e *S. dulcis*, possuem um número elevado dessas bandas (ALMEIDA et al., 2007).

Santos e Almeida (2019) realizaram o sequenciamento dos genomas plastidiais de *S. tuberosa*, *S. bahiensis* e *S. mombin*, que apresentaram tamanhos de 162.036, 162.218 e 162.302 pares de bases, respectivamente. A análise revelou 130 genes codificadores, incluindo de 34 a 35 tRNAs e quatro rRNAs, com alta conservação na ordem, conteúdo dos genes e nas regiões de repetição invertida (IRA e IRB), sugerindo uma baixa diversidade genética dentro do gênero.

Estudos moleculares iniciais com marcadores AFLP, conduzidos por Santos; Oliveira (2008), indicaram a presença de uma estrutura filogeográfica em populações de *S. tuberosa* na Caatinga. Balbino et al. (2019) corroboraram essa suposição ao reunir populações de *S. tuberosa* de todas as regiões do Nordeste. Eles dividiram essa espécie em dois grupos: o grupo A, composto por três regiões: CN (Sudoeste da Caatinga), CB (Norte do espinhaço) e MG (Sul do espinhaço). Eles chegaram à conclusão de que os genótipos do grupo A exibem maior similaridade genética e fluxo genético entre as populações do grupo, enquanto os genótipos do grupo B mostram um isolamento dessa espécie. Utilizando diversas técnicas, como análise de SNPs, avaliação de alelos ITS1 e ITS2, e filogenômica do cloroplasto. Nobre et al. (2018) esclareceram a origem do híbrido umbu-cajá (*S. bahiensis*),

fornecendo novas perspectivas sobre a hibridização no gênero.

Os primeiros genomas mitocondriais completos foram sequenciados para *S. tuberosa* e *S. mombin*, com tamanhos de 779.106 e 685.788 pares de bases, respectivamente, obtidos por montagem de novo e extensão de contigs. Comparações revelaram rearranjos estruturais significativos, mediados por sequências de DNA repetitivas e com alta incorporação de DNA do cloroplasto (MARTINS, 2019).

7.2. Potencial de cruzamentos entre espécies para produção de novos cultivares de *Spondias*

A hibridação é um processo que envolve a união de gametas com material genético distinto, resultando em indivíduos híbridos heterozigóticos em um ou mais *loci* (CARVALHO et al., 2016). Evidências científicas indicam que a hibridação ocorre naturalmente em espécies de *Spondias*, originando híbridos interespecíficos com características morfológicas compartilhadas pelas espécies parentais (MITCHELL; DALY, 1998).

Em estudos filogeográficos com *S. purpurea*, foi identificada a ocorrência de hibridação contínua entre essa espécie e *S. mombin* na região sul da Mesoamérica. Isso é evidenciado pela presença de alelos de cloroplasto e nuclear comuns em populações simpátricas de ambas as espécies (MILLER, 2008).

No Nordeste do Brasil, uma variedade de *Spondias* conhecida popularmente como "umbu-cajá" foi inicialmente considerada um híbrido de *S. mombin* com *S. tuberosa* (MITCHELL; DALY, 2015). Essa variedade é frequentemente encontrada em áreas alteradas pelo ser humano, como próximos a residências, e não em populações naturais. Embora a hipótese inicial de hibridização tenha sido contestada por estudos citogenéticos (ALMEIDA et al., 2007) e moleculares (SILVA et al., 2015; MACHADO et al., 2015), que indicaram uma separação filogenética entre as espécies parentais, pesquisas posteriores classificaram o umbu-cajá como uma nova espécie denominada *Spondias bahiensis* (MACHADO et al., 2015).

Entretanto, investigações mais recentes realizadas por Nobre et al. (2018) sugerem que *S. bahiensis* é, de fato, um híbrido, com *S. tuberosa* identificado como um dos progenitores, corroborado por análises de SNPs que demonstraram compartilhamento de alelos semelhantes ou idênticos.

Outra possível variedade híbrida, conhecida como "umbuguela", é relatada

como resultado da hibridação natural entre *S. tuberosa* e *S. purpurea*. Na região Amazônica, uma planta identificada localmente como "cajá-açú" é considerada um híbrido natural de *S. testudinis* e *S. mombin*, caracterizando-se pela sobreposição de características morfológicas dessas espécies, como folíolos com margem parcialmente dentada e frutos de formato oblongado (MITCHELL; DALY, 2015).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gênero *Spondias* representa um importante patrimônio botânico, ecológico e socioeconômico das regiões tropicais, especialmente do Brasil. As espécies estudadas — como *Spondias tuberosa*, *Spondias mombin*, *Spondias purpurea*, *Spondias dulcis* e *Spondias pinnata* — demonstram grande versatilidade quanto à adaptação ambiental, valor nutricional, potencial medicinal e relevância para a segurança alimentar e geração de renda em comunidades rurais.

A partir da análise dos aspectos botânicos, ecológicos e agronômicos dessas espécies, fica evidente a necessidade de se investir na conservação dos recursos genéticos do gênero, bem como no desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável e de incentivo à pesquisa científica, especialmente nos campos da taxonomia, melhoramento genético e biotecnologia. A identificação de híbridos naturais, como o umbu-cajá (*Spondias bahiensis*), reforça a complexidade evolutiva do grupo e revela oportunidades para o desenvolvimento de novos cultivares mais produtivos e adaptados às condições adversas do semiárido.

Do ponto de vista socioeconômico, o gênero *Spondias* já se mostra essencial para a agricultura familiar e o extrativismo sustentável, sendo valorizado em políticas públicas de alimentação escolar e programas de incentivo à produção local. Além disso, seu uso tradicional na medicina popular e o potencial terapêutico dos compostos bioativos presentes nas diferentes partes das plantas abrem caminhos promissores para aplicações na indústria farmacêutica e de alimentos funcionais.

Dessa forma, é fundamental que políticas públicas, instituições de pesquisa e organizações comunitárias unam esforços para ampliar o conhecimento sobre o gênero *Spondias*, promover sua valorização e garantir seu uso sustentável. Ao integrar ciência, tradição e inovação, essas espécies podem contribuir de forma efetiva para a conservação da biodiversidade, o combate à pobreza rural e o desenvolvimento sustentável das regiões tropicais e semiáridas.

REFERÊNCIAS

- AJAO, A. O.; SHONUKA, O.; FEMI-ONADEKO, B. Antibacterial effect of aqueous and alcohol extracts of *Spondia monbin* and *Áchornea cordifolia* - Two local antimicrobial remedies. **Int. J. Crude Drugres.**, v. 23, n. 2, p. 67-72, 1985.
- ALBUQUERQUE, U.P., ANDRADE, L.H.C., SILVA, A. C. O. Use of plant resources in a seasonal dry forest (northeastern Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, 1-16, 2005.
- ALMEIDA, C. C.; CARVALHO, P. C. L.; GUERRA, M. Karyotype differentiation among *Spondias* species and the putative hybrid Umbu-cajá (*Anacardiaceae*). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 155, n. 4, p. 541-547, 2007
- ALMEIDA, C. F. C. B. R. et al. A comparison of knowledge about medicinal plants for three rural communities in the semi-arid region of northeast of Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 127, p.674-684, 2010.
- ALMEIDA, S. P. et al. *Frutas nativas do cerrado: caracterização físico-química e potencial agroindustrial*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011.
- ARAUJO, F. P et. al. **Avaliação do índice de pegamento de enxertos de espécies de *Spondias* em plantas adultas de umbuzeiro**. Petrolina: EmbrapaCPATSA, p. 4, 2000.
- ARAÚJO, R. R. de.; SANTOS, E. D. dos.; FARIAS, D. B. dos S.; LEMOS, E. E. P. de.; ALVE, R. E. *Spondias bahiensis*: Umbu-cajá. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2018. p. 279-286. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-eecossistemas/fauna-e-flora/copy_of_LivroNordeste21122018.pdf.
- ASSIS, R. C. et al. Determination of water-soluble vitamins and carotenoids in Brazilian tropical fruits by high performance liquid chromatography. **Heliyon**, v. 6, n.

10, e05307, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05307>.

AYOKA, A. O. et al. Medicinal and economic value of *Spondias mombin*. **African Journal of Bomedical Research**, v. 11, p.129-136, 2008.

AYOKA, A. O. et al. Sedative, antiepileptic and antipsychotic effects of *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) in mice and rats. **Journal of Ethnopharmacology**, 103: p.166-175, 2006.

BACHELIER, J. B.; ENDRESS, P. K. Comparative floral morphology and anatomy of Anacardiaceae and Burseraceae (Sapindales), with a special focus on gynoeceum structure and evolution. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 159, n. 4, p. 499-571, 2009.

BALBINO, E.; MARTINS, G.; MORAIS, S.; ALMEIDA, C. Genome survey and development of 18 microsatellite markers to assess genetic diversity in *Spondias tuberosa* Arruda Câmara (Anacardiaceae) and cross-amplification in congeneric species. **Molecular biology reports**, v. 46, n. 3, p. 3511-3517, 2019.

BOSCO, J.; AGUIAR FILHO, S. P. D.; BARROS, R. V. **Banco ativo de germoplasma de cajá no Estado da Paraíba**. In: Workshop para curadores de banco de germoplasma de espécies frutíferas. Brasília: Embrapa-Cenargen. p. 80-85. 1999.

BRASIL. Ministério da Cidadania. *Programa de Aquisição de Alimentos (PAA): manual de orientação*. Brasília, DF: MC, 2020.

BRITO, N. M. de *et al.* Incidência de fungos em sementes de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) tratadas com diferentes concentrações de Captan. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UMBU, CAJÁ E ESPÉCIES AFINS, 1., 2008, Recife. **Anais...** . Recife: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 1 – 4, 2008.

CANGUSSU L. B. et al. Chemical Characterization and Bioaccessibility Assessment of Bioactive Compounds from Umbu (*Spondias tuberosa* A.) Fruit Peel and Pulp Flours. **Foods** [s.l.], v. 10, n. 11, p. 2597, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10112597>.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Semente**: Ciência tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CAVALCANTE, Fábio Emanuel Pachu. Atividade biológica de plantas do gênero *Spondias* (Anacardiaceae): uma revisão. 2022. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022. Disponível em:
<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/26433>.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 4. ed. Belém: Museu Emílio Goeld, 1991.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Ocorrência do cascudo (*Philoclaenia* sp)(Coleoptera: Scarabaeidae) no imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.Cam.) na região semi-árida do estado da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, p.1013-1015, out/dez 1999.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Processamento do fruto do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* A. Camara). **Ciências Agrotécnicas**. Lavras, v. 24, n.1, p.252-259, 2000.

CAVALCANTI, N.B., *et al.* Danos causados a semente do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) por *Amblycerus dispar* Sharp, 1885 (Coleoptera: Bruchidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...**Manaus: Inpa: Seb, p. 304 – 304, 2002.

CORTHOUT, J. L. et al. Antibacterial and molluscicidal phenolic acids from *Spondias mombin*. **Planta Medica**, v. 60, n.5, p. 460-463, 1994.

DONADIO, L. C. i FERREIRA, F.R. Mangueira. In: BRUCKNER, C. H. **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 351-372. 1998 (Ed.).

EMBRAPA. **Imbuzeiro: Valorize o que é seu**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 33 p.

FERREIRA, R. S. et al. Caracterização físico-química e perfil nutricional do cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.

44, 2022.

FERREIRA, R. S. et al. Efeito da adubação orgânica e mineral na produção de frutos de *Spondias tuberosa*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 44, 2022.

GIACOMETTL D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: **Anais do Simpósio Nacional de Recursos Genéticos de Fruteiras Nativas**. Cruz das Almas/BA. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF, p. 13-27, 1993.

GOIS, M. P. P.; MELO *et al.* **Influência da adubação fosfatada sobre o desenvolvimento inicial de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 27., 2002, Belem. Resumos...Belém: SBF, 2002.

HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, Alejandro; AVITIA-GARCÍA, E.; CASTILLO-GONZÁLEZ, A. M. Desarrollo floral en ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). **Revista Chapingo, ser. Horticultura**, v. 5, p. 49-53, 1999.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS)**. Rio de Janeiro: IBGE. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?edicao=18032>.

JACQUOT, M. et al. *Tropical Fruit Trees of Asia and the Pacific*. Bangkok: APAFRI/FAO, 2016.

LIMA, F. S. de. **Caracterização físico-química e bromatológica da polpa de *Spondias* sp (Cajarana do Sertão)**. 2010. 65f. (Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais) -Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, 2010.

LIMA, M. S. S. de. et al. Caracterização de frutos de genótipos selecionados de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Interciencia**, v. 40, n. 5, p. 311-316. 2015. Disponível em: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/10/311-c-LIMA6.pdf>.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. **Umbu-cajá (*Spondias* spp) aspectos de pós-colheita e processamento**. João Pessoa: Ed Universitária/Ideia, . 57p., 2002.

LIMA, M. A. C.; CASTRICINI, A. Qualidade e pós-colheita do umbu. **Embrapa Semiárido–Informe Agropecuário**, v. 40, n. 307, p. 80-90, 2019.

LIRA JÚNIOR, J. S. et al. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp.). **Ciências de tecnologia de alimentos**, v. 25, n. 4, p. 7157-761, 2005.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 5. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. v. 2.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil**. Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum, 2002.

LUCENA, C. A. et al. Análise do potencial de indicação geográfica (IG) para do CES e geleias de umbu do sertão do são Francisco. **Revista INGI**, v. 8, n. 1, p. 2.456-2474, 2024.

LUZ, C. L. S. **Anacardiaceae R. Br. na flora fanerogâmica do estado de São Paulo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MACHADO, M. C.; CARVALHO, P. C. L.; VAN DEN BERG, C.. Domestication, hybridization, speciation, and the origins of an economically important tree crop of *Spondias* (Anacardiaceae) from the Brazilian Caatinga dry forest. **Neodiversity**, v. 8, n. 1, p. 8-49, 2015.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos**. Leitura & Arte Ed. São Paulo, p. 354-363. 2004.

MARTINS, G.; BALBINO, E.; MARQUES, A.; ALMEIDA, C. Mitogenomes of *Spondias*. **Gene**, p. 144026, 2019.

MATOS, F. J. A. Cajazeira *Spondias mombin* Jacq. (Anacardiaceae). In: MATOS, F. J. A. **Farmácia viva**: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para

pequenas comunidades. 2. ed. Fortaleza: EUFC, p. 67-68, 1994.

MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semi-árido**. Mossoró: ESAM, 63p., 1990.

MENDES, G. R. L. et al. A fermented milk drink with Umbu (*Spondias tuberosa*) pulp and whey is effective for weight gain and re-nutrition in malnourished: An in vivo study in mice and children. **Food Research International**, [s.l.], v. 181, p. 114083, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.11408>.

MILLER, A. J. Characterization of a domesticated tree lineage (*Spondias purpurea*, Anacardiaceae) based on nuclear and chloroplast sequence data¹. **The Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 135, n. 4, p. 463-475, 2008.

MILLER, A.; SCHAAL, B. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. **PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 102, n. 36, p. 12801-12806, 2005.

MITCHELL, J. D. et al. Poupartiopsis gen. nov. and its context in Anacardiaceae classification. **Systematic Botany**, v. 31, n. 2, p. 337-348, 2006.

MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, n. 55, p. 1, 2015.

MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. The “tortoise’s cajá”— a new species of *Spondias* (Anacardiaceae) from southwestern Amazonia. **Brittonia**, v. 50, n. 4, p. 447-451, 1998.

MITCHELL, J.D.; DALY, D.C.; RANDRIANASOLO, A. The first report of *Spondias* native to Madagascar: *Spondias tefyi*, sp. nov. (Anacardiaceae). **Brittonia**, v. 64, n. 3, p. 263-267, 2012.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de. **Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)** Lavras: UFLA, 101 p. (Nota Técnica, 127), 2005.

NJOKU, P. C; AKUMEFULA, M. I. Phytochemical and Nutrient Evaluation of *Spondias Mombin* Leaves. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 6, n. 6, p. 613-615, 2007.

NOBRE, L. L. M.; SANTOS, J. D. O.; LEITE, R.; ALMEIDA, C. Phylogenomic and single nucleotide polymorphism analyses revealed the hybrid origin of *Spondias bahiensis* (family Anacardiaceae): de novo genome sequencing and comparative genomics. **Genetics and molecular biology**, n. AHEAD, 2018.

PELL, S. K. **Molecular systematic of the cashew family (Anacardiaceae)**. PhD Thesis, Louisiana State University, Baton Rouge, 2004.

PELL, S.K. et al Anacardiaceae. In: Kubitki K (Ed) **The families and genera of vascular plants**. Springer-Verlag, Berlin, v.10, p. 7-50, 2010.

PINTO, W. S. et al. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Fruticultura Pesq. agropec. Bras.**, v.38, 9 set. 2003.

PIRES, M. G. M. **Estudo taxonômico e áreas de ocorrência de *Spondias tuberosa* Arr. Cam. no estado de Pernambuco**. 1990. 290p. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1990.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distribution in the dry seasonal forest of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 80, p. 902-927, 1993.

QUEIROZ, L. P. et al. *Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America*. Cham: Springer, 2017.

RAGHAVENDRA, M. P. et al. Ethnobotanical and pharmacological relevance of *Spondias pinnata* in traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 253, p. 112631, 2020.

REIS, J. M. L; ARRUDA, Y. P. L. L; OLIVEIRA, F. C. **Determinação da Composição Centesimal de das Folhas de *Spondias Purpúrea* L. {Cirigüela}**. Associação Brasileira de Química - Seção Regional do Rio Grande do Norte (ABQRN), 2007.

RIBEIRO, L. de O. et al. Umbu fruit peel as source of antioxidant, antimicrobial and α -amylase inhibitor compounds. **Molecules**, [s.l.], v. 27, n. 2, p. 410, 2022.

RODRIGUES, K. F.; HASSE, M.; WERNER, C. Antimicrobial activities of secondary metabolites produced by endophytic fungi from *Spondias mombin*. **Journal of Basic Microbiology**, v. 40, n. 4, p. 261-267, 2000.

RODRIGUES, N. L. et al. Nutritional and biological attributes of *Spondias tuberosa* (Umbu) fruit: na integrative review with a systematic approach. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 130, p. 106196, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106196>.

SAMEH, Salma; AL-SAYED, Eman; LABIB, Rola M.; SINGAB, Abdel Nasser. Genus *Spondias*: a phytochemical and pharmacological review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, [S.l.], v. 2018, p. 1-16, 2018. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5896409/>.

SANTOS R. T. S. et al, Avaliação Físico-Química Da Polpa De Umbu Em Diferentes Estádios De Maturação. **Portal Embrapa**, Petrolina, PE, 2017.

SANTOS, C. M. **Qualidade Pós-Colheita de Frutos de Genótipos de Umbuzeiro das Mesorregiões da Borborema e do Agreste da Paraíba**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) –UFPB, João Pessoa, PB. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15785/1/CMS19092019.pdf>.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. Genetic interrelationships among species of genus *Spondias* based on AFLP markers. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 731-735, 2008.

SANTOS, L. A. et al. **Coefficientes de correlação entre caracteres químicos e físico-químicos em frutos de umbucajazeira**. In: Reunião Regional da SBPC, Cruz das Almas. Anais/Resumos da Reunião Regional da SBPC no Recôncavo da Bahia/BA. Cruz das Almas: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência/SBPC, 2010b. .

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1089-1097, 2010a.

SANTOS, M. C. et al. Avaliação da tolerância à seca em *Spondias tuberosa* em diferentes ambientes do semiárido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 2, p. 533–540, 2010.

SANTOS, M. C. et al. Irrigação e nutrição mineral em umbuzeiro no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 9, p. 990–996, 2010.

SANTOS, P. A. et al. Chemical Study, Antioxidant and Cytotoxic Activities of Oil Seeds of *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae). **International Journal of Fruit Science**, [s.l.], v. 19, n. 3, 246-257, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/15538362.2018.1502721>.

SANTOS, V.; ALMEIDA, C. The complete chloroplast genome sequences of three *Spondias* species reveal close relationship among the species. **Genetics and molecular biology**, v. 42, n. 1, p. 132-138, 2019.

SARAIVA, M. et al. caracterização Da **Qualidade De Frutos De Diferentes Acessos De Umbuzeiro No Cariri Ocidental Paraibano**. 2020. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal Da Paraíba Centro De Ciências Humanas, Sociais E Agrárias Programa De Pós-Graduação Em Tecnologia Agroalimentar, João Pessoa, PB, 2020.

SILVA JÚNIOR, J. F. et al. Collecting, *ex situ* conservation and characterization of 'cajá-umbu' (*Spondias mombin* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, p. 343-349, 2004.

SILVA, A. C. C. **Lacunas e perspectivas para o uso sustentável das espécies da sociobiodiversidade brasileira**. 2023. 183 f. Tese (doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão (SE), 2023. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/17357>.

SILVA, G.A.; BRITO, N.; SANTOS, E. C. G.. Gênero *Spondias*: Aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. **Bofar**, v. 10, n. 1, jan. 2014.

SILVA, Gabriel Araujo da; BRITO, Naira Josele Neves de; SANTOS, Elizabeth Cristina Gomes dos. Gênero *Spondias*: aspectos botânicos, composição química e

potencial farmacológico. *BIOFARM - Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 1-10, 2022. Disponível em: <https://revista.uepb.edu.br/BIOFARM/article/view/2005>.

SILVA, J. N.; COSTA, A. B.; SILVA, J. V.; ALMEIDA, C. DNA barcoding and phylogeny in neotropical species of the genus *Spondias*. **Biochemical systematics and ecology**, v. 61, p. 240-243, 2015.

SILVA, M. C. et al. O umbuzeiro como alternativa de segurança alimentar e geração de renda no semiárido. *Cadernos de Agroecologia*, v. 14, n. 2, p. 1–10, 2019.

SILVA, T. J. et al. Aspectos ecológicos e socioeconômicos do cajá-manga em sistemas agroflorestais. *Cadernos de Agroecologia*, v. 15, n. 1, p. 1–10, 2020.

SILVA, T. J. et al. Morfologia e propagação de *Spondias dulcis* Parkinson em condições tropicais. *Cadernos de Agroecologia*, v. 15, n. 1, p. 1–8, 2020.

SINGH, B. et al. Morphological characterization and propagation of *Spondias pinnata* for domestication. *Asian Journal of Agriculture and Biology*, v. 9, n. 2, p. 238–245, 2021.

SMITH, C. E. Plant remains. In: MacNeish R. S (Ed.) **The Prehistory of the Tenuacan Nálley 5**. University of Texas Press, Austin, p. 220-255, 1967.

SOUZA, F. X. ***Spondias* agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT / SEBRAE/CE, 1998.

SOUZA, F. X.; PORTO FILHO, F. Q.; MENDES, N. V. B. **Umbu-cajazeira**: descrição e técnicas de cultivo. EdUFERSA, 2020. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/k4gdn>.

WANNAN, Bruce S.; QUINN, Christopher J. Pericarp structure and generic affinities in the Anacardiaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 102, n. 3, p. 225-252, 1990.

XAVIER, V. L. et al. Nutritional and technological potential of Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) processing by-product flour. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], v. 94, n. 1, p. e20200940-e20200940, 2022.

ZERAIK, M. L. Antioxidants, quinone reductase inducers and acetylcholinesterase inhibitors from *Spondias tuberosa* fruits. **Journal of Functional Foods**, [s.l.], v. 21, p. 396-405, 2016.