

# UMBUEIRO

## avanços e perspectivas

Marcos Antonio Drumond  
Saulo de Tarso Aidar  
Clóvis Eduardo de Souza Nascimento  
Visêldo Ribeiro de Oliveira

Editores Técnicos

The logo for Embrapa, featuring the word "Embrapa" in a bold, italicized sans-serif font, with a stylized white shape resembling a drop or a leaf to the right of the text.

**Embrapa**

# U M B U Z E I R O

avanços e perspectivas



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Semiárido  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

# U M B U Z E I R O

## avanços e perspectivas

Marcos Antonio Drumond  
Saulo de Tarso Aidar  
Clóvis Eduardo de Souza Nascimento  
Visêldo Ribeiro de Oliveira

Editores Técnicos

***Embrapa***  
*Brasília, DF*  
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Semiárido**  
BR 428, km 152, Zona Rural  
Caixa Postal 23  
56302-970 Petrolina, PE  
Fone: (87) 3866-3600  
Fax: (87) 3866-3815  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente  
*Flávio de França Souza*

Secretária-Executiva  
*Lúcia Helena Piedade Kill*

Membros  
*Alessandra Monteiro Salviano*  
*Diana Signor Deon*  
*Fernanda Muniz Bez Birolo*  
*Francislene Angelotti*  
*Gislene Feitosa Brito Gama*  
*José Maria Pinto*  
*Juliana Martins Ribeiro*  
*Mizael Félix da Silva Neto*  
*Pedro Martins Ribeiro Júnior*  
*Rafaela Priscila Antonio*  
*Roseli Freire de Melo*  
*Salete Alves de Moraes*

Supervisor editorial  
*Sidinei Anunção Silva*

Revisão de texto  
*Gilberto de Souza Pires*  
*Marcelino Lourenço Ribeiro Neto*  
*Sidinei Anunção Silva*

Normalização bibliográfica  
*Helena Moreira de Queiroga*  
*Sidinei Anunção Silva*

Capa  
*Paulo Pereira da Silva Filho*

Foto da capa  
*Marcelino Lourenço Ribeiro Neto*

Projeto gráfico, editoração eletrônica e capa  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*  
*(Embrapa Informação Tecnológica)*  
*Nivaldo Torres dos Santos*  
*Paulo Pereira da Silva Filho*

**1ª edição**  
1ª impressão (2016): 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Semiárido

---

Umbuzeiro: avanços e perspectivas / editores técnicos Marcos Antonio Drumond... [et al.]. — Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016.  
266 p. il.color.; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-570-6

1. *Spondias tuberosa*. 2. Caatinga. 3. Planta nativa – Melhoria vegetal.  
4. Umu – Tecnologia pós-colheita. I. Drumond, Marcos Antonio. II. Aidar, Saulo de Tarso. III. Nascimento, Clóvis Eduardo de Souza. IV. Oliveira, Visêdo Ribeiro de. V. Título. VI. Embrapa Semiárido.

CDD 634.6

© Embrapa, 2016

# Autores

## **Ana Cecília Poloni Rybka**

Engenheira de Alimentos, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Carlos Antonio Fernandes Santos**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Clóvis Eduardo de Souza Nascimento**

Engenheiro Florestal, doutor em Biologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Francisco Pinheiro de Araújo**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Horticultura, analista da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Iêdo Bezerra Sá**

Engenheiro Florestal, doutor em Geoprocessamento, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **José Barbosa dos Anjos**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **José Lincoln Pinheiro de Araújo**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Economia Agroalimentar, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **José Moacir Pinheiro Lima Filho**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ecofisiologia Vegetal, pesquisador aposentado da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Lúcia Helena Piedade Kiill**

Bióloga, doutora em Biologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Magna Soelma Beserra de Moura**

Engenheira-agrônoma, doutora em Recursos Naturais, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Márcia de Fátima Ribeiro**

Bióloga, doutora em Ecologia e Comportamento, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Marcos Antonio Drumond**

Engenheiro Florestal, doutor em Ciências Florestais, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Maria Auxiliadora Coêlho de Lima**

Engenheira-agrônoma, doutora em Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

## **Nataniel Franklin de Melo**

Biólogo, doutor em Ecologia e Comportamento, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

**Saulo de Tarso Aidar**

Biólogo, doutor em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina

**Silvanda de Melo Silva**

Engenheira Química, doutor em Horticultura, professora da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB

**Tatiana Ayako Taura**

Engenheira Cartógrafa, mestre em Ciências Geodésicas, analista da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

**Tony Jarbas Ferreira Cunha**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

**Visêlido Ribeiro de Oliveira**

Engenheiro Florestal, doutor em Recursos Genéticos, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

*Agradecemos a Nilton de Brito Cavalcanti pela sua colaboração no avanço do conhecimento sobre o umbuzeiro.*





# Apresentação

Os produtos florestais não madeireiros (PFNM) – a exemplo de ceras, gomas, resinas, fibras, frutos e seus derivados – se destacam como opção para gerar ocupação e renda às comunidades locais e também para dar suporte à conservação dos recursos naturais.

Para o Semiárido, o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga se apresenta como alternativa viável para a geração desses produtos (e dessas oportunidades). Porém, ainda são poucas as plantas nativas manejadas de forma sustentável para esse fim, o que pode ser atribuído à ausência de conhecimento sobre aspectos da ecologia e do manejo sustentável dessas espécies.

O umbuzeiro, frutífera endêmica da Caatinga, desponta como uma dessas alternativas, sendo responsável pela complementação de renda de muitas famílias de agricultores do Semiárido.

Para contribuir com o conhecimento sobre essa espécie, estão reunidos, nesta obra, experiências, tecnologias e produtos gerados pela programação de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Embrapa Semiárido, nas últimas décadas, com o objetivo de consolidar a cadeia produtiva do umbuzeiro e inserir seus derivados nos mercados nacional e internacional.

*Pedro Carlos Gama da Silva*

Chefe-Geral da Embrapa Semiárido



# Prefácio

O Semiárido brasileiro ocupa uma grande área da região Nordeste do País e engloba o Bioma Caatinga, que tem uma característica fisionômica muito diferenciada em relação aos demais biomas brasileiros, sendo a vegetação um dos componentes de grande significado.

Entre as diversas espécies que compõem a vegetação nativa, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é a planta frutífera que despertou o interesse da população do Semiárido. É uma planta em domesticação e os seus frutos são usados de forma extrativista, porém, o interesse econômico tem crescido consideravelmente nas últimas décadas, pois passou de simples pasto para os animais e consumo sazonal das famílias, para a venda de frutos em margens de estradas, notadamente em alguns municípios da Bahia, porém, em franco declínio, uma vez que o processamento em minifábricas vem se disseminando na região semiárida, tendo a Cooperativa Agrícola de Canudos, Uauá e Curaçá na Bahia (Coopercuc) como umas das pioneiras aliada à venda em feiras livres durante o período de safra e, cada vez mais, os frutos são encontrados nas gôndolas de supermercados.

É importante destacar que, apesar da grande devastação que a Caatinga tem sofrido, mesmo assim, não é raro se observar que o umbuzeiro foi conservado, salvo nos desmatamentos mecanizados para a implantação de pastagens. Inicialmente, foi destacado por Guimarães Duque em seu livro *O Nordeste e as lavouras xerófilas* e pelo agrônomo Paulo Brito Guerra em seu livro *Civilização da seca*, ambos do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs).

Com a inauguração do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido da Embrapa, na década de 1970, algumas pesquisas foram retomadas acerca da propagação do umbuzeiro juntamente com caracterização de frutos, fisiologia, coleção de germoplasma e processamento de produtos. Esses estudos foram desenvolvidos por vários pesquisadores;

alguns tiveram maior dedicação a esses estudos e, assim, muitos trabalhos foram feitos, porém, os resultados ficaram dispersos em diferentes meios de publicação como artigos em revistas científicas, resumos em anais de congressos entre vários outros. Contudo, agora esses pesquisadores optaram, numa louvável decisão, juntar as informações numa publicação substancial que trata de todas as pesquisas que já foram realizadas e reunidas neste livro com oito capítulos, sendo o primeiro deles dedicado à caracterização do ambiente semiárido, no qual se descreve as características do Semiárido brasileiro, aí inserindo a planta do umbuzeiro, para em seguida tratar da caracterização botânica e biologia reprodutiva da espécie.

Esta obra também dedica um capítulo aos recursos genéticos do umbuzeiro, onde são descritas as ações de preservação desenvolvidas por pesquisadores da Embrapa e a variabilidade fenotípica existente, notadamente nas características de frutos, além de uma amostra representativa da variabilidade encontrada e que está preservada há algum tempo em câmaras frias a temperatura subzero na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília, DF. Um capítulo é dedicado aos resultados dos estudos de ecofisiologia, um tema muito importante e desafiador, pois o umbuzeiro, com suas estruturas nas raízes, permite o acúmulo de água que a planta usa para florescer mesmo em tempo de total ausência de chuvas, embora necessite de um pouco de água quando os frutos estão recém-fixados na planta. No Semiárido, em tempos pretéritos, foi criada a expressão “chuva do umbu” para designar as chuvas passageiras do final do ano no centro da região semiárida, que permitem que a frutificação do umbuzeiro vingue e chegue a uma boa produção.

Os pesquisadores também sintetizam, num dos capítulos, os trabalhos de propagação e manejo, um avanço da pesquisa nos últimos anos, sendo possível se fazer grande produção e disseminação de mudas. Outro tema tratado no livro diz respeito aos estudos de conservação pós-colheita e do processamento que mostra grande diversidade de produtos que podem ser obtidos a partir do umbuzeiro e completa este livro com

um capítulo dedicado aos mercados. Assim, é uma obra bem completa e representa uma excelente síntese dos trabalhos realizados pela Embrapa Semiárido, nos últimos 30 anos, por pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento que, ao lado da publicação, *O umbuzeiro e o Semiárido brasileiro*, publicado pelo Instituto Nacional do Semiárido (Insa), em 2015, poderá ser muito importante para os potenciais interessados nessa frutífera.

Estudos de pesquisadores da Embrapa Semiárido mostram que a densidade de plantas de umbuzeiro é baixa (ao redor de 4 plantas/ha) e, considerando que a grande exploração de seus frutos é feita de forma extrativista, é esperado que a produção seja relativamente pequena, e aí está um grande desafio: ampliar a produção de frutos de umbu no Semiárido, desde que haja forte demanda por seus produtos. Uma possibilidade é o enriquecimento da Caatinga com plantas de umbuzeiro, um tema abordado neste livro. Essa atividade é ainda mais importante porque a produção atual de frutos é extraída de árvores centenárias e que estão em extinção, pois as plantas novas não conseguem sobreviver, com raras exceções, uma vez que são pastejadas pelos caprinos e ovinos.

O Estado da Bahia é um dos mais expressivos na produção de frutos de umbu no Semiárido brasileiro, pois registra a produção de frutos em mais de 180 municípios e tem alguns deles com expressiva produção acima de 100 toneladas, mas, o destaque fica com os municípios de Maracajás e Brumado, com produção acima de 500 e 950 toneladas de frutos, respectivamente. Conhecer as oscilações dessa produção ao longo dos anos é um grande desafio, principalmente em anos de extrema seca, conforme vem se observando entre os anos de 2011 e 2016.

Outra vertente desafiadora importante é que os produtos processados do umbu ainda são pouco conhecidos no Brasil, embora a Coopercuc exporte parte de sua produção para a Europa, principalmente doces e geleias, e alguns restaurantes da cidade de São Paulo já começam a usar alguns frutos considerados exóticos como decoração de pratos requintados

e produtos do umbu já começam a fazer parte desse cardápio. É esperado que essa tendência cresça. Outra possibilidade são as misturas que poderão ser feitas com diferentes sucos, tendo como componente o suco do umbu, uma experiência já tentada, mas descontinuada e que poderia ser mais uma alternativa para se ter um uso expressivo dos frutos do umbuzeiro.

Assim, o livro traz além de resultados acabados, uma fonte de inspiração para estudos futuros, aliás, uma notícia muito alvissareira para o Semiárido brasileiro, onde, há uns 20 anos, a quantidade de doutores não passava de 400. Mais da metade estava em Campina Grande e hoje esse número deve ter, no mínimo, quintuplicado, e está distribuído em vários pontos da região semiárida em decorrência do estabelecimento de cursos de graduação, seja de universidades, como a Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) em Petrolina, PE, a Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa) em Mossoró, RN, a Universidade Federal do Cariri (UFCA), Crato, CE, sejam os cursos das universidades sediadas nas capitais que abriram cursos de graduação localizados em vários municípios do interior em quase todos os estados ao lado dos cursos das universidades estaduais e dos institutos federais, essas últimas mais diversificadas e com muitas ramificações no Semiárido. Além disso, vários cursos de pós-graduação estão sendo estabelecidos em quase todas essas instituições, inicialmente com o nível de mestrado e, posteriormente, irão também estabelecendo os doutorados e, assim, os docentes e discentes terão mais oportunidades para aprofundar os estudos com o umbuzeiro, tornando essa planta uma grande oportunidade para o progresso econômico e social no Semiárido brasileiro.

*Manoel Abílio de Queiróz*

Pesquisador aposentado da Embrapa Semiárido,  
professor da Universidade do Estado da Bahia (Uneb)

# Sumário

## **Capítulo 1**

Caracterização ambiental do Semiárido brasileiro ..... 17

## **Capítulo 2**

Caracterização botânica e biologia reprodutiva ..... 53

## **Capítulo 3**

Recursos genéticos ..... 81

## **Capítulo 4**

Ecofisiologia ..... 117

## **Capítulo 5**

Propagação e manejo ..... 147

## **Capítulo 6**

Qualidade e conservação pós-colheita ..... 177

## **Capítulo 7**

Processamento de produtos à base de umbu ..... 217

## **Capítulo 8**

Mercados ..... 243





1

# Caracterização ambiental do Semiárido brasileiro

Marcos Antonio Drumond  
Carlos Antonio Fernandes Santos  
Magna Soelma Beserra de Moura  
Tony Jarbas Ferreira Cunha  
José Loncoln Pinheiro de Araújo  
Visêlto Ribeiro de Oliveira  
Iêdo Bezerra Sá  
Tatiana Ayako Taura



# Introdução

A variabilidade espaço-temporal das chuvas é característica do regime pluviométrico do Semiárido que, não raro, é intensificada pela frequente ocorrência de eventos extremos de precipitação, com o registro de enchentes, e de anos secos (MARENGO, 2006).

Nos últimos anos, as reduzidas precipitações acentuaram outros fenômenos que marcam a região: baixos índices de nebulosidade e de umidade relativa do ar, contrastando com altos valores de radiação solar, temperatura média anual e evapotranspiração potencial. A junção desses elementos resulta em um conjunto de períodos com balanços hídricos negativos (MOURA et al., 2007).

Sob esta situação climática, a variabilidade do ambiente semiárido se estende à vegetação e aos solos da região. A composição florística do Bioma Caatinga varia de acordo com o volume de precipitações pluviométricas, da qualidade dos solos, da rede hidrográfica e da ação antrópica. Esta heterogeneidade, tanto em relação à fisionomia quanto à sua composição, tem levado alguns autores a utilizar sua denominação no plural – as Caatingas brasileiras (ANDRADE-LIMA, 1981). Diante da complexidade de paisagens, deve-se considerar que o solo, a vegetação e o clima coexistem num equilíbrio dinâmico, que pode ser alterado pela mudança do uso da terra.

O Semiárido brasileiro é um dos maiores, mais populosos e também mais úmidos do mundo (MELO FILHO; SOUZA, 2006). Na última delimitação desta área geográfica (BRASIL, 2005a) tomaram-se por base três critérios técnicos: precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; índice de aridez de até 0,5, calculado pelo balanço hídrico, que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990. Com base neles, a região semiárida brasileira (Figura 1) estende-se por uma área de 982.563,3 km<sup>2</sup>, que abrange 1.133 municípios com,



**Figura 1.** Mapa da delimitação do Semiárido brasileiro.

Fonte: Adaptado de Brasil (2005a) e elaborado no Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Semiárido.

22.581.687 de habitantes (IBGE, 2010), cuja distribuição por estado pode ser observada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Número de municípios, área e população das Unidades da Federação que integram o Semiárido brasileiro.

Estado	Municípios		Área			População <sup>(1)</sup>	
	Nº	(%)	(km <sup>2</sup> )	% do Estado	% do SB	Habitantes	% do SB
Alagoas	38	3,4	12.686,90	45,6	1,3	900.549	4,0
Bahia	265	23,4	393.056,10	69,7	40,0	6.726.506	29,8
Ceará	150	13,2	126.514,90	86,8	12,9	4.724.705	20,9
Minas Gerais	85	7,5	103.590,00	17,7	10,5	1.232.389	5,5
Paraíba	170	15,0	48.785,30	86,6	5,0	2.092.400	9,3
Pernambuco	122	10,8	86.710,40	88,0	8,8	3.655.822	16,2
Piauí	127	11,2	150.454,30	59,9	15,3	1.043.107	4,6
Rio G. do Norte	147	13,0	49.589,90	93,4	5,0	1.764.735	7,8
Sergipe	29	2,6	11.175,60	50,9	1,1	441.474	2,0
SB	1.133	100,0	982.563,40	-	100,0	22.581.687	100,0

SB = semiárido brasileiro.

Fonte: Adaptado de Brasil (2005a) e <sup>(1)</sup>IBGE (2010).

Nas áreas de clima semiárido a altitude da região varia de 0–600 m, as temperaturas estão entre 24 °C a 28 °C, a precipitação pluviométrica média de 250 mm a 1.000 mm, e o deficit hídrico elevado durante todo o ano (NIMER, 1979; SAMPAIO et al. 1994; SILVA et al., 1992).

Na Tabela 2, observa-se que nos últimos 10 anos o crescimento da população do Semiárido (8,16%) foi inferior ao da região Nordeste (11,19%), e do Brasil (12,34%). Segundo IBGE (2000, 2010), no início deste século, o número de habitantes do Semiárido era de 20.877.925 pessoas ou 43,7% da população nordestina. Em 2010, era de 22.581.687, entretanto, a participação percentual foi reduzida para 42,5%.

**Tabela 2.** População residente no Brasil, Nordeste e Semiárido do País nos anos de 2000 e 2010.

Local	População residente		Variação populacional 2000–2010	
	2000	2010 <sup>(1)</sup>	Habitantes	(%)
Brasil	169.799.170	190.755.799	20.956.629	12,34
Nordeste	47.741.711	53.081.950	5.340.239	11,19
Semiárido	20.877.925	22.581.687	1.703.762	8,16

Fonte: Adaptado de IBGE (2000) e <sup>(1)</sup>IBGE (2010).

## Caracterização bioedafoclimática

As estiagens prolongadas têm reflexos danosos na economia e custos sociais elevados. Em função de aspectos edafoclimáticos, a pecuária tem se constituído em uma atividade agrícola básica nas áreas rurais da região. Em alguns locais, contudo, a renda de agricultores familiares é complementada com extrativismo dos recursos naturais, a exemplo da colheita e uso do umbu.

Do ponto de vista botânico, a Caatinga é constituída por um complexo vegetacional formado por espécies arbóreas, arbustivas (que são caducifólias) e herbáceas (são anuais e temporárias, em sua grande maioria).

Na Tabela 3, são apresentadas informações dos grandes domínios fisionômicos do Semiárido e seus respectivos percentuais.

A Caatinga hiperxerófila é o tipo de vegetação dominante que ocorre em solos relativamente rasos. É constituída por plantas de baixo a médio porte classificadas como caducifólias, ou seja, as folhas caem nas épocas de estiagem e apresentam um caráter xerófilo (que define plantas típicas de regiões secas). Na sua composição florística, as espécies mais importantes são: catingueira-verdadeira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz), favela (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl), angico [*Anadenanthera colubrina* (Vell.)

**Tabela 3.** Compartimentação ambiental do Semiárido brasileiro.

Cobertura vegetal	Hiperxerófila	Hipoxerófila	Ilhas úmidas	Agreste e área de transição	Total
Semiárido (km <sup>2</sup> )	317.608	399.777	83.234	124.424	925.043
Nordeste (%)	19,09	24,04	5,00	7,48	56,61
Semiárido (%)	34,33	43,21	9,00	13,46	100,00

Fonte: Sá et al. (2004).

Brenan], juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), jurema-preta [*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret.], jurema-branca (*Mimosa* sp.), mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) e aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão).

A Caatinga hipoxerófila ocupa, em geral, áreas de solos profundos de relevo plano e que cobrem rochas de natureza sedimentar, localmente areníticas e calcárias. Nestes locais, a vegetação é de mesmo complexo vegetacional da caatinga hipexerófila, apresentando-se um tanto mais frondosa.

No embasamento cristalino, em sua maioria, as árvores são de pequeno a médio porte com troncos retorcidos, vegetação herbácea e arbustos espinhentos. As principais espécies são: aroeira, angico, mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), catingueira, urtiga (*Urtica dioica* L.), mandacaru, facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter), macambira (*Bromelia laciniosa*) entre outras espécies.

Ao longo do tempo, a intensificação de ações antrópicas neste ambiente tem levado ao aparecimento de processos de desertificação. Usualmente, este grave fenômeno é relacionado à ideia de deserto físico. Por esta razão, é possível encontrar referências a áreas de extrema secura, nas quais não se pratica nenhuma agricultura, salvo em uns poucos oásis.



Também, se reportam a espaços desertificados para se referir àqueles lugares onde, embora existam precipitações, estas se concentram em períodos muito breves do ano.

O termo desertificação é empregado, muitas vezes, como sinônimo de degradação. Na realidade, desertificação se trata de uma degradação extrema e se aplica à terra, à cobertura vegetal e à biodiversidade, e denota perda da capacidade produtiva.

A Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD) conceituou o fenômeno como o processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de fatores; entre eles, as variações climáticas e as atividades humanas (BRASIL, 2005b).

Segundo Sá e Angelotti (2009), no Semiárido brasileiro, uma área maior do que o Estado do Ceará já foi atingida pela desertificação de forma grave ou muito grave. São 200 mil km<sup>2</sup> de terras degradadas e, em muitos locais, imprestáveis para a agricultura. Somando-se à área onde ocorre ainda de forma moderada, a área total atingida sobe para, aproximadamente, 600.000 km<sup>2</sup>, cerca de 2/3 de todo o Semiárido. Ceará e Paraíba são os Estados que apresentam maior área em processo de desertificação: 77.085 km<sup>2</sup> e 35.264 km<sup>2</sup>, respectivamente.

## Solos

A região semiárida contempla 17 grandes unidades de paisagens, por sua vez subdivididas em 105 unidades geoambientais, de um total de 172 no Nordeste como um todo (SILVA et al., 1993).

Em relação à geologia, Jacomine (1996) dividiu a região em três áreas, conforme a natureza do material originário: cristalino, cristalino recoberto por materiais mais ou menos arenosos e sedimentares.

O relevo é muito variável, o que contribui para o elevado número de grandes unidades de paisagens mencionado. A altitude média fica entre 400 m e 500 m, mas pode atingir 1.000 m. Ao redor de 40% do Semiárido é de encostas com 4% a 12% de inclinação, e 20% são de encostas com inclinação maior que 12%, o que determina uma presença marcante de processos erosivos nas áreas antropizadas (SILVA et al., 2000).

Quatro ordens de solos, de um total de 15, ocupam 66% da área do Semiárido brasileiro, espacialmente fracionadas (Latosolos – 19%; Neossolos Litólicos – 19%; Argissolos – 15% e Luvisolos – 13%). Segundo Silva (2000), 82% da região apresentam solos de baixo potencial produtivo, seja por limitações de fertilidade e de profundidade do perfil, por drenagem e elevados teores de sódio (Na) trocável (CUNHA et al., 2008; SALCEDO; SAMPAIO, 2008).

O umbuzeiro é uma árvore frutífera que ocorre por toda a Caatinga e se desenvolve satisfatoriamente em uma grande variedade de solos na região semiárida (BARRETO; CASTRO, 2010). A capacidade de adaptação a solos com características químicas e físicas bastante variáveis é atribuída ao vigor do seu sistema radicular e, sobretudo, à presença de estruturas radiculares que o torna resistente aos períodos de seca. O escritor Euclides da Cunha, o chamou de “árvore sagrada do Sertão”, pelo exemplo de adaptação da flora sertaneja às condições abióticas da região.

De modo geral, ainda que considerando a boa adaptabilidade a vários tipos de solos com diferentes classes texturais, aqueles de textura média, são os melhores para seu estabelecimento. Os que possuem teores de argila acima de 55%, como os Vertissolos, principalmente os hidromórficos, que ocorrem no Submédio do Vale do São Francisco, e solos siltosos (silte > 40%), não são bons para o desenvolvimento do sistema radicular do umbuzeiro.

Em geral, estes solos apresentam baixa infiltração, são facilmente compactados e, em consequência, diminui-se a quantidade de macroporos.

Isso limita a troca gasosa, que reduzirá a entrada de oxigênio atmosférico no terreno, indispensável no processo de respiração das raízes. Solos com camadas compactadas podem afetar a produção de umbu por reduzir o volume de exploração radicular. Além do mais, em locais compactados, os problemas com erosão e perdas de nutrientes ocorrem mais facilmente.

Apesar da pouca exigência do umbuzeiro a diferentes tipos de solo, por ser uma espécie adaptável, o desenvolvimento em terras arenosas tem alguns pontos negativos a exemplo de, em geral, apresentarem baixa fertilidade e reter pouca umidade.

Outro aspecto é que o potencial de produção nessas áreas é menor do que em locais de textura argilosa, em razão dos menores teores de matéria orgânica, retenção de umidade, capacidade de troca catiônica e, conseqüentemente, maior lixiviação de nutrientes, em especial o potássio. O umbuzeiro, apesar de ser menos sensível a vários tipos de solos do que outras frutíferas nativas, necessita de solos bem drenados, profundos, de boa textura e férteis.

Por fim, pode-se afirmar que o umbuzeiro se desenvolve bem na maioria dos solos da chamada Depressão Sertaneja, com exceção para aqueles com problemas de encharcamento como os Vertissolos Hidromórficos, Neossolos Flúvicos e alguns Planossolos Nátricos. Em Plintossolos Pétricos Litoplínticos também pouco se encontra plantas do umbuzeiro por causa do excesso de pedregosidade na forma de cangas lateríticas.

## Vegetação

O Semiárido brasileiro tem a maioria de seu território ocupado pelo Bioma Caatinga (Figura 2), termo abrangente para a caracterização das diversas fisionomias dessa região, englobando vegetação, fauna e geomorfologia. Segundo o IBGE (2004), este bioma ocupa uma área de 844.453 km<sup>2</sup>, que se sobrepõe à maior parte do Semiárido.

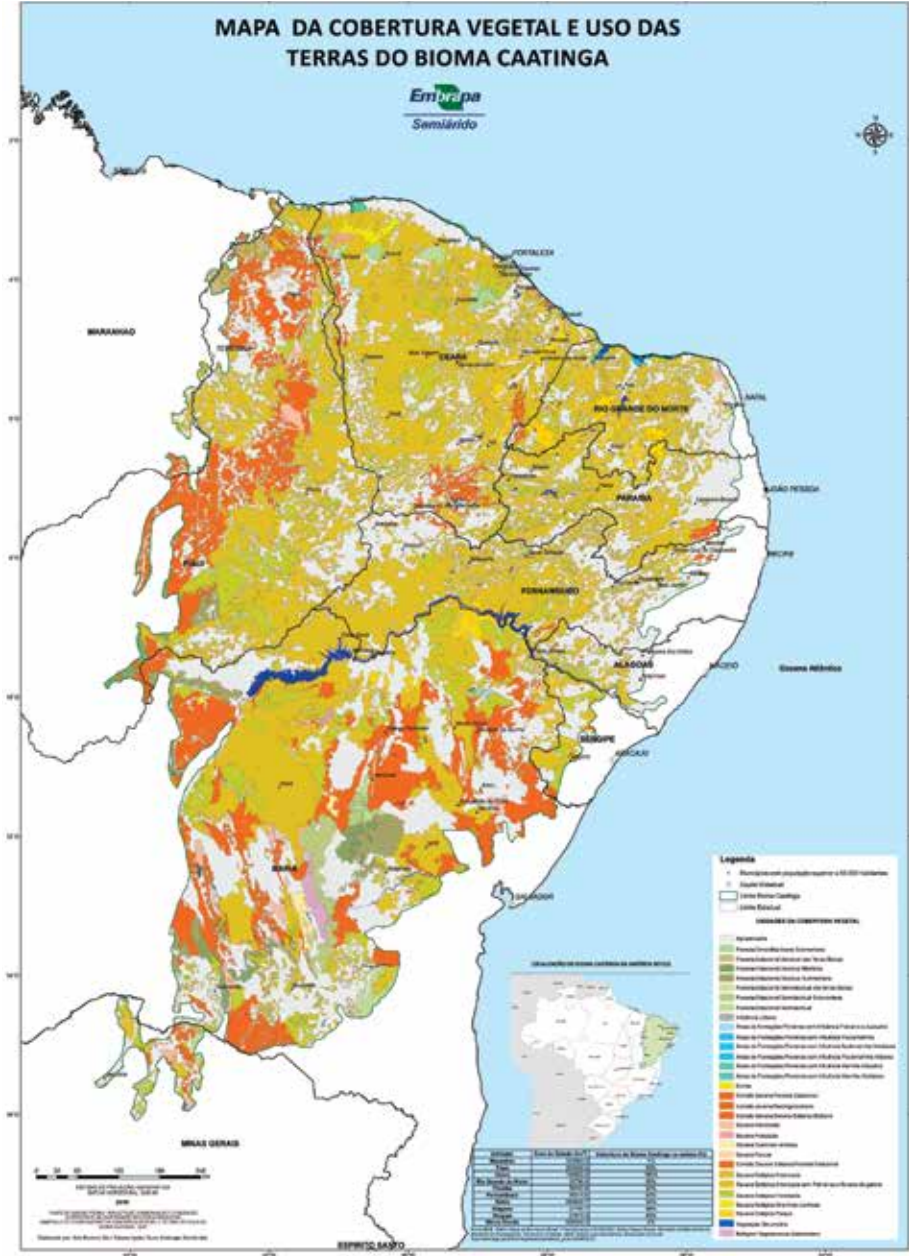


Figura 2. Mapa da cobertura vegetal e uso das terras do Bioma Caatinga. Fonte: Sá et al. (2010).

A vegetação é constituída, especialmente, de espécies lenhosas de pequeno porte e de folhas pequenas e caducifólias, ou seja, que caem no início da estação seca, geralmente dotadas de espinhos e associadas com herbáceas, cactáceas e bromeliáceas. Fitossociologicamente, a densidade, frequência e dominância das espécies são determinadas pelas variações topográficas, tipos de solos e pluviosidade (ANDRADE-LIMA, 1981; ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997; LUETZELBURG, 1974; NASCIMENTO et al., 2003).

Não existe uma lista completa das espécies da Caatinga, encontradas nas suas mais diferentes situações edafoclimáticas. Em trabalhos qualitativos e quantitativos sobre a vegetação desse bioma, foram registradas 4.478 espécies, das quais 812 são consideradas endêmicas (SIQUEIRA FILHO, 2012).

A repartição da diversidade florística foi a principal característica relacionada ao reconhecimento de ecorregiões no Bioma Caatinga (VELLOSO et al., 2002). Certamente, o número de espécies aumentará se considerarmos as herbáceas. As famílias mais frequentes são Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae, sendo os gêneros *Senna*, *Mimosa* e *Pithecellobium* os com maior número de espécies.

A catingueira-verdadeira, as juremas (*Mimosa* spp.) e os marmeleiros (*Croton* spp.) são as plantas mais abundantes na maioria dos trabalhos de levantamentos realizados em área de Caatinga (SAMPAIO et al., 1994). A família Leguminosae é a mais diversa, com 293 espécies em 77 gêneros, das quais 144 são endêmicas (QUEIROZ, 2006).

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro que abriga fauna e flora únicas, com muitas espécies endêmicas, que podem ser consideradas patrimônio biológico de imensurável valor. É um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades humanas – mais de 45% – sendo esta estimativa ultrapassada apenas pela Mata Atlântica e pelo Cerrado (CAPOBIANCO, 2002; CASTELETTI et al., 2004). Em um estudo realizado recentemente sobre a vegetação e uso do solo, verificou-se que a área de

cobertura vegetal da Caatinga é de 518.635 km<sup>2</sup>, equivalendo a 661,4% de remanescentes (BRASIL, 2008).

Algumas espécies são de grande importância econômica, especialmente para os agricultores da região. É o caso do umbuzeiro, do angico, da baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), da aroeira, do sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), do pau-d'arco [*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos], da umburana [*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett] e da umburana-de-cheiro (*Amburana cearensis* A. C. Smith). Todas, consideradas espécies nobres. A baraúna e aroeira são protegidas e têm exploração proibida para fins energéticos pelo Código Florestal brasileiro para evitar sua extinção (BRASIL, 1992).

De acordo com Longhi (1980), a análise estrutural de uma vegetação se baseia no levantamento e na interpretação de critérios exatamente mensuráveis que permitem comparar diferentes tipos de florestas e árvores. Drumond et al. (1984), analisando a sociabilidade das espécies florestais da Caatinga em Santa Maria da Boa Vista, PE, concluíram que as espécies que caracterizam a vegetação são: angico (*A. colubrina*), jurema-preta, jurema-vermelha [*Mimosa arenosa* (Willd.) Poir.], maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffman) e *Pisonia* sp. Quanto à dominância, o angico superou as demais. Sua importância econômica explica sua exploração.

Em termos forrageiros, a Caatinga mostra-se bastante rica e diversificada. Entre as diversas espécies arbóreas, merecem ser destacadas: o angico, o pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul.), a atingueira-verdadeira, a atingueira-rasteira (*Caesalpinia microphylla* Mart.) a canafistula [*Senna spectabilis* var. *excelsa* (Sharad) H. S. Irwine & Barnely], o marizeiro (*Geoffraea spinosa* Jacq.), a jurema-preta, o sabiá, o rompe-gibão (*Pithecelobium avaremotemo* Mart.) e o juazeiro.

O destaque para as arbustivas e subarbustivas é o mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.], o engorda-magro (*Desmodium* sp.), a marmelada-de-cavalo (*Desmodium* sp.), o feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.), o mata-pasto

(*Senna* sp.) e as urinárias (*Zornia* sp.). Entre as lianas e rasteiras estão as mucunãs (*Stylozobium* sp.) e as cunhãs (*Centrosema* sp.).

A fitomassa disponível para os animais numa Caatinga bruta na época chuvosa é de 1.000 kg de massa seca por hectare, distribuídos mais ou menos de modo igual entre os estratos herbáceo e lenhoso (ALBUQUERQUE; BANDEIRA, 1995). Como frutíferas, exploradas de forma extrativista pela população local, destacam-se o umbuzeiro, o araticum (*Annona glabra* L., *A. coriacea* Mart., *A. spinescens* Mart.), a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez), o jatobá (*Hymenaea* spp.), o juazeiro, o murici (*Byrsonima* spp.) e o licuri [*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.].

Diversas espécies da Caatinga são notoriamente consideradas medicamentosas de uso popular, e vendidas folhas, cascas e raízes, em calçadas e ruas, bem como mercados e feiras livres das cidades em diversas regiões do País. Entre elas, a aroeira e angico (adstringentes), araticum - *Annona* sp. (antidiarréico), quatro-patacas - *Allamanda blancheti* Muell. Arg. (catártica), pau-ferro (antiasmática e antisséptica), catingueira-verdadeira (antidiarréica), velame [*Croton campestris* (St. Hil.) Muell. Arg.] e marmeleiro, sabiá (expectorante), juazeiro (problemas estomacais), jericó [*Selaginella convoluta* (Arn.) Spring.] (diurético), pau d'arco (anticancerígena), entre outras (AGRA, 1996).

Sobre o potencial energético, os inventários florestais da região demonstram estoques lenheiros variando entre 7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de lenha (CARVALHO, 1971; LIMA et al., 1978; SOUZA SOBRINHO, 1974; TAVARES et al., 1970, 1974a; 1974b). Como fonte madeireira para a produção de lenha, carvão e estacas, está o angico, o angico-de-bezerro *Piptadenia moniliformis* Benth., a catingueira-rasteira, o sete-cascas (*Tabebuia spongiosa* Rizzini), a aroeira, a baraúna, a jurema-preta, o pau-d'arco, a catingueira-verdadeira, o sabiá e a umburana, dentre outras (DRUMOND, 1982, 1992). Em face da importância da aroeira e do umbuzeiro na economia dos agricultores, essas espécies foram proibidas de serem usadas como fonte de energia pela legislação florestal, a fim de evitar a sua extinção na vegetação nativa.

Essa forma de exploração tem levado a uma rápida diminuição das populações naturais dessas espécies vegetais, que estão ameaçadas de extinção (MENDES, 1997).

## Fauna

A fauna da região tem no umbuzeiro uma importante fonte de alimento. O consumo dos seus frutos, por ocasião da safra, além de suas raízes e folhas, é apreciado pelos caprinos, ovinos, bovinos e animais silvestres (RESENDE et al., 2004). As árvores mais velhas funcionam ainda como abrigo para as abelhas nativas e outras classes de insetos assim como pequenos roedores.

A Caatinga ainda guarda muitos segredos sobre a sua fauna. É o caso dos anfíbios, grupo que tem como habitat ambientes úmidos, e desenvolveram adaptações morfológicas e fisiológicas para lhes permitir sobreviver maiores períodos sem água. Algumas das suas estratégias são: procurar abrigo em bromélias, escavar e enterrar-se no solo e só sair após as primeiras chuvas, reprodução rápida e explosiva no período chuvoso.

Por causa da semiaridez e do predomínio de rios temporários, era de se esperar que a biota aquática da Caatinga fosse pouco diversificada. Mas já foram identificadas, pelo menos, 240 espécies de peixes, distribuídas em 111 gêneros. A maioria delas (57,3%) é endêmica (ROSA, 2004).

Segundo Brandão et al. (2000), o caráter único da Caatinga e a diversidade dos seus ambientes permitem supor que a sua fauna de invertebrados seja riquíssima, com várias espécies endêmicas. Porém, este grupo é o menos conhecido em distribuição e biologia. Sabe-se que os invertebrados formam a base da cadeia alimentar, fornecendo alimento para anfíbios, répteis, aves e pequenos mamíferos, além de alguns serem responsáveis pela polinização de certas espécies de plantas.



Com relação aos répteis, a fauna é bem diversificada e composta principalmente por lagartos e serpentes. De acordo com Brandão et al. (2000) e Oliveira (2004), a ocorrência de mamíferos na Caatinga é representada por várias espécies como o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*), raposa (*Lycalopex vetulus*), gambá (*Didelphis albiventris*), capivara (*Hydrichaeis Hydrochaeris*), cotia (*Dasyprocta leporina*), macaco-prego (*Cebus apella*), sagui-do-nordeste (*Callithrix jacchus*), queixada (*Tayassu pecari*), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), preá (*Cavia aperea*), tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), entre outros. São 148 espécies registradas, das quais 19 endêmicas.

A Caatinga abriga seis espécies de felinos: a onça-pintada (*Panthera onça*), a onça-parda (*Puma concolor*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus trigrinus*), a gata-maracajá (*Leopardus wiedii*) e o gato-mourisco (*Puma yagouaroundi*). Também ocorrem espécies exclusivas como o mocó (*Kerodon rupestris*) e o tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*).

A conservação dessa biodiversidade é um dos maiores desafios da sociedade brasileira. Esta é uma questão que precisa mobilizar, por exemplo, a comunidade acadêmica para superar os poucos estudos que existem atualmente acerca do ambiente, e a política, a fim de ampliar o tamanho da área a ser protegida. A proteção da fauna está diretamente ligada à proteção dos ambientes. As matas ciliares, por exemplo, que vêm sendo devastadas, são os locais de reprodução de muitos animais, como os répteis e anfíbios.

## Climatologia, agrometeorologia e a biogeografia dos acessos do umbuzeiro

De modo geral, as variáveis meteorológicas que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das espécies são chuva,

temperatura do ar, radiação solar, fotoperíodo, umidade do ar e do solo e velocidade e direção do vento (MONTEIRO, 2009). Com isso, é de fundamental importância se conhecer o comportamento sazonal dos principais elementos climáticos e como eles podem influenciar no desenvolvimento do umbuzeiro (PRADO; GIBBS, 1993).

## Climatologia

De acordo com Uvo e Berndtsson (1996), o regime de chuvas do Semiárido do Brasil é influenciado, principalmente, pela Zona de Convergência Intertropical que atua sobre o Oceano Atlântico e é responsável pelas precipitações registradas no centro-norte da região no período de fevereiro a maio; pelos sistemas frontais ou frentes frias, que provocam chuva no centro-sul da região e atuam nos meses de novembro a janeiro; pelos vórtices ciclônicos de altos níveis que ocorrem na primavera, verão e outono (de setembro a abril).

Além destes, mas não menos importantes, destacam-se os eventos El Niño/La Niña Oscilação Sul, que são resultantes de alterações nos valores da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico, do dipolo no Oceano Atlântico, dos Ventos Alísios e do comportamento da pressão ao nível do mar.

A maior porção da região Nordeste do Brasil é considerada semiárida por apresentar substanciais variações temporais e espaciais da precipitação pluviométrica, e elevadas temperaturas ao longo do ano (AZEVEDO et al., 1998). O clima foi o principal fator considerado para a definição da atual delimitação do Semiárido brasileiro, onde a ocorrência de veranicos e a própria variabilidade interanual da precipitação são, em muitos casos, decorrentes de fenômenos meteorológicos de grande escala, como o El Niño (SOUZA et al., 2001).

Além deste evento, essa variabilidade está associada a variações de padrões de temperatura da superfície do mar sobre os oceanos tropicais, os

quais afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical sobre o Oceano Atlântico (NOBRE; MELO, 2001), influenciando na ocorrência das precipitações, em sua quantidade, intensidade e frequência. Com isso, o desenvolvimento das espécies nativas, principalmente as anuais, é muito influenciado pela disponibilidade de água no solo oriunda das chuvas.

No caso do umbuzeiro, em uma avaliação realizada em plantas com 10 anos de idade, Cavalcanti et al. (2010) observaram que o crescimento ocorreu de forma linear, pois mesmo em anos com menor pluviometria, continuaram com seu padrão de desenvolvimento em função da água acumulada nos xilopódios. Como este estudo foi realizado em plantas jovens, ainda em formação, não foi possível avaliar os efeitos das variações climáticas entre os anos na produção de frutos. Porém, Cavalcanti et al. (2000) constataram que, em plantas adultas com idade desconhecida, temperatura e precipitação influenciam nos aspectos fenológicos do umbuzeiro na região de Petrolina, PE.

A distribuição espacial da precipitação no Nordeste brasileiro é apresentada na Figura 3 para o período de 30 anos (1961–1990). No que se refere ao total anual, observa-se que no litoral leste, as chuvas são superiores a 1.000 mm e, à medida que se vai adentrando para o interior da região, atravessando o Agreste e se dirigindo para o Sertão, as precipitações diminuem e alcançam valores médios inferiores a 500 mm anuais. Os baixos valores se devem ao fato desta região coincidir o ponto final de influência das principais frentes que convergem para o interior do Nordeste. Assim, com o deslocamento das frentes sobre o continente em direção ao interior do Semiárido, as mesmas perdem umidade e os menores totais de chuva ocorrem, especialmente, nas áreas fronteiriças entre os estados de Pernambuco, Bahia e Piauí.

Na Figura 3 também se verifica uma grande faixa com valores mais reduzidos de precipitação (< 700 mm) no Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Bahia, até parte do Ceará. Há algumas regiões centrais

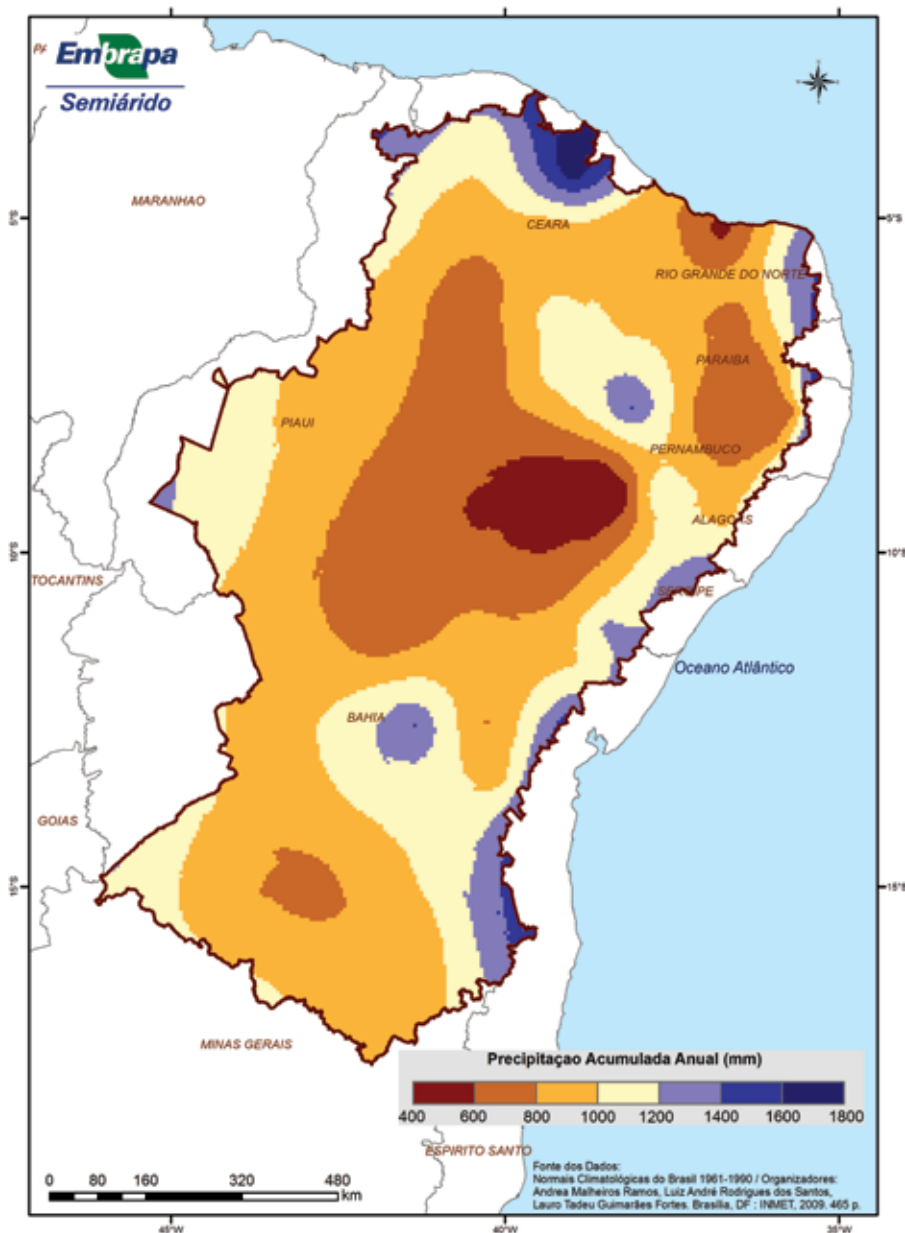


Figura 3. Climatologia da precipitação anual do Semiárido brasileiro.

de índices mais elevados de precipitação, próximos a 1.500 mm, que correspondem a microclimas específicos, onde ocorrem serras e montanhas, como na Chapada Diamantina, na Bahia, parte oeste da Paraíba e centro-norte de Pernambuco.

O valor total anual da precipitação pode não representar muito sobre a qualidade da estação chuvosa, uma vez que, para a agricultura e pecuária, mesmo em anos com total de chuva próximo ou acima da média podem ocorrer períodos prolongados de estiagem, que se intercalam com episódios de chuvas mais intensas. Isso influencia no crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais que compõem a Caatinga.

Por este motivo, o conhecimento da distribuição temporal da chuva torna-se uma informação muito importante. No Semiárido brasileiro as chuvas se concentram em poucos meses (3 a 4 meses), geralmente são intensas e ocorrem em poucos dias do ano. Na Figura 4 pode-se observar que quase metade da área dessa região apresenta até 40 dias de chuva por ano, mas existem municípios cujo número de dias com chuva não passa de 20. Assim, os veranicos ocorrem de forma acentuada, e em poucos dias podem ocorrer eventos de precipitação intensa. É mais uma característica desse ambiente, onde existe, marcadamente, um período seco que pode durar 8 meses ou mais.

Os 4 meses mais chuvosos (quadra chuvosa) para os estados do norte do Nordeste (Ceará, Rio Grande do Norte e parte da Paraíba) ocorrem de fevereiro a maio. No oeste da Paraíba e Pernambuco, leste do Piauí e região norte da Bahia, o quadrimestre chuvoso corresponde ao período de janeiro a abril, mas em algumas dessas regiões ocorre precipitações já nos meses de novembro e dezembro (Figura 5).

Em tempos recentes, o Semiárido brasileiro enfrenta período de anos consecutivos de seca, nos quais os totais pluviométricos anuais têm ficado bem abaixo da média histórica. Para se ter uma ideia, na Tabela 4 é apresentada a precipitação total mensal para o período de 2011 a 2015 observada

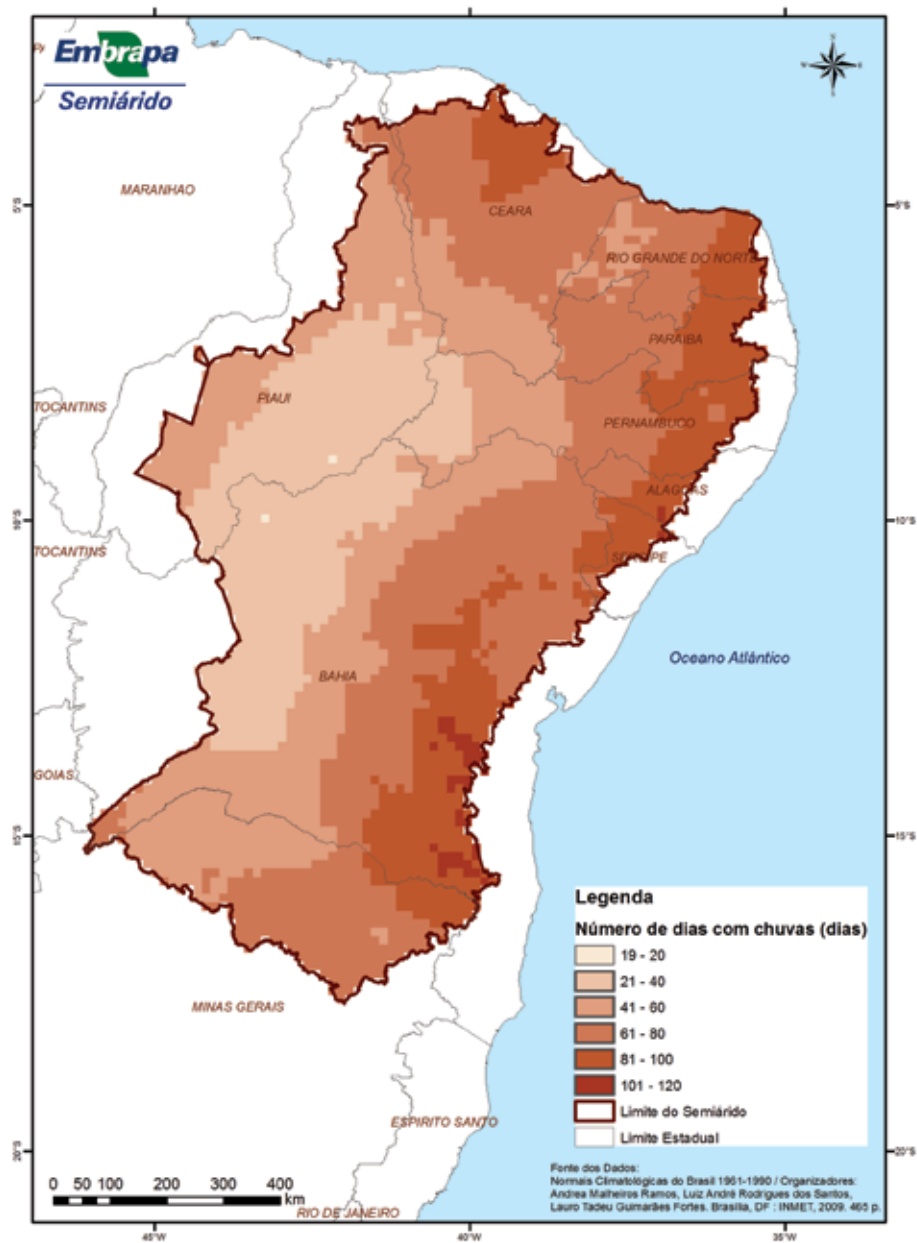
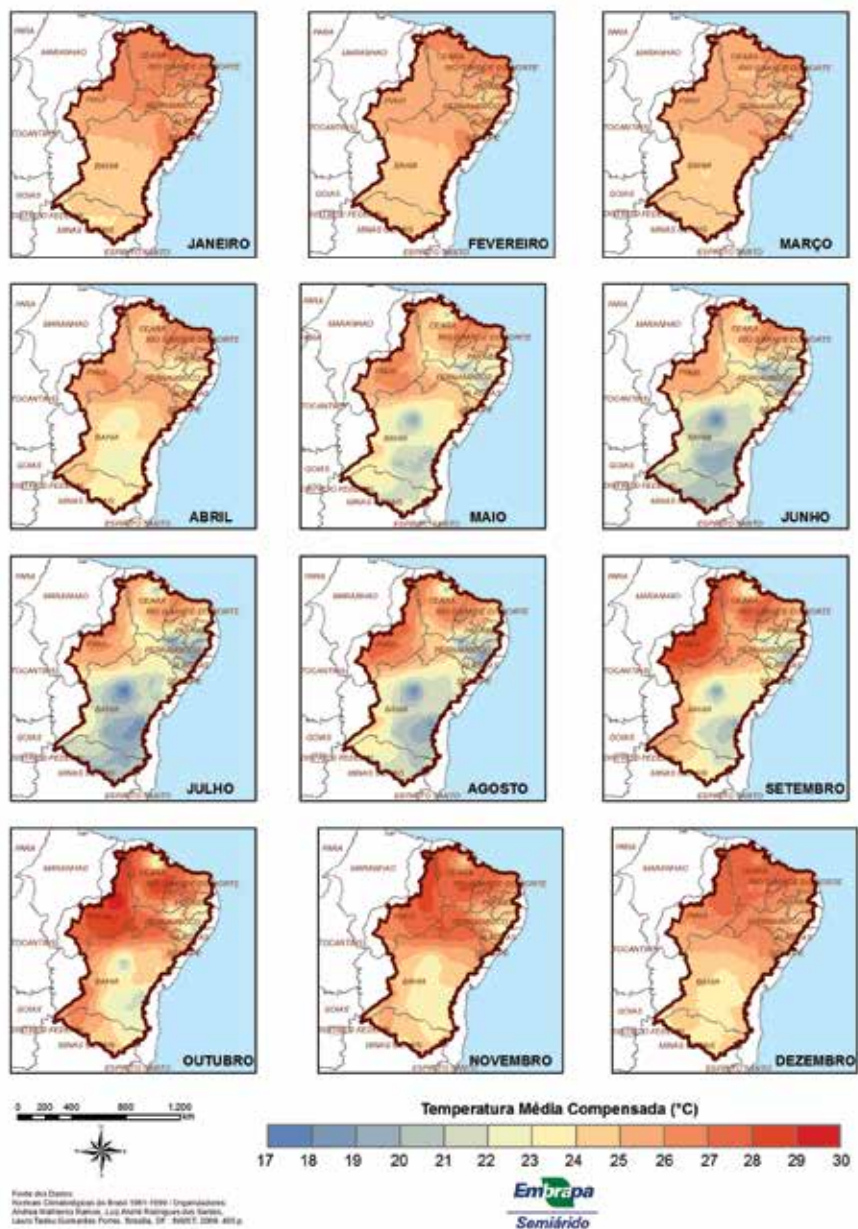


Figura 4. Número de dias com chuva no Semiárido brasileiro.



**Figura 5.** Temperatura média mensal no Semiárido brasileiro.

Fonte: Mapa elaborado no Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Semiárido.

**Tabela 4.** Precipitação mensal (mm), do período de 2011 a 2015 registrada na Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina, PE.

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média
2011	10,0	81,0	59,0	74,0	56,0	1,0	16,0	10,0	2,0	1,0	22,0	19,0	351,0
2012	6,0	48,0	4,0	0,0	12,0	6,0	1,0	3,0	0,0	0,0	13,0	0,0	93,0
2013	59,0	0,0	3,0	35,0	7,0	6,0	4,0	3,0	1,0	1,0	23,0	129,0	271,0
2014	5,0	28,0	6,0	48,0	8,0	8,0	2,0	7,0	1,0	1,2	51,8	32,5	198,5
2015	9,0	46,0	45,0	92,0	42,0	1,0	12,0	1,0	0,0	2,0	1,0	19,0	270,0

na estação agrometeorológica localizada em Bebedouro, Petrolina, PE, onde a média histórica do período de 1975 a 2009 é de 531 mm anuais.

Em 2011, o total pluviométrico correspondeu a 66% da média histórica, enquanto no ano seguinte ocorreu a pior seca que se tem registro desde o início da década de 1960. Em 2012, o total precipitado foi 93 mm, ou seja, 17,5% da média histórica. Nos anos de 2013 e 2015 a pluviometria registrada ficou em torno de 50% da média.

Na realidade, essas características de chuvas bem abaixo dos registros históricos foram mais ou menos generalizadas na maior parte do Semiárido brasileiro, principalmente nos anos de 2012 a 2014, o que resultou em baixos volumes de frutos de umbu colhidos nas safras desses anos. A produção só não foi mais prejudicada por causa das chuvas verificadas nos meses de novembro e dezembro desse período (Tabela 4).

Associados à precipitação reduzida e irregular, os altos níveis de radiação solar incidente nas áreas de baixas latitudes que resultam em



elevadas taxas evapotranspiratórias, reduzem a disponibilidade de água no solo, promovendo um balanço hídrico climático anual negativo.

A radiação solar incidente influencia diretamente na temperatura à superfície. Tem-se observado que o Semiárido apresenta elevados valores médios desse parâmetro, em sua maior parte, superiores a 26 °C, com exceção de algumas áreas de maior altitude dos estados do Ceará, Bahia e Pernambuco, onde os valores anuais da temperatura média do ar variam de 20°C a 24°C. Diferentemente da pluviometria, os valores da temperatura do ar são mais homogêneos no tempo e no espaço.

Com relação ao comportamento mensal da temperatura média do ar, verifica-se que os meses de maio a agosto são os que apresentam menores valores, principalmente na porção centro-sul do Semiárido, onde a média mensal nos meses de julho e agosto é da ordem de 17 °C no centro da Bahia (Figura 5).

Entretanto, nas menores latitudes, onde há maior disponibilidade de energia, há pouca variação térmica durante o ano, sendo observados valores médios mensais de até 30 °C em dezembro (Figura 5). Nessas regiões, os menores valores de temperatura do ar são verificados em algumas áreas de altitude mais elevada nos estados do Ceará, Paraíba e Pernambuco.

## Agrometeorologia do umbuzeiro

As características climáticas influenciam diretamente no estabelecimento e desenvolvimento das espécies vegetais nativas que, por sua vez, devem apresentar mecanismos físicos e fisiológicos especializados para sobreviver a longos períodos de estiagem e elevadas taxas de radiação e temperatura.

Em praticamente todas as referências sobre o umbuzeiro, os principais aspectos referentes ao clima estão relacionados à capacidade da planta de

suportar longos períodos secos, por meio de seus mecanismos de sobrevivência que possibilitam a perda de folhas durante a estiagem e a rápida emissão de flores e folhas, nesta sequência, imediatamente após as chuvas.

Cavalcanti et al. (2006) estudaram a emergência e a sobrevivência de plântulas de umbuzeiro na Caatinga durante 4 anos, tanto na estação chuvosa quanto no período seco. Estes autores observaram que os maiores índices de emergência de plântulas ocorreram no período de maior precipitação, entretanto, poucas plântulas conseguiram sobreviver ao período de seca e chegar à próxima estação chuvosa na forma de muda em condições de desenvolvimento.

Mas, além do clima, existem outros fatores que também contribuem para a redução da emergência e desenvolvimento de plântulas do umbuzeiro na Caatinga, de maneira que são poucas as observações existentes de plantas nativas jovens sob condições naturais. Com isso, apesar de endêmico, o umbuzeiro está entre as espécies ameaçadas de extinção. Uma planta adulta de umbuzeiro tem seus estádios fenológicos de desenvolvimento bem diferenciados em função das condições do tempo.

Segundo Cavalcanti et al. (2005), a reprodução do umbuzeiro tem início com a perda das folhas, que ocorre após o período de chuvas, ou seja, na época seca, quando, também, são verificados os menores valores da temperatura do ar. De acordo com estes autores, a floração do umbuzeiro pode ocorrer mesmo sem precipitação, desde que algum sistema atmosférico seja capaz de proporcionar alteração nos padrões de temperatura e umidade do ar que induzam a floração dessa espécie. Assim, o clima assume o papel de impulsor da floração da planta, associado à água armazenada nos xilopódios.

O número de dias de duração de cada fase fenológica depende das condições climáticas, principalmente da precipitação e da temperatura do ar. Para o Estado de Pernambuco, Cavalcanti et al. (2005) verificaram que o número de dias entre a queda das flores e a emissão do botão floral variou

em torno de 36 dias; entre o surgimento do botão floral e a abertura das flores foram constatadas variações entre 5 e 8 dias; entre a abertura das flores e o início da frutificação foram verificados 10 dias; enquanto a maior duração de período fenológico ocorreu entre a frutificação e a maturação, para a qual foram necessários 125 dias. Apesar de escassos, estudos sobre essa temática podem ser úteis para a previsão de datas de colheita, e deve-se destacar que, por causa da irregularidade das precipitações, até em uma mesma área, existem variações nas datas de ocorrências dos eventos fenológicos do umbuzeiro.

Isso evidencia a grande variabilidade temporal nas precipitações, entre os anos. Cavalcanti et al. (2009) avaliaram o crescimento de plantas de umbuzeiro até os 11 anos e observaram que sua altura pode alcançar 2,87 m, com diâmetro de caule em torno de 0,14 m e de copa ao redor de 4,8–5,9 m, enquanto as raízes alcançaram, aproximadamente, 2,7 m de raio ao redor do tronco, e profundidade de quase 2,0 m.

Esses valores refletem o crescimento de plantas de umbuzeiro sob o clima e solo onde foram estudados, e podem variar em função desses fatores, além de outros destes dependentes, como fertilidade do solo e disponibilidade de água. Os mesmos autores têm realizado estudos nos quais acompanham, anualmente, o crescimento e desenvolvimento de plantas de umbuzeiro, cujos dados poderão ser úteis para modelagem de crescimento associada aos parâmetros climáticos, ao longo de anos.

## Biogeografia do umbuzeiro: algumas informações

Estudos biogeográficos sobre essa frutífera são praticamente inexistentes. Contudo, alguns artigos técnico-científicos expõem a sua distribuição espacial, o que é básico para pesquisas dessa natureza.

Duque (1980) afirma que o umbuzeiro pode ser encontrado principalmente em áreas de alta insolação, com precipitação na faixa de 400 mm a 800 mm anuais. Esta espécie endêmica da Caatinga (PRADO; GIBBS, 1993) tem sido estudada por causa de suas características morfológicas, fisiológicas e adaptativas peculiares, e por ter potencial para se consolidar como importante recurso da vegetação nativa para a convivência dos agricultores com o Semiárido. Esses autores apresentam um mapa de ocorrência desta espécie, cujo principal limite é a Caatinga.

De acordo com Barreto e Castro (2010), o umbuzeiro é encontrado nas regiões Agreste do Piauí, nos Cariris da Paraíba, na Caatinga de Pernambuco e Bahia e norte e nordeste de Minas Gerais. Uma atualização da distribuição geográfica do umbuzeiro pode ser observada na base de dados da Rede SpeciesLink<sup>1</sup>, onde se observa que a quase totalidade dos pontos amostrais encontra-se no limite do Semiárido, principalmente nos estados da Bahia e Pernambuco.

Por causa de sua ampla distribuição, algumas pesquisas foram conduzidas a fim de se entender como os diferentes ambientes podem contribuir ou não para a diversidade genética do umbuzeiro, uma vez que têm sido observadas características fenotípicas bem variadas entre os indivíduos, principalmente em relação ao tamanho dos frutos. Estudos envolvendo clima e aspectos genéticos e fenotípicos de plantas dessa nativa foram realizados por Santos et al. (1997) e Santos e Oliveira (2008).

A fim de entender melhor o clima de algumas áreas de coleta de indivíduos de umbuzeiro, na Tabela 5 são apresentados os dados médios mensais de temperatura do ar (°C) e precipitação (mm). Essas áreas são citadas, pois de acordo com trabalho realizado por Santos et al. (1997) as mesmas representam ecorregiões com mais de 40% de indivíduos similares, sendo indicadas como regiões de dispersão e/ou especiação do umbuzeiro.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <[www.specieslink.org.br](http://www.specieslink.org.br)>.

**Tabela 5.** Valores médios mensais da temperatura do ar (T, °C) e precipitação (P, mm) para diferentes locais de ocorrência do umbuzeiro (Spondias tuberosa) na região do Semiárido brasileiro.

Local	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual	
Triunfo, PE	T (°C)	22,6	21,9	21,5	21,0	20,1	19	18,4	19,2	20,8	22,5	23,1	23,0	21,1
	P (mm)	152,3	189,2	223,6	220,6	163,9	132,6	132,1	38,6	29,3	26,9	26,5	65,2	1.400,8
Caruaru, PE	T (°C)	23,9	24,1	24,1	23,6	22,7	21,6	20,6	20,9	21,7	23,1	23,7	24,2	22,8
	P (mm)	60,2	34,3	97,6	113,8	77,4	105,0	134,8	45,0	25,2	10,9	9,6	27,3	741,1
Petrolina, PE	T (°C)	27,2	26,8	27,1	26,2	25,5	24,5	24,1	24,7	26,2	27,7	28,2	27,6	26,3
	P (mm)	78,3	109,0	132,6	91,8	21,8	5,5	8,2	2,5	5,3	23,2	52,1	50,2	580,5
Jeremoabo, BA	T (°C)	26,6	26,2	26,0	25,0	23,8	22,7	22,1	22,2	23,2	25,1	26,3	26,3	24,6
	P (mm)	43,1	81,2	69,4	42,8	56,4	42,1	50,0	28,5	14,7	22,9	16,1	55,3	522,5
Jacobina, BA	T (°C)	25,0	25,1	25,0	24,3	22,9	21,5	21,0	21,6	23,1	24,5	25,1	24,8	23,7
	P (mm)	104,6	97,3	126,5	96,8	48,4	53,0	46,4	39,1	31,1	40,7	91,0	122,9	897,8
Tanquinho, BA	T (°C)	26,2	26,1	26,0	25,0	23,7	22,3	21,6	21,9	22,9	24,6	25,6	25,8	24,3
	P (mm)	99,1	86,9	70,4	62,2	99,1	71,2	62,2	47,0	41,3	57,8	74,1	90,5	861,8
Pio IX, PI	T (°C)	27,0	26,3	25,6	25,4	24,9	24,6	24,8	25,7	27,0	27,8	27,6	27,6	26,2
	P (mm)	92,2	133,4	172,5	125,7	39,5	11,9	4,0	2,5	4,0	13,7	29,4	46,5	675,3
Ipuatiara, BA	T (°C)	23,8	23,5	24,1	23,5	22,6	21,4	21,0	21,8	23,4	24,5	24,2	23,9	23,1
	P (mm)	93,6	76,8	88,7	47,3	7,8	2,2	2,0	0,5	7,6	33,9	141,4	126,6	628,4

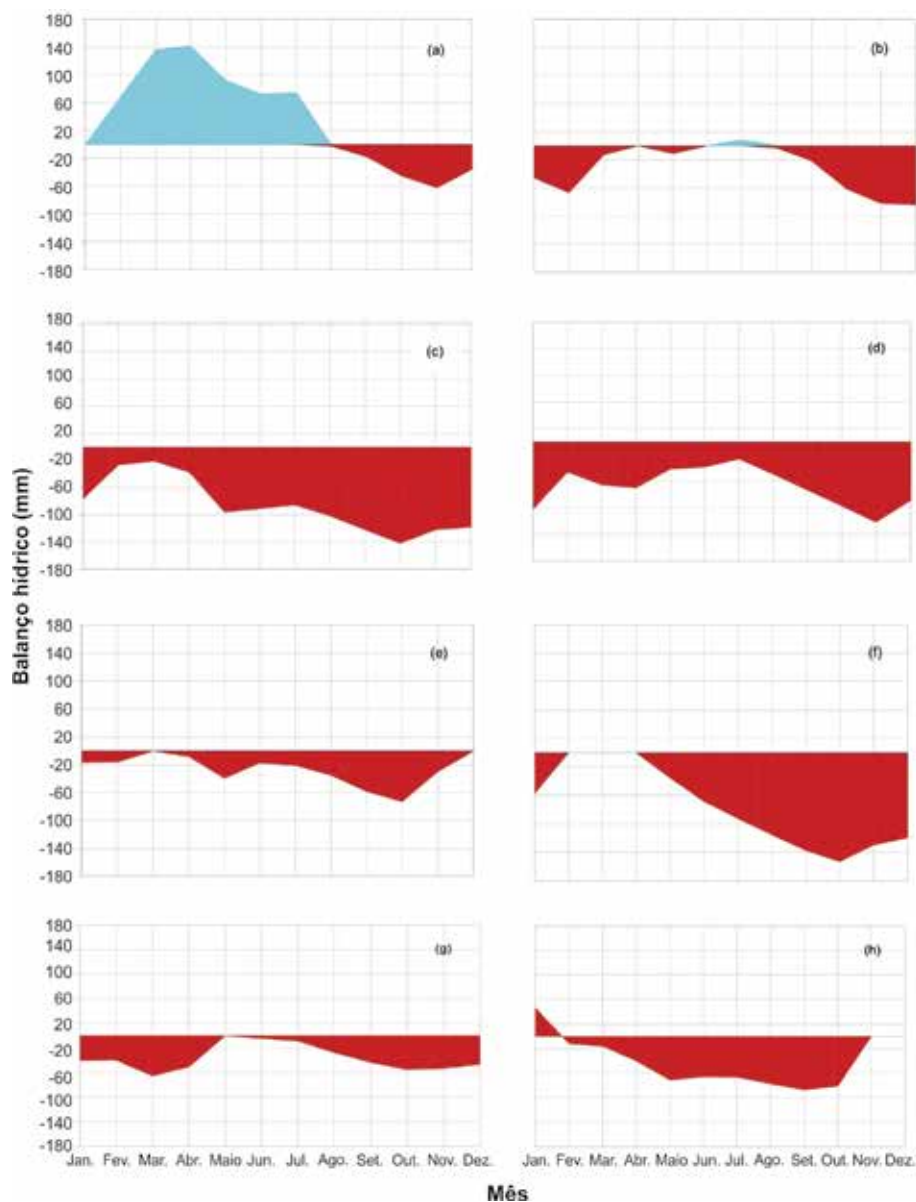
Fonte: Dados... (1990).

Para estas localidades verifica-se que a temperatura média anual variou entre 21,1 °C e 26,3 °C. A mínima ocorreu no mês de julho com valores da ordem 18,4 °C em Triunfo, PE e maiores iguais a 24,8 °C, em Pio IX, PI, enquanto os meses com os maiores valores médios mensais da temperatura do ar, para a maioria das localidades foram novembro e dezembro.

No que se refere à precipitação observa-se uma grande variabilidade espacial nos registros pluviométricos. O período chuvoso compreendeu os meses de janeiro a abril, com cerca de 60% do total anual de precipitação. Observa-se ainda, a capacidade de exploração da espécie em condições variadas de precipitação, que compreendem desde áreas cujo total anual médio de chuva atinge 1.400 mm, como em Triunfo, PE, até regiões em que chove apenas 522 mm, como é o caso de Jeremoabo, na Bahia.

Entretanto, um importante condicionante da fenologia e produção de umbu é a disponibilidade água no solo. Cavalcanti et al. (2000) afirmam que, assim como outras espécies da Caatinga, o umbuzeiro passa um extenso período de estresse hídrico para iniciar seu ciclo produtivo anual. Dessa forma, é importante se conhecer o extrato do balanço hídrico climatológico (Figura 6) das áreas onde se observam plantas de umbuzeiro, uma vez que a água no solo é essencial para seu desenvolvimento. Observa-se que a maioria dos municípios analisados apresenta deficit hídrico acentuado, no qual, embora seja perceptível a sua redução nos períodos mais chuvosos, observa-se que o volume pluviométrico não é suficiente para compensar as perdas de água ocasionadas pelas condições climáticas vigentes nas diferentes regiões.

Os municípios de Triunfo e Caruaru, em Pernambuco, merecem destaque pelo fato de apresentarem excedente hídrico em parte do ano, ou seja, durante o período chuvoso; isso se deve especialmente ao fato de que ambos apresentam condições climáticas mais amenas, quando comparados aos municípios de outras regiões do Semiárido, com menores valores de temperatura média e volume pluviométrico mais elevado, que juntos



**Figura 6.** Extrato do balanço hídrico mensal, com o deficit (DEF) e excedente (EXC) hídrico para diferentes localidades produtoras de umbu: (a) Triunfo, PE, (b) Caruaru, PE, (c) Petrolina, PE, (d) Jeremoabo, BA, (e) Jacobina, BA, (f) Tanquinho, BA, (g) Pio IX, PI e (h) Ipupiara, BA.

concorrem para um aumento da disponibilidade hídrica no solo. Ou seja, nessas áreas, durante o período chuvoso, é observado excedente (EXC) ao invés de deficit (DEF) hídrico. É importante salientar que não foi observado estudo relacionando aspectos climáticos com as quantidades de frutos colhidos, bem com o total da produção, mas existe uma grande diversidade fenotípica de umbuzeiro no Semiárido do Brasil.

## Considerações finais

O Semiárido brasileiro tem nos recursos naturais a sua principal fonte de exploração para a sobrevivência de grande parte de sua população. A exploração agrícola, envolvendo o plantio de culturas alimentícias, criação de animais e o extrativismo de espécies nativas, vem sendo a principal atividade econômica, porém, com baixa eficiência de produção atribuída, principalmente, às condições climáticas irregulares, tanto na frequência como na quantidade de chuva no período em que a atividade é desenvolvida.

Na busca por melhores sistemas para a exploração agrícola em condições de instabilidade climática, a Embrapa Semiárido, em parceria com outras instituições de pesquisa, desenvolvimento e ensino, vem desenvolvendo e testando tecnologias que disponibilizem aos agricultores sistemas de produção economicamente mais eficientes.

O umbuzeiro, espécie endêmica do Semiárido brasileiro que vem sendo pesquisada há 30 anos pela Embrapa Semiárido, é uma das alternativas indicadas para plantio e que pode incrementar a renda do pequeno produtor rural.

## Referências

AGRA, M. F. **Plantas da medicina popular dos Cariris Velhos, Paraíba, Brasil**. João Pessoa: União, 1996. 125 p. il..



ALBUQUERQUE, S. G. de; BANDEIRA, G. R. L. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a Caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 6, p. 885-891, 1995.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, p. 149-163, 1981.

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. **Desenvolvimento sustentado da Caatinga**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1997. 19 p. (EMBRAPA-CNPC. Circular técnica, 13).

AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B. da; RODRIGUES, M. F. G. Previsão estatística das chuvas de outono no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 19-30, 1998.

BARRETO, L. S.; CASTRO, M. S. de. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 64 p. il.

BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M.; YAMAMOTO, C. I. **Avaliação do estado atual do conhecimento sobre a diversidade biológica de invertebrados terrestres no Brasil: inveterados terrestres**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2000. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/invter1.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/invter1.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2016.

BRASIL, Portaria nº 37-N/1992, de 3 de abril de 1992. Divulga a lista oficial da flora ameaçada de extinção elaborada pelo Ibama. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 de abril de 1992. Seção 3, p. 204.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do Bioma Caatinga**: relatório final. Brasília, DF, 2008. 19 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteúdo.monta&idEstrutura=72&idMenu=3813&idConteúdo=5979>>. Acesso em 11 jan. 2008.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semi-Árido brasileiro**. Brasília, DF, 2005a. 32 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**: PAN-Brasil. Brasília, DF, 2005b. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_desertif/\\_arquivos/pan\\_brasil\\_portugues.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/pan_brasil_portugues.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2015.

CAPOBIANCO, J. P. R. Artigo base sobre biomas brasileiros In: CAMARGO, A.; CAPOBIANCO, J. R. P.; OLIVEIRA, J. A. P. (Org.). **Meio ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio 92**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2002. p. 117-155.

CARVALHO, G. H. de. Contribuição para a determinação da reserva madeireira do Sertão Central do Estado de Pernambuco. **Boletim de Recursos Naturais**, Recife, v. 9, p. 289-312, jan./fev. 1971.

CASTELLETI, C. H. M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas prioritárias para preservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p. 91-100.

CAVALCANTI, N. de B.; LIMA, J. L. S. de; RESENDE, G. M. de; BRITO, L. T. de L. Ciclo reprodutivo do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) no Semi-Árido do Nordeste brasileiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 272, p. 421-439, jul./ago. 2000.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de; DRUMOND, M. A.; BRITO, L. T. de L. Emergência e sobrevivência de plântulas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) na Caatinga. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 4, p. 391-396, out./dez. 2006.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de; BRITO, L. T. de L. Desenvolvimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) na região Semi-árida do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., 2009, Curitiba. **Agricultura familiar e camponesa: experiências passadas e presentes construindo um futuro sustentável: anais**. Curitiba: ABA: SOCLA, 2009. 1 CD-ROM. Publicado também na Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4, n. 2, 2009.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de; BRITO, L. T. de L. O crescimento de plantas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* ARRUDA) no Semi-árido de Pernambuco. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 3, p. 21-31, 2010.

CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, A. H. B. B. da; ARAÚJO FILHO, J. C. de. A pesquisa em ciência do solo no Semiárido brasileiro. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da. (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2, cap. 5, p. 453-491.

DADOS **pluviométricos mensais do Nordeste**: Pernambuco. Recife, 1990. 363 p. (SUDENE. Pluviometria, 6).

DRUMOND, M. A. Potencialidade das essências nativas do Trópico Semi-Árido. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16A, n. 2. p. 766-781, 1982. Edição dos anais do 5º Congresso Nacional sobre essências nativas, Campos do Jordão, SP.

DRUMOND, M. A.; LIMA, P. C. F.; SOUZA, S. M.; LIMA, J. L. S. Sociabilidade das espécies florestais da caatinga em Santa Maria da Boa Vista-PE. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 4, p. 47-59, 1984.

DRUMOND, M. A. Reflorestamento na região semi-árida do Nordeste brasileiro. In: NOVAIS, A. B. de.; SÃO JOSÉ, A. R.; BARBOSA, A. de A.; SOUZA, I. V. B. (Org.). **Reflorestamento no Brasil**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, 1992. p. 28-34.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1980. 316 p. (Coleção Mossoroense 143).

IBGE. **Censo demográfico 2000**: características da população e dos domicílios: resultados do universo. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000>>. Acesso em: 20 out. 2012.

IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação**. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm>>. Acesso em: 14 jun. 2015.

IBGE. **Censo 2010**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://mapasinterativos.ibge.gov.br/grade/default.html>>. Acesso em: 15 set. 2015.

- JACOMINE, P. T. K. Solos sob Caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 96-111.
- LIMA, P. C. F.; DRUMOND, M. A.; SOUZA S. M.; LIMA J. L. S. Inventário florestal da Fazenda Canaã. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 2, n. 14, p. 398-399, 1978. Edição dos anais do 3º Congresso Florestal Brasileiro, Manaus.
- NOBRE, P.; MELO, A. B. C. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Climanálise – Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, São José dos Campos, v. 16, n. 12, p. 1-15, dez. 2001.
- LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de Araucária angustifolia (Bert). O. Ktze no Sul do Brasil**. 1980. 198 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LUETZELBURG, P. von. **Estudo botânico do Nordeste**. Rio de Janeiro: Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, 1974. 283 p. (Publicação, 57, v. 3).
- MARENCO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 202 p. il. (Série biodiversidade, 26).
- MELO FILHO, J. F. de; SOUZA, A. L. V. O manejo e a conservação do solo no Semi-Árido baiano: desafios para a sustentabilidade. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 50-60, nov. 2006.
- MENDES, B. V. Importância social, econômica e ecológica da caatinga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMI-ÁRIDO, 1., 1997, Mossoró. **Anais...** Mossoró: Fundação Vingt-Un Rosado: CEMAD, 1997. p. 72-121. (Coleção Mossoroense, série C, 948).
- MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: Inmet, 2009. 530 p. il.
- MOURA, M. S. B.; GALVÍNIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. de; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Org.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 37-59.
- NASCIMENTO, C. E. de S.; RODAL, M. J. N.; CAVALCANTI, A. C. Phytosociology of the remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the banks of the São Francisco river - Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 271-287, 2003.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 421 p.
- OLIVEIRA, J. A. de. Diversidade de mamíferos e o estabelecimento de áreas prioritárias para a conservação do Bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p. 264-282.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America. **Annals Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 80, p. 902-927, 1993. Disponível em: <[http://ia600706.us.archive.org/11/items/cbarchive\\_39349\\_patternsofspeciesdistributioni1993/patternsofspeciesdistributioni1993.pdf](http://ia600706.us.archive.org/11/items/cbarchive_39349_patternsofspeciesdistributioni1993/patternsofspeciesdistributioni1993.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2013.

QUEIROZ, L. P. The Brazilian Caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G.P.; RATTER, J. A. (Ed.). **Neotropical dry forests and savannas**. Edinburgh: Royal Botanical Garden, 2006. p. 113-149.

RESENDE, G. M. de; CAVALCANTI, N. de B.; DRUMOND, M. A. Consumo de frutos do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) pelos caprinos na Caatinga. **Agrossilvicultura**, Viçosa, MG, v. 1, n. 2, p. 203-210, jul./dez. 2004.

ROSA, R. Diversidade e conservação dos peixes da Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p. 150-156.

SÁ, I. B.; RICHÉ, G. R.; FOTIUS, G. A. As paisagens e o processo de degradação do Semi-árido nordestino. In: SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p. 17-36.

SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no Semiárido brasileiro. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. p. 53-76.

SÁ, I. B.; DRUMOND, M. A.; CUNHA, T. J. F.; TAURA, T. A. Mapeamento da cobertura vegetal e uso das terras do Bioma Caatinga. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL: CLIMA, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS - ICID+18, 2., 2010, Fortaleza. **Conferência...** Fortaleza: CGEE; Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/28300/1/IEDO.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria orgânica do solo no Bioma Caatinga. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p. 419-441.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SOUTO, A.; RODAL, M. J. N.; CASTRO, A. A. J. F.; HAZIN, C. Caatingas e cerrados do NE: biodiversidade e ação antrópica. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza. **Anais...** Brasília, DF: Fundação Grupo Esquel do Brasil, 1994. p.1-15.

SANTOS, C. A. F. Dispersão da variabilidade fenotípica do imbuzeiro no Semi-Árido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 9, p. 923-930, set. 1997.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de. Inter-relações genéticas entre espécies do gênero *Spondias* com base em marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 731-735, set. 2008.

- SILVA, F. B. R.; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, C.; BRITO, L. T. L. CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1992. 155 p.
- SILVA, F. B. R.; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAUJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; Recife: EMBRAPA-CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2 v. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 80).
- SILVA, J. R. C. Erosão e produtividade do solo no Semi-Árido brasileiro. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Ed.). **Agricultura, sustentabilidade e o Semi-Árido**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. p. 168-213.
- SIQUEIRA FILHO, J. A. de (Org.). **Flora das Caatingas do Rio São Francisco**: história natural e conservação. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson; Petrolina: Univasf, 2012. 552 p.
- SOUZA SOBRINHO, J. Contribuição à determinação do potencial madeireiro do Vale do Jaguaribe, estado do Ceará. **Boletim de Recursos Naturais**, Recife, v. 17, n. 2, p. 91-120, 1974.
- SOUZA, S. S.; TOMASELLA, J.; GRACIA, M. G.; AMORIM, M. C.; MENEZES, P. C. P.; PINTO, C. A. M. O Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real na área de atuação da Sudene – Proclima. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 25, v. 1, p. 15-24, 2001.
- TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. de S.; CARVALHO, G. H. de; LIMA, J. L. S. de. Inventário florestal de Pernambuco: estudo preliminar das matas remanescentes dos municípios de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina. **Boletim de Recursos Naturais**, Recife, v. 8, n. 1/2, p. 149-194, 1970.
- TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. S.; LIMA, J. L. Inventário florestal do Ceará II – Estado preliminar das matas remanescentes do município de Tauá. **Boletim de Recursos Naturais**, Recife, v. 17, n. 2, p 5-19, 1974a.
- TAVARES, S.; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. S.; LIMA, J. L. S. Inventário florestal do Ceará III – Estado preliminar das matas remanescentes do Município de Barbalha. **Boletim de Recursos Naturais**, Recife, v. 17, n. 2, p. 20-46, 1974b.
- UVO, C.; BERNDTSSON, R. Regionalization and spatial properties of Ceará State rainfall in northeast Brazil. **Journal of Geophysical Research**, [Hoboken], v. 101, n. D2, p. 4221-4233, Feb. 1996.
- VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste: Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/203/\\_arquivos/ecorregioes\\_site\\_203.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/ecorregioes_site_203.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2015.

# 2

## Caracterização botânica e biologia reprodutiva

Lúcia Helena Piedade Kiill  
Francisco Pinheiro de Araújo  
Visêlido Ribeiro de Oliveira  
Márcia de Fátima Ribeiro



## Introdução

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma das espécies da Caatinga de importância ambiental e socioeconômica para o Semiárido. Este reconhecimento remonta às populações indígenas que povoavam a região mesmo antes da colonização. Prova disto é o próprio nome comum da espécie, popularmente denominada como “ambu”, “imbu” ou “umbu”, originários do termo Tupi-guarani “y-mb-u”, que significa “árvore que dá de beber”, em alusão às raízes que armazenam água e nutrientes em estruturas que fazem lembrar formas de “batatas” e, que, em época de grande estiagem, também são utilizadas como alimentos. Assim, ante a relevância histórica dessa frutífera, desde os antepassados indígenas até o sertanejo atual, tramita o projeto de lei nº 3.458/2004, que dispõe sobre a proibição da derrubada do umbuzeiro em todo o Brasil, de forma a promover sua proteção (CASTELLANI, 2004). Do ponto de vista ecológico, a espécie mantém estreita relação com as abelhas da tribo Meliponini, fornecendo recursos florais, tais como néctar e pólen para sua alimentação, bem como local de nidificação (MARINHO et al., 2002). Também, está associado com outros grupos da fauna da Caatinga, uma vez que seus frutos servem de alimento para aves, mamíferos e répteis (MAIA, 2004) e suas folhas são pastejadas por animais de criação e silvestres, constituindo uma importante fonte de nutrientes (FERREIRA et al., 2005).

Neste capítulo são apresentadas informações sobre a origem e distribuição da espécie, sua classificação botânica, descrição morfológica e de seus prováveis híbridos naturais, fenologia e ecologia da polinização, visando caracterizar a espécie e seus processos ecológicos.

## Classificação botânica

O umbuzeiro pertence à família Anacardiaceae que tem distribuição pantropical, sendo constituída por cerca de 80 gêneros e 600 espécies, dos



quais 13 gêneros e 68 espécies ocorrem no Brasil (BARROSO, 1991). Esta família caracteriza-se por apresentar um disco intra-estaminal dotado de canais resiníferos, cuja seiva adquire coloração preta em contato com o ar, ovário comumente unilocular e o fruto drupáceo (LAWRENCE, 1977).

Inúmeros representantes dessa família são conhecidos e valorizados pelo alto valor econômico como frutíferas, a exemplo do caju (*Anacardium occidentale* L.), da manga (*Mangifera indica* L.) e do pistache (*Pistacia vera* L.). Outros, como a muiraquatiara (*Astronium fraxinifolium* Schott, *A. lecointein* Ducke), a aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), a baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler) e a aroeirinha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) são valorizados por produzirem madeira resistente e de boa qualidade (BARROSO, 1991; BARROS, 1995).

O gênero *Spondias* L. foi estabelecido em 1753 por Linnaeus no tratado botânico *Genera Plantarum*, para agrupar as “ameixas dos trópicos”. Na época, foi representado por uma única espécie, a cajazeira (*S. mombin* L.). Somente dez anos mais tarde, foram descritas as espécies *S. purpurea* L. (ce-rigueleira), *S. dulcis* Parkinson (sinonímia de *S. cytherea* Sonn. – cajaraneira) e *S. pinnata* (L.f.) Kurtz, nativa da Indo Malásia (SOUZA, 2011).

Atualmente, o gênero é composto por 17 espécies, distribuídas pela América tropical (sete) e pela Indo Malásia (dez), que se caracterizam por apresentar endocarpo fibroso e folíolos com veias intra-marginais (MILLER; SCHAAL, 2005). Para o Brasil são descritas seis espécies: *Spondias lutea* L., *S. mombin* L., *S. cytherera* Sonn., *S. venulosa* ex. Engl., *S. tuberosa* Arruda e *Spondias* sp., havendo poucas informações taxonômicas sobre o grupo, o que tem dificultado a delimitação das espécies desse gênero (PIRES, 1990).

## Descrição da espécie e dos prováveis híbridos naturais de *Spondias tuberosa* Arruda

O umbuzeiro é uma árvore xerófila, típica das Caatingas e não deve ser confundido com o umbu do Sul do Brasil (*Phytolacca dioica*

L.– Phytolocaceae), que ocorre nos Estados de São Paulo, Rio Grande do sul e Minas Gerais (ANDRADE-LIMA, 1989). O nome genérico *Spondias* significa “ameixa” e o epíteto específico *tuberosa* foi atribuído, pois as plantas apresentam raízes tuberosas frequentemente chamadas de xilopódios, ou, mais popularmente, de batatas ou cucas (MAIA, 2004).

A planta é considerada como uma árvore de pequeno porte (Figura 1a), com 4–10 m de altura, de sistema radicular formado por raízes longas, espalhadas horizontalmente, próximas à superfície do solo (Figura 1b), e túberas que se caracterizam como intumescências arredondadas de superfícies externas escuras, com cerca de 20 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, providas de tecido lacunoso e celulósico, que podem ser encontradas entre 10 cm a 30 cm de profundidade. Cavalcanti et al. (2002) e Cavalcanti e Resende (2006), em levantamento feito em plantas nativas, encontraram em média 978,42 túberas/planta adulta, com peso médio de 1.731,2 kg/planta, estimando-se que estas podem armazenar cerca de 2.000 litros de água contendo sais minerais.

O caule é curvo e apresenta de três a cinco ramificações principais que podem ocorrer desde a base até 1 m de altura do solo. O tronco e as ramificações principais são recobertos por uma camada de ritidoma áspera, de espessura entre 2,0 mm a 5,0 mm e de cor cinza-claro a preto (Figura 1c), formada por placas subretangulares, de ângulos arredondados e resultantes do fendilhamento logitudinal e transversal das lenticelas que as limitam. Abaixo do ritidoma, encontra-se uma casca interna viva, de espessura entre 5,0 mm a 12,0 mm, avermelhada e que, por incisão, exhibe exsudato transparente e resinoso (LIMA, 1982). Em árvores adultas, é frequente a formação de ocos nos ramos, os quais podem ser utilizados como abrigo para animais silvestres e substrato de nidificação para abelhas sem ferrão (Figura 1d), como por exemplo munduri (*Melipona asilvai*) (SOUZA et al., 2008, 2009), jandaira (*Melipona subnitida*), mandaçaia (RIBEIRO et al., 2012) abelha branca (*Frieseomelitta doederleini*) e marmelada amarela brava (*Frieseomelitta varia*) (MARTINS et al., 2004).

Foto: Tamires Almeida Silva



A



B

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti

Foto: Tamires Almeida Silva



C



D

Foto: Jhonatan Tiago L. Santos

**Figura 1.** Morfologia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). Vista geral da planta mostrando copa umbeliforme (A); distribuição das raízes tuberosas próximas à superfície do solo (B); detalhe do tronco mostrando textura e coloração do ritidoma (C); detalhe da entrada no ninho (seta) de abelha sem ferrão em oco do ramo (D).

A copa do umbuzeiro é ampla e umbeliforme, composta por um emaranhado de ramos tortuosos e recurvados, atingindo diâmetros que podem variar de 9,20 m a 14,5 m (PIRES, 1990). Segundo Albuquerque et al. (1982), em estudos realizados na região de Petrolina, PE, o umbuzeiro foi considerado como a espécie de maior área de copa (105,55 m<sup>2</sup>).

As folhas são compostas, pecioladas, alternas, e apresentam de 8-15 cm de comprimento, imparipinadas, ocasionalmente folíolo terminal ausente e glabras quando adultas. Os folíolos são curtos peciolados, apresentam de 4–6 cm x 2–2,5 cm, 3–5 pares, membranáceos a cartáceos, verde-claro brilhante, quando jovens, e verde fosco, quando adultos. Têm

formato ovalado ou elipsoide, base obtusa ou levemente cordada, e ápice agudo ou obtuso e margem serrilhadas ou inteiras lisas (PIRES, 1990).

As inflorescências são do tipo panícula (Figura 2a), terminal, piramidal, pubérula, medindo entre 10–15 cm de comprimento e compostas por cerca de nove fascículos opostos. O tamanho do fascículo, bem como o número de flores/fascículo, diminuem da base para o ápice da inflorescência, conferindo o formato piramidal. As inflorescências contêm cerca 150 flores e dois tipos florais são encontrados – hermafrodita e masculina – (Figuras 2b e 2c), em proporção que pode variar em 1:1 (PIRES; OLIVEIRA, 1986) ou 40% hermafroditas e 60% masculinas, havendo concentração das primeiras no meio e ápice da panícula e, das segundas, na base (NADIA et al., 2007a).

As flores dos dois tipos são pentâmeras, actinomorfas, pediceladas, com 5,5–7,5 mm de diâmetro, de coloração esbranquiçada. As sépalas medem cerca de 1–2 mm x 1 mm, apresentam formato triangular, ápice agudo, base obtusa, margem inteira, face externa com tricomas tectores, face interna glabra. As pétalas medem cerca de 1,2–2 mm x 1–1,5 mm, são livres, com formato oblongo, ápice agudo, base truncada e margem inteira, membranácea (SANTOS et al., 2005).

O androceu é composto por 8–12 estames, sendo 4–5 externos, antepétalos, que estão distribuídos em dois grupos, opostos às pétalas, e 5–6 longos, alternados com estas, todos com filetes brancos e anteras amarelas. Os grãos de pólen apresentam-se em mônades, isopolares, circulares em vista polar, 3-colporados, ectoabertura longa, endoabertura retangular e alongada, exina reticulado-estriada.

O gineceu nas flores hermafroditas é formado por um ovário súpero, globoso, com 1,6–2,0 mm de comprimento, pentalocular com apenas um lóculo fértil, uniovulado. Os estiletos, em número de quatro a cinco, são curtos e livres, e o estigma é inconspícuo. As flores masculinas apresentam pistilódio. O nectário é intra-estaminal, cupuliforme, decalobado, de cor creme a amarela e aspecto esponjoso (PIRES, 1990).

O fruto é uma drupa elipsoidal, glabra ou levemente pilosa (Figura 2d), arredondada, medindo de 2 cm a 5 cm, que apresenta epicarpo de espessura variável, de cor amarelo-esverdeada, mesocarpo de sabor adocicado e endocarpo de tamanho variado, com extremidade proximal, em relação ao pedúnculo, mais afunilada do que a distal (MAIA, 2004). Segundo Pires (1990), diferenças quanto às dimensões e as formas dos frutos foram registradas, variando de 26,5 mm a 42,9 mm de comprimento e de 22,4 mm a 39,1 mm de diâmetro. A semente apresenta tegumento constituído por testa e tegumento de consistência membranácea que, juntamente com o endocarpo, forma o caroço, o qual pode variar de 15,2 mm a 25,6 mm de comprimento e de 11,1 mm a 16,5 mm de diâmetro.

Fotos: Tamires Almeida Silva



**Figura 2.** Morfologia floral do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). Detalhe da inflorescência mostrando botões em pré-antese (A); flor hermafrodita (B); flor masculina (C); e detalhe do fruto em estágio inicial de desenvolvimento (D).

## Prováveis híbridos naturais

No gênero *Spondias* tem sido observada a ocorrência de dois prováveis híbridos naturais na região semiárida: a umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) e a umbugueleira (*Spondias* sp.). O primeiro, de maior frequência, é observado geralmente nas margens das rodovias e propriedades rurais. Já o segundo, ocorre em proporções menores e de uso pouco frequente. A principal forma de disseminação desses possíveis híbridos é por meio de propagação vegetativa, visto que as suas sementes são estéreis (SOUZA et al., 1997).

A hibridização das *Spondias* é um tema ainda não muito consolidado no meio científico. Neste sentido, faltam estudos detalhados do tipo, viabilidade do pólen, cruzamentos controlados entre as duas prováveis espécies parentais, a caracterização e a avaliação dos descendentes para confirmação da hipótese de hibridação.

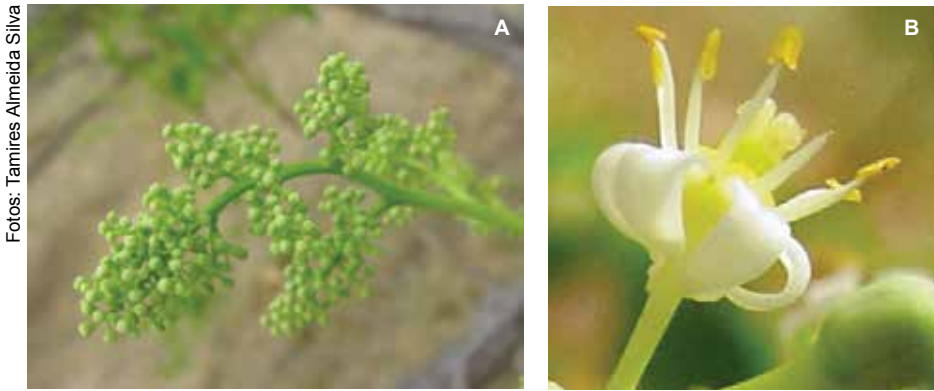
De acordo com Santos e Oliveira (2008), o estudo das inter-relações genéticas entre espécies do gênero *Spondias* baseado em marcadores de AFLP demonstrou que a umbu-cajazeira e a umbugueleira são híbridos entre umbuzeiro e cajazeira. Entretanto, Carvalho (2006) afirmou que a umbu-cajazeira não se tratava de um híbrido e sim de uma nova espécie.

Vale ressaltar que Carvalho (2008a), mesmo tendo concordado com resultados anteriores descritos por Carvalho (2006), alerta que a presença de cromossomos de *S. mombin* ou *S. tuberosa* em umbu-cajazeira, não levou a resultados conclusivos com relação à sua origem híbrida, com base no método de hibridização genômica in situ (GISH).

### **Umbu-cajazeira (*Spondias* sp.)**

Esta espécie, considerada como provável híbrido natural entre o umbuzeiro (*S. tuberosa*) e a cajazeira (*S. lutea*), possui características de planta xerófila, sendo encontrada em plantios não organizados,

disseminados em estados do Nordeste (LIMA et al., 2002). Quanto à morfologia floral (Figura 3), as flores são pequenas e apresentam, em média,  $1,77 \pm 0,12$  mm de diâmetro, do tipo aberta e oferecem néctar como atrativo para os visitantes florais (SILVA et al., 2011a).



Fotos: Tamires Almeida Silva

**Figura 3.** Morfologia floral do umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). Detalhe da inflorescência mostrando botões em pré-antese (A) e flor hermafrodita (B).

O fruto é descrito como do tipo drupa, de formato arredondado e cor amarela, com casca fina e lisa, endocarpo (caroço) grande, branco, saboroso e enrugado, em cujo interior podem ou não conter uma semente (TORRES et al., 2003). Porém, Souza et al. (1997) comentam que a umbu-cajazeira apresenta cerca de 90% dos endocarpos desprovidos de sementes, o que torna inviável a sua propagação sexuada. Assim, a propagação da espécie é realizada vegetativamente por meio da estaquia e/ou enxertia.

Entretanto, diante da ampla variabilidade existente dos diversos tipos de umbu-cajazeira encontrados no Nordeste, pode-se encontrar alguns acessos com endocarpo providos de sementes viáveis e capazes de originar uma nova planta. Porém, o processo recomendado é por meio da enxertia e/ou estaquia.

Nas áreas onde a precipitação pluviométrica anual é inferior a 450 mm, a propagação por estacas é menos vantajosa porque as mesmas não formam

xilopódios e, com isso, tornam-se mais suscetíveis ao estresse hídrico. Outra limitação está relacionada ao tamanho das estacas: para garantir maior sucesso no pegamento, é comumente propagada com diâmetro do tipo “garrafa” (estacas com cinco ou mais centímetros de diâmetro). Isso diminui a produção de mudas em escala comercial por causa da limitação do número de ramos com esta característica em uma mesma árvore e a dificuldade no transporte.

Com relação à enxertia do umbu-cajazeira sobre porta-enxerto de umbuzeiro, Araújo et al. (2010) recomendaram a do tipo garfagem no topo em fenda cheia. Os autores relataram que a esta pode ser realizada em qualquer época do ano independentemente do estágio fenológico da planta matriz fornecedora de garfos.

Ainda segundo Araújo et al. (2010), nas condições de Petrolina, PE, plantas enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro (Figura 4), depois do



Foto: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 4.** Planta de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) enxertada sobre umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) no Campo Experimental de Manejo da Caatinga, da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.



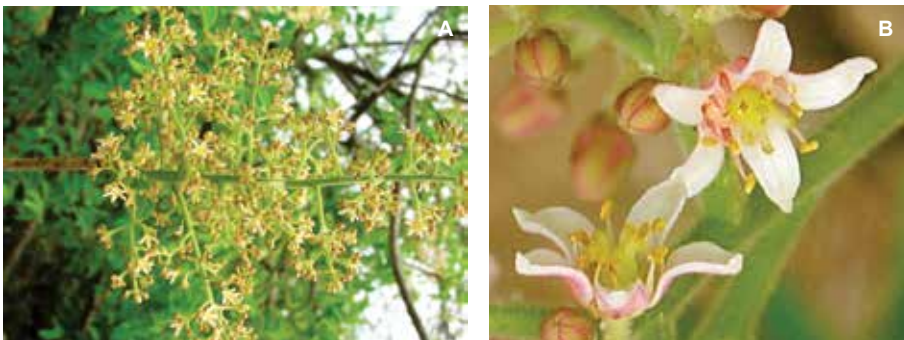
sexto ano, produziram entre 20 kg/frutos/planta/ano a 30 kg/frutos/planta/ano. De acordo com Araújo e Oliveira (2008), o acesso (IPA 2) de umbu-cajazeira, aos 9 anos, apresentou produção média de 31 kg/ha/ano e com potencial para atingir até 93 kg/planta.

### Umbugueleira (*Spondias* sp.)

Na literatura, poucas informações são registradas em relação à morfologia desse provável híbrido. Silva et al. (2011b) relatam que as flores estão reunidas em inflorescências terminais, do tipo panícula (Figura 5a), apresentando, em média,  $206,2 \pm 100,8$  botões por inflorescência. As flores são pentâmeras, pequenas ( $2,13 \pm 0,14$  mm de diâmetro), de simetria radial (Figura 5b), hermafroditas, com androceu composto por dez estames heterodínamos e gineceu com cinco estigmas. Os autores relatam também que a abertura das flores pode ocorrer durante todo o dia, sendo mais frequente no período da manhã. O tempo de vida da flor é de, aproximadamente, 72 horas.

Os frutos são pequenos, arredondados (Figura 6) e têm formato parecido com o de alguns frutos de umbuzeiro. Porém, quando maduros, possuem coloração avermelhada, polpa amarela e sabor que se assemelha aos frutos da ceriguela.

Fotos: Tamires Almeida Silva



**Figura 5.** Morfologia floral da umbugueleira (*Spondias* sp.). Detalhe da inflorescência (A) e flor hermafrodita (B).



Foto: Tamires Almeida Silva

**Figura 6.** Frutos de umbugeleira (*Spondias* sp.) em fase de crescimento em plantas enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda).

Com relação às características morfológicas das folhas pode-se observar uma variabilidade fenotípica acentuada entre os acessos de umbugeleira mantidos na Embrapa Semiárido (Figura 7).

O acesso proveniente da Bahia apresentou um comprimento médio de folhas de 20,7 cm, enquanto no acesso cearense a média foi de 8,2 cm. É possível que a variabilidade morfológica encontrada para o caractere folhas seja um indicativo de que a umbugeleira, em determinadas situações, é um híbrido entre o umbuzeiro e a cajazeira, como no caso do acesso baiano, concordando com a afirmação de Santos e Oliveira (2008). Ou então, entre o umbuzeiro e a cerigueleira, sendo a situação observada no acesso proveniente do Ceará (Figura 7), validando o que se preconiza em parte na

Foto: Carla Tatiana V. Dias Martins



**Figura 7.** Variação fenotípica de folhas entre acessos de umbugeleira (*Spondias* sp.), mantidos no Campo Experimental de Manejo da Caatinga, em Petrolina, PE.

literatura, pois as características morfológicas observadas para o acesso do Ceará são mais semelhantes às da cerigueleira.

A propagação da umbugeleira pode ser realizada por meio da estaquia e enxertia. Neste processo, Araújo et al. (2010) recomendaram a enxertia de garfagem no topo em fenda cheia e informaram que a mesma pode ser realizada em qualquer época do ano, independente do estágio fenológico da planta matriz fornecedora de garfos.

Plantas de umbugeleira enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro em condições de sequeiro, em Petrolina, PE, iniciaram a produção após 6 anos de transplântio para o campo. Apesar de apresentar vigoroso desenvolvimento, a produção de frutos (Figura 8) é pequena, reduzida de modo



Foto: Tamires Almeida Silva

**Figura 8.** Planta de umbugueira (*Spondias* sp.) enxertada sobre porta-enxerto de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) no Campo Experimental de Manejo da Caatinga, da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

significativo quando comparada às outras *Spondias*. Contudo, esta constatação precisa ser mais bem avaliada, uma vez que a coleta de novos acessos e novas avaliações poderão definir a potencialidade desse material vegetal.

Com base nas informações apresentadas, as variações morfológicas e reprodutivas encontradas em umbugueira e umbu-cajazeira mostram as potencialidades das mesmas para o cultivo em condições de sequeiro. No entanto, considerando a falta de resultados mais conclusivos com relação à origem desses dois materiais, devem ser concentrados estudos para o entendimento das relações filogenéticas com o objetivo de definir possíveis combinações genéticas desejáveis entre as principais espécies do gênero *Spondias*.

## Fenologia reprodutiva

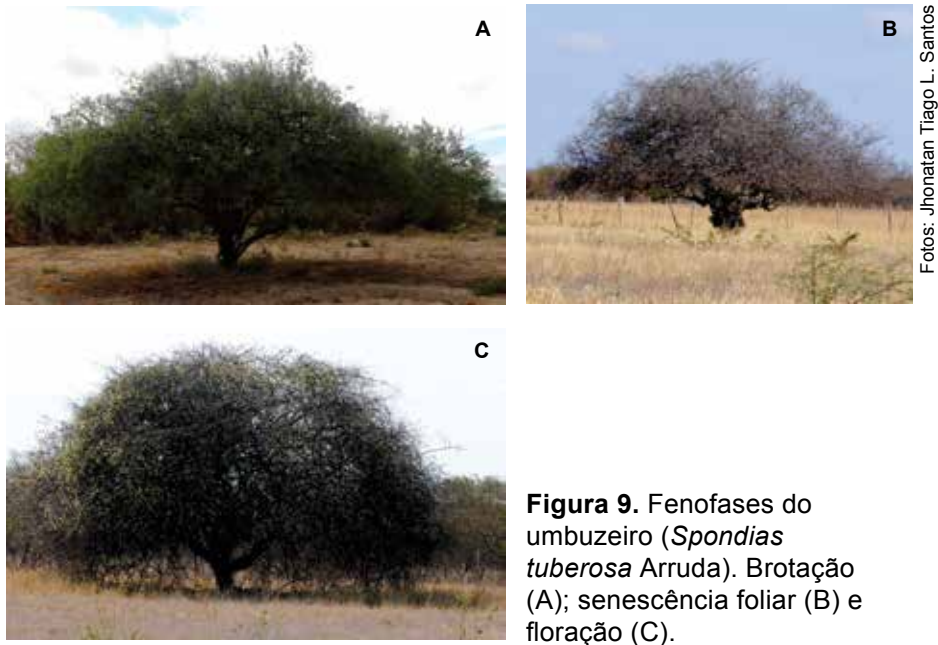
Informações sobre o período de brotação, floração e frutificação do umbuzeiro foram descritas por diversos autores (BARBOSA et al., 1989; BRANDÃO, 1994; DUQUE, 1980; MACHADO, 1996; MENDES, 2001; PIRES; OLIVEIRA, 1986; PIRES, 1990; OLIVEIRA et al., 1988), mostrando que essas fenofases podem ocorrer em períodos diferentes, dependendo do local e das condições climáticas.

Cavalcanti et al. (2000), em observações feitas na região de Petrolina, PE, relataram que a queda de folhas ocorreu no período de julho a agosto, na estação seca, concordando com as observações feitas em outras localidades (BARBOSA et al., 1989; DUQUE, 1980).

Barbosa et al. (1989, 2003) e Machado et al. (1997) afirmam que o umbuzeiro é considerado uma planta decídua, caracterizada por apresentar duração foliar de 6 a 9 meses, com queda das folhas concentrada no período de 2 a 3 meses, com formação de folhas na estação seca/chuvosa (Figuras 9a e b).

De modo geral, o período de floração pode ocorrer antes ou após as primeiras chuvas, quando a planta ainda está desfolhada ou logo depois da produção de folhas (MENDES, 2001). No Sertão de Pernambuco e da Paraíba, o período de floração ocorre de outubro a fevereiro, quando são registrados os mais baixos índices pluviométricos (ANDRADE-LIMA, 1989; LIMA, 1996; FERRAZ, 2003; NADIA et al., 2007a). No Agreste de Pernambuco, a produção de flores ocorre mais tarde, entre os meses de janeiro a março, considerados os mais secos na região (FERRAZ, 2003), enquanto na Bahia a produção de flores é registrada em setembro (CARVALHO, 2008b). A frutificação também pode variar, sendo registrada na estação chuvosa, de novembro a março (CAVALCANTI et al., 2001; GRIZ; MACHADO, 2001; LIMA, 1996; NADIA et al., 2007a).

Assim, as fenofases de floração (Figura 9c) e frutificação dessa anacardiácea podem ser consideradas como do tipo cornucópia (GENTRY, 1974) e anual de acordo com a classificação de Newstrom et al. (1994), uma vez que a espécie produz flores e frutos durante um curto período e em uma única vez no intervalo de um ano. A sazonalidade das fenofases reprodutivas registrada no umbuzeiro é considerada como um padrão comum para espécies de Caatinga (BARBOSA et al., 2003; GRIZ; MACHADO, 2001; MACHADO et al., 1997), onde a precipitação influencia diretamente na ocorrência desses eventos (MACHADO et al., 1997).



## Ecologia da polinização e da dispersão

O início da abertura das flores do umbuzeiro ocorre por volta das 5h da manhã, em ambos os tipos florais. Neste momento, o estigma está receptivo, as anteras estão deiscentes, disponibilizando pólen, a produção de néctar é iniciada e um odor levemente adocicado é exalado. Porém,

somente às 6h as flores encontram-se completamente abertas. Segundo Pires e Oliveira (1986), a umidade relativa e o índice de luminosidade podem interferir nesse processo.

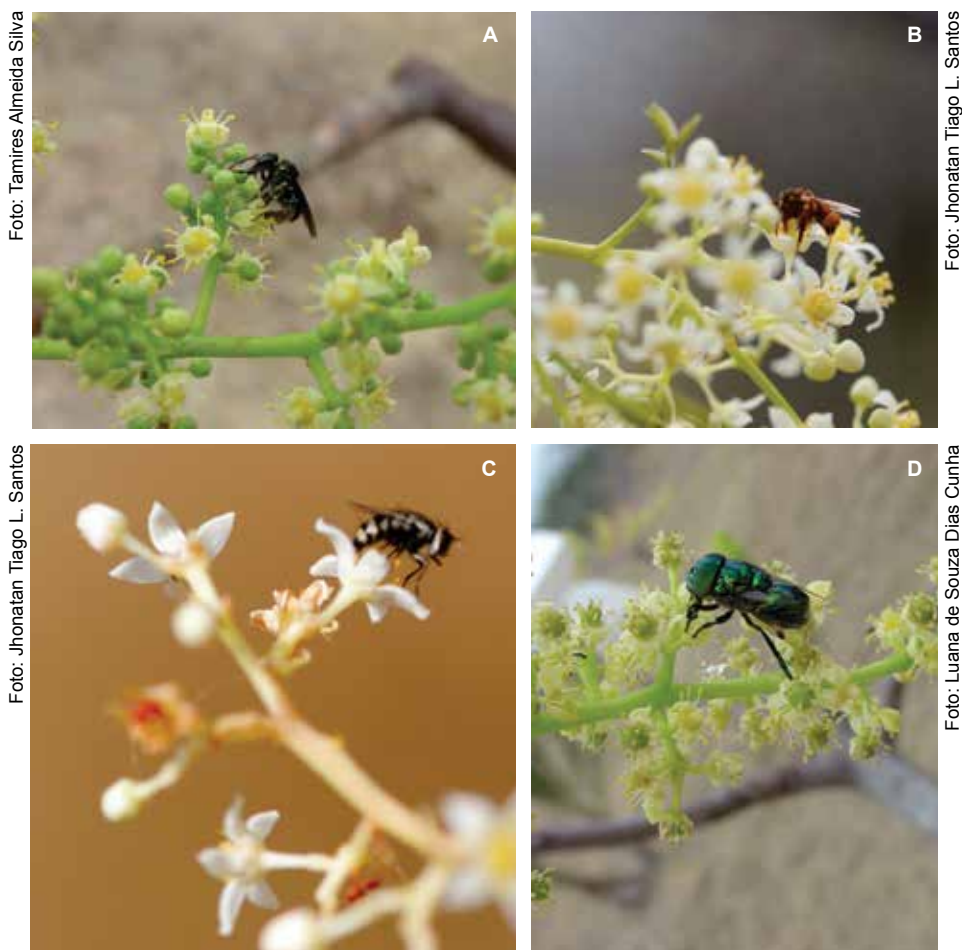
Com relação ao tempo de vida da flor, este difere entre os tipos florais, sendo de aproximadamente 24 horas para as flores masculinas e de 48 a 72 horas, para as hermafroditas (NADIA et al., 2007a).

Na inflorescência, a disponibilidade de flores abertas por dia pode variar de acordo com seu estágio de desenvolvimento. Nadia et al. (2007a) observaram de uma a 26 flores/inflorescência/dia, com média de nove flores/inflorescência. As autoras comentaram, ainda, que as panículas de *S. tuberosa* podem levar, em média, sete dias para disponibilizar todas as flores, com antese das flores hermafroditas no estágio inicial de desenvolvimento da inflorescência e, das masculinas, do meio para o final.

Quanto ao sistema reprodutivo, Pires e Oliveira (1986) relataram evidências de polinização cruzada efetuada principalmente por insetos. Leite (2006) observou formação de frutos por meio de xenogamia (21,81%) e em condições naturais (1,14%), o que permitiu calcular a eficácia reprodutiva de 0,05. Já Nadia et al. (2007a) somente obtiveram sucesso reprodutivo de 36% nas inflorescências submetidas a polinização natural, sendo observada a formação de um fruto em 90% das panículas avaliadas. Santos et al. (2011), utilizando marcadores AFLP para estimar a taxa de cruzamento em populações de umbuzeiro, comentaram que esta anacardiácea é predominantemente xenogâmica.

Por ser uma espécie de polinização cruzada, o umbuzeiro depende de vetores bióticos para ter garantida seu sucesso reprodutivo e, para isso, oferece recompensas florais, néctar e pólen, para atraí-los. Barreto et al. (2006), em observações feitas no Raso da Catarina, BA, registraram 25 espécies de insetos entre os visitantes florais do umbuzeiro (Figura 10), a exemplo de abelhas (cinco espécies), formigas (seis espécies), vespas (seis espécies) e moscas (oito famílias). Dentre estes, *Apis mellifera*, *Trigona*

*spinipes*, *Frieseomelitta doederleini*, *Polistes canadensis* e *Polybia sericea* foram considerados como potenciais polinizadores dessa anacardiácea. Na avaliação dos grãos de pólen aderidos ao corpo desses agentes, as autoras observaram que a vespa *Polybia sericea* foi o inseto que apresentou o maior número de tipos de grãos ( $n=5$ ), seguido por *Apis mellifera* ( $n=2$ ). *Trigona spinipes*, *Polistes canadensis* e *Frieseomelitta doederleini* tiveram o pólen do umbu como única fonte de recurso polínico.



**Figura 10.** Visitantes florais do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). *Trigona spinipes* (A); *Frieseomelitta doederleini* (B); e dípteros (C e D).



Ainda no estado da Bahia, Aguiar et al. (1995) e Aguiar (2003) observaram *Frieseomelitta doederleini* (Meliponini) e *Dialictus opacus* (Halictidae) visitando flores. Barreto e Castro (2007) mencionaram abelhas sem ferrão (meliponíneos), além de moscas, vespas e formigas, entre os visitantes dessa anacardiácea, embora as espécies não tenham sido citadas. Novais et al. (2009) citaram *Apis mellifera* como coletora de pólen de *S. tuberosa*.

Nadia et al. (2007a, 2007b), em observações feitas em Boa Vista, PB, registraram 17 espécies de visitantes florais, entre abelhas (seis), moscas (quatro) e vespas (sete), que coletavam apenas néctar como recurso floral, com exceção de *Trigonisca pediculana*, que também coletava pólen. Entre os visitantes, as abelhas *Scaptotrigona postica flavisetis* e *Trigona fuscipennis*, e a vespa *Polybia ignobilis* foram consideradas os principais polinizadores de *S. tuberosa* em consequência da alta frequência de visitas e do comportamento apresentado. Já *Xylocopa* cf. *frontalis*, por ser pouco frequente nas flores, a maioria das vespas (*Polybia ruficeps xanthops*, *Protonectarina sylveirae*, *Protopolybia exigua*, *Omicron* sp. e uma Pompilidae) e as moscas, que raramente tocavam as estruturas reprodutivas da flor, foram classificadas polinizadoras ocasionais.

As autoras comentam, também, que número de espécies e a frequência de suas visitas podem variar de acordo com a fase da floração. No início e no fim dessa fase foram registradas de 15 e 12 espécies de visitantes florais, com maior número de vespas pequenas e as abelhas *S. postica flavisetis* e *T. fuscipennis*. Já no pico da floração, registraram 17 espécies, sendo mais frequentes *S. postica flavisetis*, *T. fuscipennis* e *Polybia ignobilis*.

Para a umbu-cajazeira, Silva et al. (2011a), em observações feitas na região de Petrolina-PE, registraram sete espécies de insetos entre os visitantes: três de vespas (*Brachigastra lecheguana*, Vespidae não identificada 1 e 2); duas de abelhas (*Frieseomelitta doederleini* e Halictidae não identificada) e duas de moscas (Diptera não identificada 1 e 2). Os autores afirmaram que *B. lecheguana* foi a mais frequente, responsável 43,5% do total de visitas,

seguida por *F. doederleini* (17,4%) e Vespidae não identificado 1 (8,7%). De acordo com o comportamento de visita, somente se considerou polinizadores as abelhas *F. doederleini* e Halictidae não identificada por tocarem as estruturas reprodutivas durante as visitas.

Para a umbugueira, Silva et al. (2011b) observaram poucas visitas de três espécies de vespas (*Brachygastra lecheguana*; *Polybia dimidiata*; Vespidae não identificado), duas abelhas (*Apis mellifera*, Halictidae não identificada) e uma mosca (*Musca domestica*), com 50%, 33,3% e 16,7% do total de visitas, respectivamente. Para os autores, este resultado dificultou a descrição do comportamento dos visitantes florais e que a baixa frequência de visitas pode ser atribuída à floração de outras *Spondias* nas proximidades, que poderiam estar competindo na atração dos mesmos.

Diante da diversidade de visitantes florais, as *Spondias* são consideradas importante fonte alimentar para os insetos presentes na Caatinga, uma vez que sua floração ocorre durante a estação seca, época em que há baixa oferta de recursos florais para esses insetos.

No que se refere ao modo de dispersão, Griz e Machado (2001) e Griz et al. (2002) classificam o umbuzeiro como uma espécie zoocórica, adaptada a mamíferos, por apresentar fruto do tipo drupa, com consistência carnosa. Martins e Pinto (2000) comentam que a coloração dos frutos dessa anacardiácea pode ser considerada como uma característica que também favorece esse tipo de dispersão.

Cavalcanti et al. (2009) verificaram que os dispersores das sementes de umbuzeiro observados na área de Caatinga nativa foram o veado-caatingueiro [*Mazama gouazoubira* (G. Fischer, 1814)], a cotia [*Dasyprocta cf. prymnolopha* (Lichtenstein, 1823)], o caititu [*Tayassu tajacu* (Link, 1795)], a raposa [*Dusicyon thous* (Linnaeus, 1766)], o teiú [*Tupinambis merianae* (Linnaeus, 1758)], o tatu-peba [*Euphractus sexcinctus* (Linnaeus, 1758)] e o guará ou guaxinim [*Procyon cancrivorus* (G. Cuvier, 1798)]. Na área de Caatinga degradada citam o caprino (*Capra hircus*).

Os autores ainda relatam a ocorrência, embora pequena, da dispersão hidrocória em riachos temporários formados logo após as chuvas na Caatinga, principalmente na área degradada. Griz e Machado (2001) comentaram que as sementes poderiam também ser dispersas por bovinos, uma vez que foram encontradas sem danos nas fezes desses animais, embora estudos de germinação com essas sementes seriam necessários para verificar o papel desses animais na dispersão da espécie.

Os frutos do umbuzeiro podem então ser considerados importante fonte alimentar para a mastofauna nativa da Caatinga e para os animais domésticos, principalmente na estação chuvosa (GRIZ; MACHADO, 2001). As autoras ainda afirmam que, na Caatinga, a zoocoria é registrada com mais frequência nessa estação, quando a atividade animal, bem como a umidade, são geralmente maiores, favorecendo a dispersão de frutos carnosos.

## Perspectivas

As espécies e as variações morfológicas encontradas em acessos de *Spondias* coletados e cultivados em pequena escala no Nordeste brasileiro fazem com que esse gênero represente uma grande alternativa para o cultivo sistemático, voltado para a exploração das potencialidades relacionadas à produtividade e ao valor nutritivo dos frutos. O umbuzeiro, por ser a única espécie nativa com ampla distribuição regional, possibilita aproveitar a variabilidade existente nas populações naturais, sob diversos aspectos, para a obtenção de ganhos genéticos em caracteres de importância econômica e na seleção de indivíduos com maior precocidade reprodutiva.

As outras espécies e/ou prováveis híbridos, como ceriguela, umbuguela e umbucajá, surgem como opções de cultivo alternativo, desde que adotadas medidas que viabilizem cultivos em área de sequeiro por meio da utilização de porta-enxertos de umbuzeiro, e, principalmente, no que se refere à reconhecida precocidade reprodutiva da primeira e, em uma

escala decrescente, o umbu-cajá, o cajá e a umbuguela. Para essas espécies, há necessidade de um maior número de pesquisas a fim de entender a biologia floral e os aspectos reprodutivos de modo a entender as relações filogenéticas das principais espécies, possibilitando a formação de novos indivíduos por meio de polinizações controladas.

Por fim, os aspectos apresentados determinam o avanço do conhecimento científico e perspectivas em médio e longo prazos de aproveitamento racional ou sustentável desses recursos genéticos vegetais.

## Referências

- AGUIAR, C. M. L.; MARTINS, C. F.; MOURA, A. C. A. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em áreas de Caatinga (São João do Cariri, Paraíba). **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v. 10, p. 101-117, 1995.
- AGUIAR, C. M. L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, p. 457-467, 2003.
- ALBUQUERQUE, S. G. de; SOARES, J. G. G.; ARAÚJO FILHO, J. A. de. **Densidade de espécies arbóreas e arbustivas em vegetação de Caatinga**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1982. 9 p. (EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em andamento, 16).
- ANDRADE-LIMA, D. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989. p. 166-169.
- ARAÚJO, F. P. de; OLIVEIRA, V. R. de. Produção de mudas de algumas espécies do gênero *Spondias*: uma alternativa na diversificação da fruticultura de sequeiro. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: IPA, 2008. p. 108-116.
- ARAÚJO, F. P. de; OLIVEIRA, V. R. de; MELO, A. S. de. Avaliação da enxertia de espécies do gênero *Spondias* sobre porta-enxerto de umbuzeiro em diferentes épocas do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais**. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, D. C. A. de; ALVES, J. L. H.; PRAZERES, S. M.; PAIVA, A. M. A. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de Caatinga (Alagoinha-PE). **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 109-118, 1989. Suplemento.
- BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA, L. C. M. Fenologia de espécies lenhosa da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA J. M. C. (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 657-694.

- BARRETO, L.; CASTRO, M. S. Conservação do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) e de seus polinizadores no contexto agroecológico para a agricultura familiar indígena Pankararé no Semiárido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5., Guarapari, 2007. **Resumos...** Recife: Cadernos de Agroecologia, 2007. p. 1580-1583.
- BARRETO, L. S.; LEAL, S. M.; ANJOS, J. C. dos; CASTRO, M. S. Tipos polínicos dos visitantes florais do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Anacardiaceae), no território indígena Pankararé, Raso da Catarina, Bahia, Brasil. **Candombá**: Revista Virtual, Salvador, v. 2, n. 2, p. 80-85, 2006.
- BARROS, L. M. Botânica, origem e distribuição geográfica. In: ARAÚJO, J. P. P. de; SILVA, V. V. (Org.). **Cajucultura**: modernas técnicas de produção. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. p. 55-71.
- BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1991. v. 2, 377 p.
- BRANDÃO, M. A. A Caatinga e seu acervo em frutos comestíveis. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 181, p. 43-46, 1994.
- CARVALHO, P. C. L. de. **Variabilidade morfológica, avaliação agronômica, filogenia e citogenética em *Spondias* (Anacardiaceae) no nordeste do Brasil**. 2006. 155 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- CARVALHO, P. C. L. de. Relação filogenética em *Spondias* (Anacardiaceae). In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). ***Spondias* no Brasil**: umbu, cajá e espécies afins. Recife: IPA: UFRPE; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008a. p. 23-30.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008b. 593 p.
- CASTELLANI, A. C. **Projeto de Lei que propõe a proibição da derrubada do Umbuzeiro em todo o País**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2004. 13 p. Disponível em: <www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/.../pdf/2004\_8122.pdf>. Acesso em: 12 set. 2015.
- CAVALCANTI, N. B.; LIMA, J. L. S.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Ciclo reprodutivo do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) no Semi-Árido do Nordeste brasileiro. **Ceres**, Viçosa, MG, v. 47, n. 272, p. 421-439, 2000.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Fruto do imbuzeiro: alternativa de renda para pequenos agricultores na região semi-árida do Nordeste. **Economia Rural**, Viçosa, MG, v. 12, n. 1, p. 11-14, jan./jun. 2001.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Levantamento da produção de xilopódios e os efeitos de sua retirada sobre a frutificação e persistência de plantas nativas de imbuzeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 927-942, 2002.
- CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de. Ocorrência de xilopódio em plantas nativas de imbuzeiro. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 287-293, 2006.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Regeneração natural e dispersão de sementes do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) no Sertão de Pernambuco. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 342-357, maio/ago. 2009.
- DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1980. 316 p.

- FERRAZ, A. **Floresta**: memórias duma cidade sertaneja no seu cinquentenário. 2. ed. Floresta: Prefeitura Municipal de Floresta, 2003. 275 p.
- FERREIRA, E. G.; LEMOS, E. E. P.; SOUZA, F. X.; LOURENÇO, I. P.; LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; RUFINO, M. S. M.; OLIVEIRA, M. E. B.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; ARAUJO, R. R.; SILVA, S. M.; SOUZA, V. A. B. Frutíferas. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEROA, J. M. de; SANTOS JÚNIOR, A. G. (Ed.). **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p. 49-100.
- GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, Gainesville, v. 6, p. 64-68, 1974.
- GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. C. S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 17, p. 303-321, 2001.
- GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. C.; TABARELLI, M. Ecologia de dispersão de sementes: progressos e perspectivas. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Diagnósticos da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente: Massangana, 2002. v. 2, p. 597-608.
- LAWRENCE, G. H. M. **Taxonomia das plantas vasculares**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1977. v. 2, 854 p.
- LEITE, A. V. L. **Sistema reprodutivo em plantas da Caatinga**: evidências de um padrão. 2006. 105 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- LIMA, J. L. S. **Plantas forrageiras das caatingas** - usos e potencialidades. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1996. 44 p. il.
- LIMA, E. D. P. de A.; LIMA, C. A. de A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. **Umbu-cajá (*Spondias spp*)**: aspectos de pós-colheita e processamento. João Pessoa: Editora Universitária Idéia, 2002. 57 p.
- LIMA, J. L. S. de. **Reconhecimento de trinta espécies arbóreas e arbustivas da Caatinga através da morfologia da casca**. 1982. 144 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Rural de Pernambuco, Recife.
- MACHADO, I. C. S. Biologia floral e fenologia. In: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. de; SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S. J.; BARBOSA, M. R. V. **Pesquisa botânica nordestina**: progresso e perspectivas. Recife: UFPE: SBB, 1996. p. 161-172.
- MACHADO, I. C. S.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. B. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, Gainesville, v. 29, p. 57-68, 1997.
- MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: Leitura & Arte, 2004, 413 p.
- MARINHO, I. V.; FREITAS, M. F.; ZANELLA, F. C. V.; CALDAS, A. L. Espécies vegetais da Caatinga utilizadas pelas abelhas indígenas sem ferrão como fonte de recursos e local de nidificação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 1.; ENCONTRO NACIONAL DE AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2.; FEIRA UNIVERSIDADE E SOCIEDADE; PROMOÇÃO E REALIZAÇÃO DO FÓRUM DE PRÓ-REITORES DE EXTENSÃO DAS

UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS E UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Editora da UFPB, 2002. 1 CD-ROM.

MARTINS, C. F.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Tree species used for nidification by stingless bees in the Brazilian Caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 1-8, 2004.

MARTINS, S. V.; PINTO, S. L. G. Aspectos ecológicos da dispersão de sementes. **Folha Florestal**, Timóteo, n. 98, p. 14-15, 2000.

MENDES, B. V. **Plantas das caatingas (umbuzeiro, juazeiro e sabiá)**. Mossoró: Fundação Vingt-Un Rosado, 2001. 111 p. il.

MILLER, A.; SCHAAL, B. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. **Proceeding of the National Academy of Science of United States of America**, Washington, D.C. 102, p. 12.801-12.806, 2005.

NADIA, T. de L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 89-100, 2007a.

NADIA, T. de L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Partilha de polinizadores e sucesso reprodutivo de *Spondias tuberosa* e *Ziziphus joazeiro*, espécies endêmicas da Caatinga. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 357-359, 2007b.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, Gainesville, v. 26, p. 141-159, 1994.

NOVAIS, J. S. de; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. de A. R. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. **Grana**, [Abingdon], v. 48, n. 3, p. 224-234, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/00173130903037725>>. Acesso em: 10 maio 2009.

OLIVEIRA, J. G. B.; QUESADO, H. L. C.; NUNES, E. P.; VIANA, F. A. **Observações preliminares da fenologia de plantas da Caatinga na Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará**. Mossoró: ESAM, 1988. (Coleção Mossoroense, 538. Série B).

PIRES, M. G. M. **Estudo taxonômico e área de ocorrência de *Spondias tuberosa* Arr. Cam. (umbuzeiro) no Estado de Pernambuco - Brasil**. 1990. 290 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R. **Estrutura floral e sistema reprodutivo do umbuzeiro**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1986. 2 p. (EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em Andamento, 50).

RIBEIRO, M. de F.; RODRIGUES, F.; FERNANDES, N. de S. A mandaçaia (*Melipona mandaçaia*) e seus hábitos de nidificação na região do pólo Petrolina (PE) - Juazeiro (BA). **Mensagem Doce Online**, São Paulo, n. 115, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/115/artigo2.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de. Inter-relações genéticas entre espécies do gênero *Spondias* com base em marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal,

v. 30, n. 3, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452008000300028&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452008000300028&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 20 jan. 2016.

SANTOS, F. A. R. dos; OLIVEIRA, A. V. de; LIMA, L. C. L.; BARROS, R. F. M. de; SCHLINDWEIN, C. P.; MARTINS, C. F.; CAMARGO, R. C. R. de; FREITAS, B. M.; KIILL, L. H. P. Apícolas. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEROA, J. M. de; SANTOS JÚNIOR, A. G. (Ed.). **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p. 15-26.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de; RODRIGUES, M. A.; RIBEIRO, H. L. C.; DRUMOND, M. A. Estimativas de polinização cruzada em população de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) usando marcador AFLP. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 691-697, 2011.

SILVA, T. A. da; BARBOSA, N. G.; SANTOS, A. P. B. dos; SOUZA, M. C. de; KIILL, L. H. P.; ARAUJO, F. P. de. Registro de visitantes florais do umbu-cajá (*Spondias* sp. - Anacardiaceae) em Petrolina - PE. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 62., 2011, Fortaleza. **Botânica e desenvolvimento sustentável**: anais. Fortaleza: Ed. da Universidade Estadual do Ceará, 2011a. 1 CD-ROM.

SILVA, T. A. da; ARAÚJO, F. P. de; BARBOSA, N. G.; KIILL, L. H. P. Biologia floral e visitantes florais da umbuguela (*Spondias* sp. - Anacardiaceae) na região de Petrolina - PE. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 62., 2011, Fortaleza. **Botânica e desenvolvimento sustentável**: anais. Fortaleza: Ed. da Universidade Estadual do Ceará, 2011b. 1 CD-ROM.

SOUZA, F. X. de.; SOUZA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S. Caracterização morfológica de endocarpos de umbu-cajá. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato. **Resumos...** Fortaleza: SBB: BNB, 1997. p. 11.

SOUZA, B. de A., CARVALHO, C.A.L. DE; ALVES R.M. DE O. Notas sobre a bionomia de *Melipona asilvai* (Apidae: Meliponini) como subsídio à sua criação racional. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 57, n. 217, p. 53-62, 2008.

SOUZA, B. de A.; CARVALHO, C. A. L. de; ALVES, R. M. de O.; DIAS, C. de S.; CLARTON, L. **Munduri (*Melipona asilvai*)**: a abelha sestrota. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009. 46 p. il. (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Série Meliponicultura, 7).

SOUZA, F. X. de. O gênero *Spondias*: aspectos botânicos e propagação das principais espécies. In: LUCENA, E. M. P. de; AMORIM, A. V. (Org.). **Botânica e desenvolvimento sustentável**. Fortaleza: Ed. da Universidade Estadual do Ceará, 2011. p. 300-302.

TORRES, L. B. V.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 161-168, 2003.





# 3

## Recursos genéticos

Visêlto Ribeiro de Oliveira  
Carlos Antonio Fernandes Santos  
Clóvis Eduardo de Souza Nascimento  
Marcos Antonio Drumond



## Introdução

Grande parte da diversidade biológica do Bioma Caatinga não é encontrada em nenhum outro lugar do mundo, além do Nordeste do Brasil. No entanto, essa posição única entre os ecossistemas brasileiros não assegura a atenção necessária no que se refere à conservação dos seus recursos genéticos (SILVA et al., 2004). Nessa região, destacam-se as espécies perenes de uso múltiplo e as fruteiras nativas (GIACOMETTI, 1993).

Os recursos genéticos vegetais representam a fração da biodiversidade que compreende variedades tradicionais, variedades melhoradas e espécies nativas. As sementes, raízes, frutos e as árvores destacam o potencial que tais recursos têm para uso no melhoramento de plantas. Agricultores e pesquisadores, envolvidos em experimentações empíricas e científicas, os utilizam para melhorar a qualidade, a produtividade, a resistência aos estresses bióticos e tolerância aos fatores abióticos das culturas. Os referidos recursos podem ser definidos como qualquer material genético de origem vegetal, de valor atual ou potencial para uso na alimentação e na agricultura (GOEDERT, 2007).

A conservação desses recursos requer um conhecimento de genética, visto que, em muitas coleções de germoplasma ex situ, são realizadas coletas representativas em populações para a caracterização e avaliação detalhada dos processos necessários ao conhecimento da variabilidade existente de uma determinada espécie.

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é a principal espécie frutífera perene, nativa do Semiárido brasileiro. É um bom exemplo de recurso genético vegetal do Bioma Caatinga para a qual existem variadas opções de exploração e usos considerando a sua estratégia adaptativa e reprodutiva. A espécie floresce e se reproduz no período mais crítico de seca na região. O principal produto é o fruto, cuja coleta contribui para viabilizar atividades agrícolas que geram renda e estimulam práticas conservacionistas no

meio rural. Sua importância tem sido comprovada com base no elevado número de publicações e produtos gerados por empresas de pesquisa, como a Embrapa Semiárido e outras instituições públicas e privadas, que interagem para o desenvolvimento ecorregional.

Neste capítulo, as informações sobre os recursos genéticos do umbuzeiro são detalhados a variabilidade, a conservação de acessos *ex situ*, o comportamento da espécie em condições de campo e estudos populacionais, objetivando a identificação de acessos promissores no que se refere às propriedades físico-químicas de frutos e produção de plantas.

## Varição genética em populações de umbuzeiro para alguns caracteres de crescimento

As populações são unidades evolutivas sobre as quais são medidas as variações genéticas. Assim, uma população é descrita como um grupo de indivíduos da mesma espécie que ocupa determinada região geográfica, compartilha um mesmo complexo gênico e se intercrucza (FUTUYMA, 1992).

Uma das formas de quantificar a variação genética nas populações em ensaios experimentais de campo é a avaliação de espécies e procedências. Em geral, para esses casos, a distribuição da variação é mensurada utilizando-se caracteres quantitativos (WENDT et al., 2007). Para validar ensaios desse tipo, Oliveira et al. (2004) avaliaram caracteres silviculturais de umbuzeiro para detectar a variabilidade genética entre e dentro de populações. Um experimento (Figura 1) foi instalado em 1991, no Campo Experimental de Manejo da Caatinga (CEMC), pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE, contendo acessos de três procedências (Ouricuri, PE, Massaroca, BA e Petrolina, PE) e 42 progênies, desbalanceado em relação ao número de progênies por procedência.



Foto: Viséldo Ribeiro de Oliveira

**Figura 1.** Vista geral do ensaio no Campo Experimental de Manejo da Caatinga (CEMC), pertencente à Embrapa Semiárido, de procedências e progênies de *Spondias tuberosa* Arruda.

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso com arranjo hierárquico de subparcelas dentro de parcelas, similar ao de parcelas subdivididas, denominado *compact family block* (WRIGHT, 1978), parcelas lineares constituídas de cinco plantas e espaçamento de 8 m x 3 m. Os caracteres analisados aos nove anos de idade foram: altura de plantas (ALP), maior diâmetro de copa (MAC), menor diâmetro de copa (MEC), diâmetro do colo (DIC) e número de ramos primários (NRP). A estimação dos parâmetros genéticos foi realizada por meio do modelo misto baseado no método da máxima verossimilhança restrita (REML) e da melhor predição linear não viesada (BLUP) (RESENDE, 2002).

Na Tabela 1, são apresentados os valores médios de cinco caracteres que equivaleram a  $1,60 \pm 0,40$ ;  $3,86 \pm 1,09$ ;  $3,35 \pm 0,97$ ;  $6,95 \pm 1,48$  e  $2,96 \pm 1,02$  para ALP, MAC, MEC, DIC e NRP, respectivamente. Os três primeiros foram avaliados em metros, DIC em centímetros e NRP, por simples contagem.

**Tabela 1.** Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos para os caracteres maior diâmetro de copa (MAC) e menor diâmetro de copa (MEC), em teste de procedências e progênies de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) no Semiárido brasileiro.

Parâmetro genético	MAC	MEC
Herdabilidade individual sentido restrito ( $h^2$ )	0,1400	0,0800
Variância genética aditiva dentro de procedências ( $\sigma_a^2$ )	0,1655	0,0771
Variância genética dentro de procedências ( $\sigma_p^2$ )	0,0102	0,0084
Variância ambiental entre parcelas ( $\sigma_c^2$ )	0,2345	0,2329
Variância ambiental dentro de parcelas ( $\sigma_e^2$ )	0,7486	0,6195
Variância fenotípica individual ( $\sigma_i^2$ )	1,1597	0,9379
Herdabilidade individual entre procedências ( $p^2$ )	0,0000	0,0000

Não foi constatada variabilidade genética para os caracteres altura da planta, diâmetro do colo e número de ramos primários. No entanto, Santos (1997) também encontrou pequena variabilidade para o caráter altura das plantas em ambientes de ocorrência natural. Constatou-se que a variabilidade genética entre procedências foi praticamente nula para todos os caracteres, resultando em estimativas nulas de herdabilidade entre procedências. Este fato revela que não foi possível a seleção entre procedências para os caracteres na idade avaliada.

Existe considerável variabilidade genética em populações, o que resultou em estimativas da herdabilidade individual, no sentido restrito, variando de 8% a 14%. Apesar de essas estimativas terem sido de baixa magnitude, a seleção individual pelo procedimento BLUP considera também as informações de parentes (informação da família), fato que propicia

uma razoável acurácia seletiva. Em geral, herdabilidades individuais de baixa magnitude são comuns para os caracteres quantitativos e, via de regra, conduzem a moderadas magnitudes no que se refere às médias de famílias (RESENDE, 2002).

## Conservação e avaliação da variabilidade genética *in situ* e *ex situ* do umbuzeiro no Semiárido do Nordeste brasileiro

Os bancos ativos de germoplasma (BAGs) são considerados formas alternativas de conservação *ex situ*, em condições de campo, de uso imediato ou com potencial de uso futuro de materiais genéticos com variabilidade suficiente. Para atender essa condição, os BAGs devem conter alelos comuns e raros que servirão de base para a realização de estudos de caracterização morfológica e avaliação agrônômica. Preferencialmente, a caracterização deve ser iniciada com descritores morfológicos mínimos e, posteriormente, com aqueles que apresentem maior capacidade de discriminação dos acessos, os quais poderão servir de apoio a futuros programas de melhoramento genético da espécie.

Algumas instituições de pesquisa desenvolvem atividades com várias espécies do gênero *Spondias*. Souza (2008), citando alguns autores, destacou as ações de pesquisa em relação ao cultivo desse gênero em Ilhéus, BA, com mudas de cajazeira (*Spondias mombin* L.) produzidas por sementes e clones enxertados sobre umbuzeiro na Chapada do Apodi, CE. Sacramento et al. (2008) também destacaram a importância da cajazeira e de outras duas espécies, a cerigueleira (*Spondias purpurea* L.) e a cajaraneira (*Spondias dulcis* Park), no contexto dos recursos genéticos das *Spondias*.



Cassimiro (2008) salientou essas mesmas espécies na Paraíba, relatando informações de dois BAGs, formados por meio de mudas de sementes e de estaquia, com dados de produção e de caracterização físico-química de frutos. Carvalho e Alves (2008) apresentaram informações de cajazeira na Amazônia. Os autores destacaram o germoplasma coletado, composto de 30 acessos na forma de clones e mencionaram os estudos sobre a análise de rendimento e características físico-químicas da polpa.

Saturnino (2008) descreveu o número de acessos umbuzeiro, conservados em Minas Gerais, apresentando informações da massa média de fruto e rendimento de polpa. Lira Júnior et al. (2008) informaram sobre os bancos de germoplasma de cajazeira, cerigueleira e cajá-umbuzeiro (*Spondias* sp.) ou umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) e relataram sobre a produção e as características físico-químicas de 40 acessos dessas espécies. Ritzinger et al. (2008) realizaram estudos com umbu-cajá (*Spondias* sp.) e forneceram informações de caracterização morfológica e físico-químicas de 11 acessos selecionados.

Todas essas citações demonstraram a importância das *Spondias* como alternativas de usos e destacaram a sua potencialidade no melhoramento genético do gênero. Além desses estudos, existem também informações sobre o uso do umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias* (SANTOS; LIMA-FILHO, 2008). Em experimento de campo, esses autores mostraram a viabilidade da enxertia com essas espécies e informações de crescimento e produção de frutos. Esse procedimento pode representar uma forma de manejo dos diversos recursos genéticos das *Spondias* para o cultivo sistematizado em condições de sequeiro.

A Embrapa Semiárido, como instituição de pesquisa no Nordeste, é pioneira na formação de um banco de germoplasma de umbuzeiro (BGU) de abrangência ecorregional considerando o número de acessos coletados e implantados em campo. O plantio se iniciou em 1994, no Campo Experimental de Manejo da Caatinga em delineamento de blocos ao acaso,

parcelas constituídas de dois clones duas repetições, espaçamento de 8 m x 8 m, contemplando atualmente 78 acessos (Tabela 2), obtidos por meio de propagação vegetativa do tipo enxertia por garfagem em fenda cheia. Nesse banco, estão representados acessos dos Estados de Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte, Minas Gerais.

Santos et al. (1999) apresentaram informações detalhadas dos caracteres das plantas matrizes *in situ* e dos respectivos frutos com a finalidade de orientar futuros estudos relacionados ao melhoramento de caracteres de importância econômica da espécie (Tabela 2). Segundo os autores, a frutificação de alguns genótipos clonados *ex situ* se iniciou por volta dos cinco anos de idade. Porém, baseado em uma produção incipiente e com altas taxas de aborto de frutos, decorrente de baixas precipitações pluviométricas, o acompanhamento da produção de frutos foi programado para idades posteriores como forma de minimizar desigualdades da produção de alguns acessos.

Nascimento et al. (2003), avaliaram a produção de frutos em 69 acessos entre 8 (2002) e 9 anos (2003) após a implantação do BGU (1994). Entretanto, observaram produção em apenas 30 e, destes, somente sete somaram mais de 1.000 g [BGU12 (1.197 g), BGU19 (2.252 g), BGU16 (2.697 g), BGU05 (2.960 g), BGU02 (2.963 g), BGU18 (4.178 g), BGU20 (6.446 g)]. Apesar disso, os resultados parciais em 2 anos de coleta revelaram ampla variabilidade na produção de frutos, que, provavelmente, está associada ao potencial genético dos acessos, às diferenças no desenvolvimento vegetativo, ao abortamento de flores e frutos decorrentes da escassez de chuvas, ou por danos causados por insetos no período de florescimento.

Dando continuidade à introdução de acessos no BGU, Santos et al. (1999) obtiveram as seguintes amplitudes dos caracteres estudados (Tabela 2): massa de fruto (2,80 g a 120,00 g); largura de fruto (1,60 mm a 56,70 mm); massa de casca (0,69 g a 24,30 g); massa de semente (0,30 g a 19,20 g); massa de polpa (1,70 g a 95,00 g); sólidos solúveis totais (8,00 °Brix a 13,60 °Brix); altura de árvore (3,50 m a 8,50 m); circunferência do caule a

**Tabela 2.** Procedências e valores de alguns caracteres observados nas árvores de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), identificadas como promissoras ou excêntricas para formação do Banco de Germoplasma do Umbuzeiro (BGU). Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

BGU1	Procedências	Caractere <sup>(1)</sup>												
		MMF	LRG	MSC	MSS	MSP	BRI	ALP	CCS	MAC	MEC	MDC	NRP	
01-94	Juazeiro, BA	9,97	25,1	1,37	0,64	7,96	11,51	4,70	0,40	9,00	8,50	8,75	06	
02-94	Juazeiro, BA	24,81	33,2	4,33	2,30	18,18	11,80	6,25	0,45	11,30	10,90	11,10	07	
03-94	Juazeiro, BA	17,26	29,3	3,68	2,53	11,1	10,1	7,25	1,17	11,50	10,50	11,00	06	
04-94	Juazeiro, BA	22,82	33,0	3,18	1,98	17,66	11,60	4,75	0,70	9,30	8,00	8,65	03	
05-94	Juazeiro, BA	26,09	33,9	4,35	2,38	19,36	11,00	4,50	1,02	8,60	8,60	8,60	12	
06-96	Juazeiro, BA	40,00	40,5	8,43	4,23	27,8	9,80	4,50	1,35	9,00	8,50	8,75	12	
07-94	Juazeiro, BA	16,38	29,8	4,93	2,81	8,64	10,40	6,50	2,55	11,60	11,00	11,30	15	
08-94	Juazeiro, BA	15,41	28,5	2,75	1,33	11,33	12,20	6,00	1,30	11,20	10,80	11,00	12	
09-94	Afrânio, PE	4,88	21,9	0,98	0,30	3,60	11,00	4,72	1,03	10,10	8,60	9,35	05	
10-94	Afrânio, PE	26,57	32,9	6,56	5,75	14,26	11,20	6,50	1,68	14,60	13,20	13,90	12	
11-94	Afrânio, PE	-	-	-	-	-	-	6,00	1,90	10,60	9,80	10,20	05	
12-94	Petrolina, PE	35,52	53,6	9,38	6,88	19,26	11,60	6,70	2,14	12,00	11,20	11,60	04	
13-96	Petrolina, PE	39,00	39,8	7,80	5,13	26,07	14,80	5,70	2,20	10,50	10,30	10,40	06	
14-94	Petrolina, PE	-	-	-	-	-	-	8,00	1,50	14,60	12,90	13,75	07	
15-94	Juazeiro, BA	28,45	-	9,18	4,92	14,35	10,40	4,00	1,64	12,80	12,80	12,80	08	
16-94	Juazeiro, BA	32,70	37,5	8,38	3,86	20,90		4,25	1,46	10,10	9,00	9,65	10	

Continua...

Tabela 2. Continuação.

BGU1	Procedências	Caractere <sup>(1)</sup>													
		MMF	LRG	MSC	MSS	MSP	BRI	ALP	CCS	MAC	MEC	MDC	NRP		
17-96	Juazeiro, BA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-94	Casa Nova, BA	19,67	31,5	3,67	1,36	14,64	-	5,90	1,40	12,50	11,50	12,00	06		
19-94	Casa Nova, BA	31,40	36,2	4,34	1,88	25,18	-	5,10	1,64	12,80	11,70	12,25	04		
20-94	Casa Nova, BA	24,98	33,3	4,45	1,87	18,66	-	4,10	1,43	13,00	11,30	12,15	05		
21-94	Sta. Ma. B.Vista, PE	35,63	39,8	8,30	5,59	21,74	10,60	5,20	1,65	15,20	13,60	14,40	14		
22-94	Petrolina, PE	28,66	37,8	4,86	3,30	20,50	8,90	4,30	1,97	12,40	9,70	11,05	13		
23-94	Juazeiro, BA	29,19	34,0	6,50	2,71	19,98	10,40	8,00	2,04	14,10	13,40	13,75	22		
24-94	Petrolina, PE	27,80	35,2	5,89	3,97	17,94	-	6,50	1,95	14,70	14,60	14,65	11		
25-94	Casa Nova, BA	39,10	42,0	9,97	5,61	23,52	-	5,50	1,95	12,40	9,70	11,05	04		
26-94	Casa Nova, BA	25,49	35,1	7,32	4,93	13,24	-	5,50	1,83	11,30	10,20	10,75	08		
27-94	Lagoa Grande, PE	36,76	40,5	9,93	7,18	19,65	-	4,10	1,06	10,0	9,70	9,85	10		
28-94	Uauá, BA	9,59	22,8	3,75	2,33	3,51	11,20	5,50	1,28	11,00	9,00	10,00	06		
29-96	Uauá, BA	29,74	35,0	7,92	4,83	16,99	12,40	6,20	1,30	10,30	9,60	9,95	09		
30-96	Afrânio, PE	37,24	37,4	9,82	6,81	20,61	11,40	4,20	2,01	10,60	9,90	10,25	07		
31-96	Uauá, BA	16,80	30,3	4,48	3,21	9,11	13,60	5,25	1,13	11,90	10,90	11,40	07		
32-96	Uauá, BA	23,47	35,0	6,29	5,22	11,96	10,80	5,00	1,10	12,00	10,80	11,40	07		
33-96	Uauá, BA	25,73	33,6	6,70	4,39	14,65	-	5,70	1,30	11,00	10,30	10,65	05		

Continua...

Tabela 2. Continuação.

BGU1	Procedências	Caractere <sup>(1)</sup>											
		MMF	LRG	MSC	MSS	MSP	BRI	ALP	CCS	MAC	MEC	MDC	NRP
34-96	Uauá, BA	26,44	33,5	6,44	4,64	15,36	12,20	4,50	1,12	9,20	8,30	8,75	06
35-96	Uauá, BA	29,26	34,7	7,10	3,78	18,38	-	5,60	1,71	13,70	13,60	13,65	11
36-96	Uauá, BA	31,23	34,9	8,67	6,98	15,58	11,40	4,50	1,90	11,60	10,50	11,05	08
37-96	Uauá, BA	41,67	39,4	9,07	6,76	25,84	10,30	5,70	1,30	11,30	10,80	11,05	08
38-96	Uauá, BA	28,28	36,0	2,24	5,18	16,86	12,60	5,00	1,75	11,70	9,10	10,40	07
39-96	Petrolina, PE	32,03	37,4	8,32	4,01	19,70	-	4,60	1,56	11,60	10,00	10,80	16
40-96	Petrolina, PE	34,23	39,0	8,34	5,30	20,59	-	5,60	1,21	13,40	10,40	11,90	08
41-96	Juazeiro, BA	9,66	23,2	-	-	-	-	3,50	1,81	11,00	10,00	10,50	11
42-96	Juazeiro, BA	44,28	41,5	8,17	5,25	28,08	9,50	5,50	3,00	14,00	12,50	13,25	10
43-96	Uauá, BA	34,32	39,2	6,44	3,61	24,27	-	3,70	0,80	9,40	7,10	8,25	06
44-96	Anagé, BA	86,70	53,3	18,70	10,0	58,00	12,10	8,50	1,90	13,81	12,80	13,31	04
45-96	Brumado, BA	75,30	50,7	14,90	5,40	55,00	10,40	5,60	1,10	11,10	10,60	10,85	08
46-96	Guanambi, BA	55,30	46,0	15,00	5,70	34,60	9,90	5,00	1,70	11,70	11,50	11,60	06
47-96	São Gabriel, BA	9,00	25,0	2,50	4,80	1,70	11,90	3,50	0,70	7,50	6,00	6,75	16
48-96	A. Dourada, BA	85,00	52,0	22,50	9,80	52,70	12,70	4,00	1,10	8,80	8,20	8,50	12
49-96	Miguel Calmon, BA	48,50	43,0	14,50	6,70	27,30	10,70	6,20	1,90	11,00	9,80	10,40	11
50-96	Santana, BA	75,30	53,0	17,70	10,00	47,60	12,80	8,20	2,30	12,20	11,80	12,00	03

Continua...

Tabela 2. Continuação.

BGU1	Procedências	Caractere <sup>(1)</sup>												
		MMF	LRG	MSC	MSS	MSP	BRI	ALP	CCS	MAC	MEC	MDC	NRP	
51-96	Santana, BA	51,30	45,3	9,70	6,30	35,30	12,80	5,50	0,90	14,50	13,00	13,75	07	
52-96	Parnamirim, PE	41,80	41,0	4,80	9,70	27,30	11,50	5,20	1,08	10,40	10,30	10,35	04	
53-96	Petrolina, PE	45,70	45,0	6,60	4,00	44,4	10,50	6,20	1,78	12,00	10,20	11,10	04	
54-96	Caiçara, RN	43,00	44,3	12,10	3,70	27,2	9,00	4,00	0,90	10,00	10,00	10,00	08	
55-96	Lagoa Grande, PE	51,00	37,6	7,40	10,00	33,60	-	5,10	1,46	11,00	9,80	10,40	08	
56-96	Januária, MG	62,79	45,30	8,53	19,20	35,06	10,6	7,20	1,20	12,70	10,70	11,70	05	
57-96	Januária, MG	50,00	44,7	9,80	8,30	31,90	11,10	6,40	0,90	11,20	11,00	11,10	04	
58-96	Januária, MG	56,70	42,0	8,30	9,30	39,10	9,30	5,30	1,30	9,60	8,40	9,00	07	
59-96	Januária, MG	51,70	42,0	10,70	6,70	34,30	8,00	6,30	1,30	5,20	4,00	4,60	02	
60-96	Januária, MG	50,00	45,0	10,10	8,00	31,90	9,70	6,30	1,00	12,40	11,80	12,10	08	
61-96	Januária, MG	85,30	53,0	16,70	14,30	54,30	10,00	5,20	1,20	10,70	9,90	10,30	06	
62-96	Januária, MG	6,50	22,3	1,80	1,10	3,60	9,30	7,40	1,70	12,10	12,00	12,05	08	
63-96	Janaúba, MG	-	-	-	-	-	-	5,80	0,80	8,00	7,50	7,75	04	
64-96	Janaúba, MG	-	-	-	-	-	-	5,50	0,70	4,50	4,00	4,25	05	
65-96	Sta. M. da Vit., BA	43,00	42,3	11,76	7,13	24,11	9,430	5,00	1,40	12,60	12,40	12,50	06	
66-96	Ibipitanga, BA	36,70	39,7	4,15	8,17	24,37	10,20	7,20	1,90	8,20	8,10	8,15	02	
67-96	Ibipitanga, BA	61,00	47,3	17,30	11,70	32,00	10,20	6,80	1,78	13,20	11,30	12,25	06	

Continua...

Tabela 2. Continuação.

BGU1	Procedências	Caractere <sup>(1)</sup>												
		MMF	LRG	MSC	MSS	MSP	BRI	ALP	CCS	MAC	MEC	MDC	NRP	
68-96	Lontra, MG	96,70	56,7	24,30	13,30	59,10	10,00	4,50	1,35	13,10	11,40	12,25	08	
69-96	Lontra, MG	58,70	45,7	13,30	9,00	36,40	11,00	4,80	1,20	9,00	8,30	8,65	04	
70-97	Paulo Afonso, BA	8,70	24,0	3,70	2,70	2,30	9,20	5,80	1,80	10,60	9,60	10,10	08	
71-02	Capim Grosso, BA	2,80	16,0	0,69	0,45	1,44	10,80	5,80	1,80	13,40	13,00	13,20	08	
72-02	Paramirim, BA	43,30	43,7	7,70	3,33	32,27	11,30	6,30	1,20	11,50	11,00	11,25	04	
73-02	Paramirim, BA	45,00	44,0	9,30	4,70	31,00	12,30	6,20	2,00	13,00	12,00	12,50	04	
74-02	Paramirim, BA	52,00	45,3	8,70	5,30	38,00	13,00	4,80	1,30	14,80	13,50	14,15	04	
75-02	Macaubas, BA	120,00	-	15,00	10,00	95,00	-	4,00	0,79	10,00	9,20	9,60	04	
76-02	Brumado, BA	73,30	52,0	13,30	9,00	51,00	11,00	4,70	1,00	6,30	6,00	6,15	04	
77-02	Brumado, BA	59,30	46,7	11,00	6,67	41,63	13,30	5,20	0,98	9,30	8,80	9,05	05	
78-02	Manoel Vitorino, BA	70,00	-	-	-	-	11,20	5,00	1,70	12,00	11,80	11,90	09	

<sup>(1)</sup> Caracteres do fruto: MMF = massa média do fruto (g); LRG = diâmetro do fruto (mm); MSC = massa da casca (g); MSS = massa da semente (g); MSP = massa da polpa (g); BRI = sólidos solúveis totais (obrix). Caracteres da planta: ALP = altura da planta (m); CCS = circunferência do caule a 20 cm do solo (m); MAC = maior diâmetro da copa (m); MEC = menor diâmetro da copa (m); MDC = média do diâmetro da copa (m); NRP = número de ramos primários.

Fonte: Santos et al. (1999).

20 cm do solo (0,40 m a 3,00 m); maior diâmetro de copa (4,50 m a 15,20 m); menor diâmetro de copa (4,00 m a 14,60 m) e número de ramos primários (2 a 22). Estas variações indicam a grande variabilidade fenotípica observada no umbuzeiro. Detalhes morfológicos dos frutos de alguns acessos podem ser observados na Figura 2.

A ocorrência de acessos com frutos em cacho, contendo mais de 45 frutos, com superfície pilosa e variações na coloração do fruto (amarelada, avermelhada, esverdeada, esbranquiçada, entre outras), foram alguns dos caracteres qualitativos encontrados, mostrando uma grande variabilidade entre genótipos no BAG.

Em relação à avaliação de frutos de umbuzeiro, Silva et al. (1987) verificaram que os mesmos são constituídos, em média, de 10% de caroço, 22% de casca e 68% de polpa, com massa total do fruto variando de 13 a 22 g. Observou-se, contudo, que frutos pesando entre 9,97 g a 15,41 g, apresentaram um conteúdo de polpa de 79% a 73%, respectivamente (Tabela 2). No entanto, também foram encontrados frutos com pouca polpa (19% para frutos com massa de 9,0 g), concentrando a maior massa do fruto na semente. Foi observado também que em todos os frutos com massa média acima de 70 g, a polpa representou mais de 60% da massa.

Além da implantação do BGU, Santos et al. (2002) instalaram dois ensaios de competição de clones, utilizando os acessos com maior tamanho de frutos. Os clones selecionados foram: BGU30 (Afrânio, PE), BGU37 (Uauá, BA), BGU44 (Anagé, BA), BGU48 (América Dourada, BA), BGU52 (Parnamirim, PE), BGU55 (Lagoa Grande, PE) e BGU68 (Lontra, MG), os quais apresentaram massa média dos frutos na planta matriz de 37 g, 42 g, 87 g, 85 g, 41 g, 51 g, e 97 g, respectivamente. Os referidos ensaios foram instalados em 1997, em delineamento de blocos ao acaso, em solo Bruno não cálcico, no CEMC, pertencente à Embrapa Semiárido (Figura 3) e em Latossolo, na Embrapa Produtos e Mercados (SPM), ambos em Petrolina, PE. Cada parcela foi formada por dois clones enxertados, no espaçamento de 10 m x 10 m.



Fotos: Visêdo Ribeiro de Oliveira



**Figura 2.** Vista detalhada de frutos dos acessos pertencentes aos acessos BGU-16 (A), BGU-06 (B), BGU-43 (C), BGU-52 (D), BGU-48 (E), BGU-47 (F), BGU-39 (G) e BGU-44 (H) do Banco de Germoplasma de Umbuzeiro da Embrapa Semiárido.



Foto: Viséldo Ribeiro de Oliveira

**Figura 3.** Detalhe do ensaio de competição de clones de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) instalado no Campo Experimental da Caatinga. Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Nos dois primeiros anos de instalação, foram realizadas irrigações eventuais com auxílio de mangueira ou com microaspersão (SPM). Cinco anos após o transplante, observou-se a floração em quase todos os clones dos BGU37, BGU55 e BGU30 no ensaio do SPM, e início de produção de frutos no ano de 2002, com produção inferior a 1,5 kg. A altura das plantas variou de 0,95 m a 1,70 m e de 1,30 m a 2,40 m no CEMC e no SPM, respectivamente. Estes dados indicam que, apesar da floração se iniciar após o quarto ano de transplante, a produção de frutos e o desenvolvimento desta espécie são dependentes das condições edafoclimáticas.

Em avaliações posteriores, Oliveira et al. (2008) caracterizaram os acessos do BGU, com base em caracteres de crescimento e reprodutivos, dos anos de 1994, 1996, 1997, 2000, 2002 e 2003. Foram avaliados, altura de plantas (ALP), maior e menor diâmetro de copa (MAD, MED), diâmetro do

caule (DIC) e efetuada a contagem do número de inflorescências (NINF) e de ramos primários (NRP). No entanto, nesse trabalho, foram considerados apenas os clones dos três primeiros anos de implantação, correspondente a 89% (70) do total de acessos (79). Com relação aos genótipos implantados em 1994 (25), pode-se afirmar que, para, ALP, MAD, MED, DIC, NINF e NRP, os valores mínimos e máximos foram respectivamente: 0,60 m–2,10 m; 1,80 m–5,50 m; 1,00 m–5,30 m; 3,10 cm–12,60 cm; 1–1.820 e 1–5.

No ano de 1996, quando foram introduzidos 44 acessos, os valores observados foram: 1,10 m–1,30 m; 1,80 m–2,00 m; 1,60 m–2,00 m; 4,70 cm–6,50 cm; 0; 2–2. Os resultados obtidos representam informações importantes para o conhecimento e diferenciação dos acessos coletados nos estados da BA, PE, MG e RN, bem como no estabelecimento de descritores mínimos para caracterização do umbuzeiro. Verificou-se que há acessos precoces, intermediários e tardios em relação à idade de florescimento. O não florescimento do BGU 70 nesta avaliação pode ter sido resultante de sua implantação posterior ou de seu comportamento tardio quanto ao início da fase reprodutiva.

Em outro estudo sobre a dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro, Santos (1997) realizou a caracterização de 340 árvores em pleno estágio vegetativo, distribuídas em 17 regiões ecogeográficas, contemplando sete estados do Polígono da Seca (Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Piauí, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte). Para a definição das áreas de amostragens, utilizaram-se informações do IBGE para identificar os municípios ou regiões socioeconômicas com produções extrativistas de umbu. Associado a essa informação, os municípios identificados foram plotados por unidade de paisagem com base no mapa do *Zoneamento agroecológico do Nordeste* (SILVA et al., 1993) para a definição de uma região com grande similaridade edafoclimática e de pequena extensão territorial, considerando que a distribuição geográfica é um dos fatores que pode exercer influência sobre a variabilidade de populações.

Foram definidas 24 áreas para a amostragem de árvores de umbuzeiro. No entanto, o trabalho desenvolveu-se efetivamente em apenas 17 regiões, considerando-se a similaridade no tipo de vegetação e nas condições edafoclimáticas. Em cada ecorregião, caracterizaram-se, ao acaso, 20 árvores, quanto aos seguintes caracteres: número de ramos principais (NRP), altura de plantas (m) (ALT), circunferência do caule à altura de 20 cm do solo (cm) (CCS), maior diâmetro da copa (m) (MAC), menor diâmetro da copa (m) (MEC), massa do fruto (g) (MMF), massa da semente (g) (MSS), massa da casca do fruto (g) (MSC), massa da polpa do fruto (g) (MSP), diâmetro do fruto (cm) (LGR) e sólidos solúveis totais da polpa (BRI).

Os dados das 17 regiões ecogeográficas e dos 340 indivíduos foram submetidos à análise multivariada por meio da técnica de componentes principais e do agrupamento com base nos procedimentos “princom” do SAS (SAS INSTITUTE, 1989a) e “fastclus” (SAS INSTITUTE, 1989b). Entre as conclusões observadas, pode-se destacar que as árvores foram reunidas em 17 grupos independentemente da região de origem, sugerindo que as diferenças climáticas e as distâncias geográficas existentes não interferiram de forma marcante na diferenciação do umbuzeiro. As ecorregiões de Tanquinho, Jeremoabo e Ipupiara (BA); Petrolina, (PE); e Pio IX (PI), por apresentarem mais de 40% de indivíduos similares (dentro do grupo), são indicadas como regiões de dispersão do umbuzeiro.

Os caracteres massa do fruto, maior diâmetro de copa, diâmetro do fruto, massa da casca do fruto e altura da planta foram os de menor importância para a discriminação das árvores avaliadas. Apesar de a variabilidade do umbuzeiro estar distribuída por todo o Semiárido brasileiro, as ecorregiões de Porteirinha (MG), Irecê e Livramento do Brumado (BA) são indicadas para a prospecção de plantas com frutos de maior massa da polpa, boa relação polpa/fruto e com teores de sólidos solúveis totais (°Brix), acima de 12,5.

Com base nas informações apresentadas, o padrão fenotípico geral do umbuzeiro é constituído por árvores com altura de 6,3 m, seis ramos

principais, copa arredondada de 11 m de diâmetro, fruto com massa de 18,4 g, °Brix de 12, massa da polpa de 10,7 g e relação polpa/fruto de 0,58.

Além da avaliação do fenótipo, que, por definição, refere-se ao conjunto de caracteres visíveis, como os descritores morfológicos, que podem ser modificados pela ação do ambiente, o genótipo do umbuzeiro também pode ser acessado utilizando-se marcadores moleculares. Esses referidos marcadores são definidos como todo e qualquer fenótipo molecular originado de um gene expresso. Os mesmos têm muita importância na conservação e na utilização dos recursos genéticos vegetais por serem usados na caracterização de indivíduos, no mapeamento genético, na identificação de clones superiores, entre outros.

Os primeiros estudos com marcadores moleculares foram realizados para auxiliar na análise, mapeamento e transferência de genes específicos. Recentemente, estudos sobre filogenia e evolução de espécies têm sido evidenciados por meio de marcadores de DNA. Outro uso dos marcadores moleculares está relacionado ao estudo da distribuição e da extensão da variação genética dentro e entre espécies (HODGKIN, 1995).

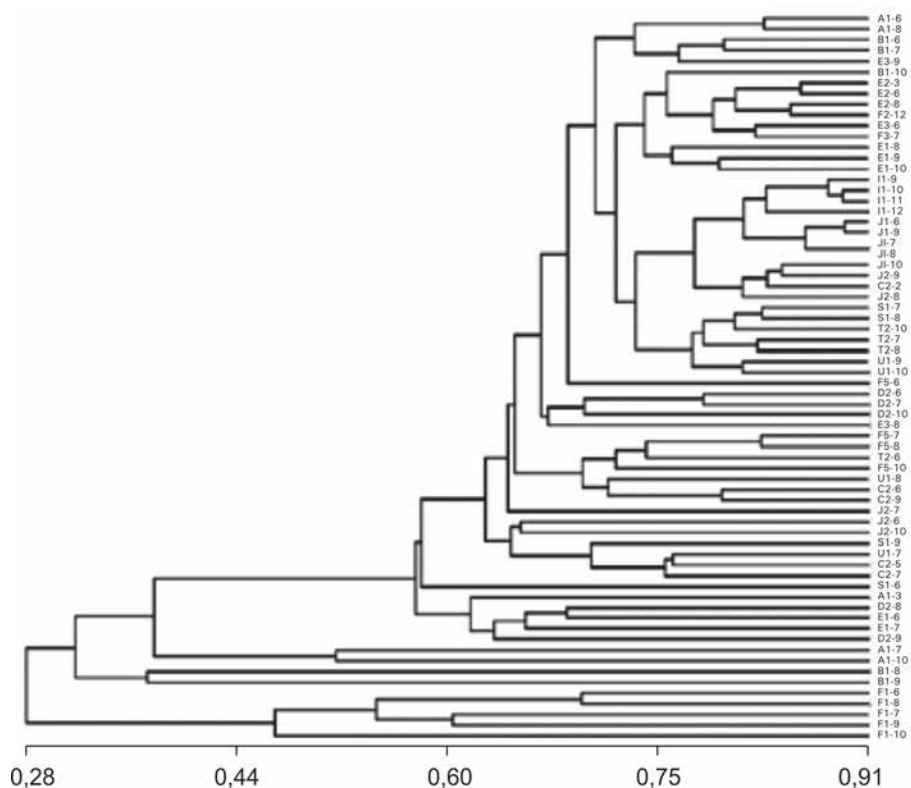
Os marcadores moleculares revelam polimorfismos de DNA tanto entre indivíduos geneticamente relacionados como em relação aos não relacionados, dependendo da origem dos indivíduos analisados. Assim, um loco molecular que apresenta segregação mendeliana é considerado um “marcador genético”. Com base nessas informações, os marcadores de DNA são utilizados em estudos de genética de populações, mapeamento e análises de similaridade e distância genética (LOPES et al., 2002).

Com o objetivo de avaliar a estrutura populacional, Santos et al. (2008) realizaram estudos com marcadores do tipo AFLP (Polimorfismo de Comprimento de Fragmento Amplificado). Foram analisados 68 indivíduos de umbuzeiro, amostrados em 15 regiões ecogeográficas, em sete estados do Polígono da Seca obedecendo a seguinte distribuição: em sete dessas regiões utilizaram-se amostras de cinco indivíduos e, nas demais, quatro.

Para a definição das áreas de amostragem do umbuzeiro no Semiárido, adotou-se o procedimento de Santos (1997) e uma distância mínima de 500 m de uma planta para outra dentro de uma mesma região ecogeográfica.

Nos indivíduos amostrados coletaram-se folhas para a extração, isolamento, purificação e avaliação do DNA. O DNA obtido foi amplificado, cortado bioquimicamente, ligado a iniciadores específicos e submetidos à eletroforese. As bandas (marcadores) resultantes foram visualizadas em gel de poliacrilamida. Determinou-se, então, o número médio de bandas e a percentagem de bandas polimórficas. Na sequência, foram realizadas análises estatísticas e moleculares para a determinação da similaridade genética entre indivíduos, construção de dendrogramas e estimação dos parâmetros populacionais, conforme apresentado por Santos et al. (2008). Obteve-se 141 e 58 fragmentos polimórficos e monomórficos, respectivamente, em 14 combinações de iniciadores EcoR1/Mse1 de AFLP com média de 10 e 4,1 fragmentos polimórficos e monomórficos por combinações de iniciadores, respectivamente; as bandas polimórficas corresponderam a 71% do total de fragmentos amplificados. Foram consideradas apenas as bandas bem definidas, evitando-se as que apresentassem pequena diferença na posição do gel e identificados, em média, 15 fragmentos polimórficos. Com esses dados, obteve-se uma matriz de similaridade que serviu de base para a construção de um dendrograma representativo da variabilidade genética observada entre os indivíduos (Figura 4).

Alternativamente, a dispersão dos indivíduos na escala bidimensional, segundo a técnica multidimensional (MDS), resultou em ausência de adequação ou de não ajuste de 0,25 (Figura 5). Foram observados agrupamentos específicos para seis regiões ecogeográficas: Superfícies Retrabalhadas (Anagé, BA), Bacias Sedimentares (Jeremoabo, BA), Superfícies Cársticas (Irecê, BA), Maciços e Serras Baixas (Sítio dos Moreiras, PE), Superfícies Cársticas (Santa Maria da Vitória, BA), e Depressão Sertaneja (Ichu, BA). Nove dos 13 indivíduos amostrados em três regiões ecogeográficas, da unidade de paisagem Superfícies Retrabalhadas (Porteirinha, MG,

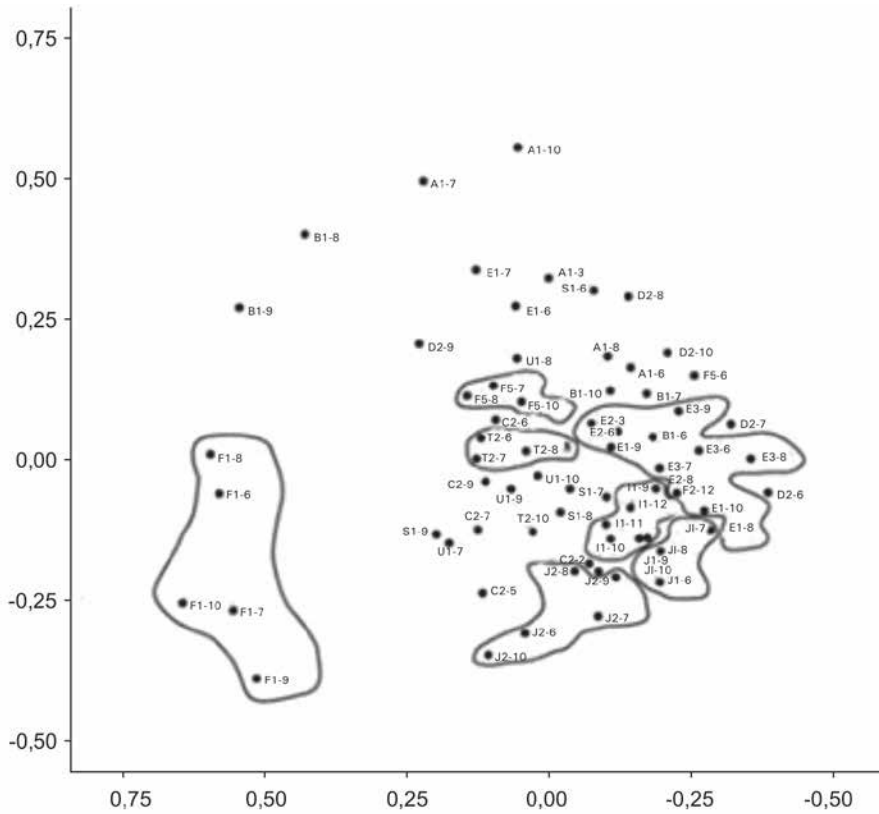


**Figura 4.** Dendrograma UPGMA do coeficiente de Jaccard entre 68 indivíduos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), amostrados em 15 regiões ecogeográficas do Semiárido com base em 141 marcadores AFLP (EcoRI/MseI). Valor cofenético: 0,96.

Fonte: Santos et al. (2008).

Anagé, BA e Jacobina, BA), formaram agrupamento específico, apesar das barreiras geográficas entre elas. Nas outras nove regiões ecogeográficas, apesar de ter sido observado grande similaridade para alguns pares de indivíduos, não foram constatados agrupamentos específicos por local de amostragem (Figuras 4 e 5).

A ecorregião de Ichu, BA apresentou os indivíduos mais divergentes, com similaridade de apenas 28% em relação aos demais indivíduos de umbuzeiro (Figuras 4 e 5). Essa ecorregião está localizada nas proximidades



**Figura 5.** Escala multidimensional de 141 marcas polimórficas de AFLP, de 68 indivíduos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), coletados em 15 regiões ecogeográficas do Semiárido brasileiro. Valor da falta de ajustamento:0,25.

Fonte: Santos et al. (2008).

de área de transição, entre o Semiárido e a Zona da Mata do Recôncavo Baiano. O conjunto desses resultados indica que a variabilidade genética do umbuzeiro não está uniformemente dispersa no Semiárido (Figuras 4 e 5) e que as barreiras geográficas ou as condições edafoclimáticas têm limitado o cruzamento e a transferência dos alelos entre as populações amostradas. Esses resultados são diferentes dos obtidos por Santos et al. (1997), que concluíram, em estudo similar a esse, com base em caracteres



fenotípicos, que a variabilidade do umbuzeiro encontra-se uniformemente distribuída no Semiárido brasileiro. No entanto, caracteres fenotípicos são extremamente influenciados pelo ambiente, o que indica que não são os mais adequados para estudos de dispersão genética.

A estimativa da variação entre ecorregiões foi considerada alta. Isso sugere que a espécie possui fluxo gênico restrito, equivalente a menos de um migrante por geração e grande variabilidade entre as populações (ecorregiões). Embora o umbuzeiro seja considerado uma espécie predominantemente alógama (SOUZA, 2000), o fluxo gênico entre as populações é pequeno e considerado restrito, provavelmente em consequência da antropização das áreas estudadas, principalmente devido às ações relacionadas com a expansão da fronteira agrícola, agricultura irrigada e a criação extensiva de caprinos.

Os resultados obtidos na pesquisa acima indicam que os indivíduos apresentam diferenças em razão da região de amostragem, ou seja, indivíduos de uma determinada região são mais semelhantes entre si e a variabilidade genética não está uniformemente distribuída por todo o Semiárido brasileiro. Com base nas informações obtidas, Santos et al. (2008) sugerem a necessidade de um maior número de áreas para conservação *in situ* da espécie e a amostragem de um número suficiente de germoplasma-semente, em maior número de regiões ecogeográficas, para a conservação da variabilidade genética da espécie.

## Avaliação de taxa de cruzamento em uma população de umbuzeiro por meio de marcadores AFLP

Existem diversos métodos para a determinação do sistema reprodutivo de espécies vegetais que se baseiam na observação de cruzamentos,

no comportamento de agentes polinizadores, no exame da morfologia floral e de resultados de experimentos de polinização controlada. Contudo, apesar de serem indicados para esse tipo de estudo, são métodos que não fornecem uma medida direta do sucesso reprodutivo da população.

O conhecimento do sistema reprodutivo tem grande importância na determinação da estrutura genética de populações e implicações práticas em programas de melhoramento genético como, por exemplo, na manutenção de germoplasma, na escolha de métodos de melhoramento e na produção de sementes. Uma das formas de se conhecer o sistema reprodutivo de uma espécie é por meio da taxa de cruzamento, a partir de marcadores moleculares codominantes e dominantes. A taxa de cruzamento é um parâmetro genético populacional que determina a probabilidade de cruzamento em populações. Quanto maior a taxa, maior inserção de variabilidade genética na população (GUIMARÃES; RAMALHO, 2001).

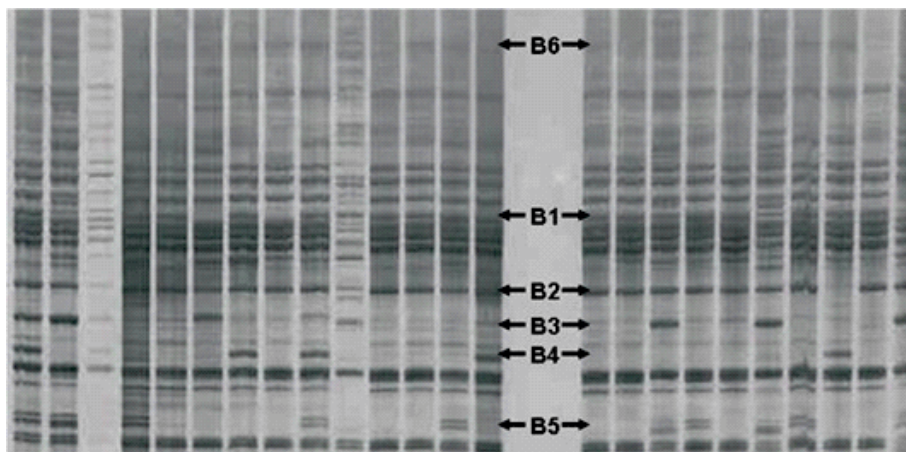
Estudos com marcadores moleculares dominantes do tipo AFLP para determinar o sistema reprodutivo de *S. tuberosa* em uma população multiprocedências estabelecida em campo em 1991 (OLIVEIRA et al., 2004), foram conduzidos por Santos et al. (2011), que coletaram folhas e sementes de 96 indivíduos de umbuzeiro amostrados ao acaso. As sementes de cada indivíduo foram plantadas, coletando-se folhas de apenas uma plântula por descendente das respectivas plantas-mãe amostradas em campo. As folhas das plantas-mãe e dos descendentes foram armazenadas separadamente em freezer a -80 °C até a extração do DNA. Para extração do DNA adotou-se a metodologia de Doyle e Doyle (1990) com modificações detalhadas em Santos et al. (2011).

Na análise estatística dos dados, as bandas polimórficas de AFLP foram anotadas considerando-se presença (1) e ausência (0) e efetuadas duas estimativas para a taxa de cruzamento. O primeiro método (M1) baseou-se na frequência de heterozigotos observada e esperada nas populações maternal e de descendentes, respectivamente, conforme Pasteur et al. (1988)

e Paiva et al. (1994), o segundo método (M2) foi baseado na estimativa de multilocus, considerando o modelo de acasalamento misto disponibilizado no programa MLTR (RITLAND, 2002).

De um total de 16 fragmentos polimórficos obtidos, seis foram da combinação de *primer* (CP) AAA\_CTG e 10 na CAAA\_CTC de AFLP, consistentes nas duas populações de mães e progênies. De acordo com Santos et al. (2008), em trabalho com umbuzeiro, foram observadas de três a 16 bandas polimórficas por CP de AFLP, o que está de acordo com os resultados obtidos por Santos et al. (2011). Foram consideradas apenas as bandas bem definidas diretamente na placa de vidro, evitando-se aquelas com pequena diferença da posição no gel (Figura 6).

Para as informações sobre a estimativa da taxa de cruzamento com base na frequência de heterozigotos observada (mães) e esperada (progênies), foram consideradas cinco bandas (AAA\_CTG\_1, AAA\_CTG2, AAA\_CTC3, AAA\_CTC5 e AAA\_CTC6) que apresentaram desvio de herança



**Figura 6.** Padrão representativo de seis bandas de AFLP da combinação de *primers* AAA\_CTG em 14 indivíduos na população de progênies (esquerda) e 13 indivíduos na população materna (direita) analisadas para determinar o sistema de cruzamento em umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda).

mendeliana nas segregações de 3:1, 1:1 ou 1:3 pelo teste do qui-quadrado a 5% de probabilidade e não foram usadas para estimar a taxa de cruzamento em relação ao primeiro método. As estimativas de “q” apresentaram diferenças que variaram de -0,196 a 0,236 entre a população materna e a população de progênies, indicando que a população apresentava variação para “q” e, por consequência, para “p” e “2pq”.

A heterozigose observada e esperada variou de 0,147 a 0,499 e de 0,211 a 0,500, respectivamente. Segundo Falconer e Mackay (1996), o máximo que a frequência de heterozigotos pode alcançar é de 0,50, sendo essa estimativa observada no fragmento AFLP, AAA\_CTC\_10 (SANTOS et al., 2011).

O coeficiente de endogamia ou índice de fixação de Wright ( $F$ ) variou de -0,271 a 0,331. Valores negativos de ( $F$ ) indicam excesso de heterozigotos na população e alogamia acentuada conforme destacado por Ruvolu-Akasusuki et al. (2002). As estimativas da taxa de cruzamento ( $t$ ) para o método M1 variaram de 1,74 a 0,50 com média de 1,063. Paiva et al. (1994), trabalhando com esses mesmos estimadores em seringueira, encontraram apenas valor ligeiramente superior a 1,0 entre quatro sistemas isoenzimáticos. Essa estimativa, tendo como referência o coeficiente de endogamia de Wright, não está de acordo com a obtida por Souza (2000) que estimou a taxa de cruzamento aparente em 0,74, usando três sistemas isoenzimáticos e estimadores de componentes de variância.

Com relação ao segundo método (M2), as frequências de óvulos e pólen em 15 locus de AFLP foram iguais, indicando que não houve violação do modelo de cruzamento misto, necessário para a correta estimativa da taxa de cruzamento multilocus, como proposto por Ritland (2002). Esta taxa ( $t_m$ ) foi de 0,719, enquanto a de cruzamento unilocus ( $t_s$ ) foi de 0,713. Isso indica que *S. tuberosa* é de polinização predominantemente cruzada, com taxa de autofecundação de 0,287. A estimativa multilocos de 0,713 é próxima do valor estimado por Souza (2000) em *S. tuberosa*. A diferença entre  $t_m$  e  $t_s$  foi de 0,007, sugerindo que a endogamia biparental, relacionada

ao cruzamento entre parentes foi praticamente inexistente. O coeficiente médio de endogamia ou índice de fixação das árvores maternas ( $F$ ) foi de -0,200, enquanto a esperada era de 0,163, assumindo que ( $F$ ) esperado é dado por  $(F) (1-t_m)/(1+t_m)$ , conforme Gaiotto et al. (1997), indicando excesso de heterozigotos e endogamia menor na população materna estudada.

## Caracterização e avaliação de caracteres quantitativos

Em estudos genéticos é necessário diferenciar duas causas de correlação entre caracteres: a genética e a ambiental. A principal causa de correlação genética é o pleiotropismo, que é a propriedade pela qual um gene afeta dois ou mais caracteres, de modo que, se o gene estiver segregando, causará variação simultânea nos caracteres que ele afeta. Alguns genes podem aumentar mais de um caractere, enquanto outros aumentam um e reduzem outro. Na primeira situação, tendem a causar uma correlação positiva e na segunda, correlação negativa. A ambiental é uma causa de correlação em que dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições de ambiente. Assim, a correlação resultante de causa ambiental é o efeito total de todos os fatores variáveis de ambiente, e alguns tendem a causar correlações positivas e outros negativos (FALCONER, 1985).

O conhecimento da relação entre caracteres quantitativos em populações de plantas representa uma alternativa muito importante para programas de melhoramento genético. Com base nesse conhecimento, podem-se realizar seleções indiretas de um caráter quantitativo de difícil ganho de seleção, por meio da seleção de outro caráter diretamente correlacionado de maior ganho genético ou de difícil seleção visual (CARPENTIERE-PÍPOLO et al., 2005). No entanto, em algumas situações, os coeficientes de correlação podem resultar em equívocos na estratégia de seleção, em virtude do efeito de uma terceira variável ou grupos de variáveis sobre a variável em estudo (SANTOS; NASCIMENTO, 1998).

Com o objetivo de estudar a relação entre caracteres por meio da caracterização e avaliação de 16 plantas de umbuzeiro de ocorrência espontânea em área pertencente à Embrapa Semiárido, Santos e Nascimento (1998) avaliaram a circunferência do caule a 20 cm do solo (CIC), altura da planta (ALP), diâmetro da copa (DIC), número de ramos principais (NRP), teor de sólidos solúveis totais do fruto (BRI), acidez do fruto (ACI), massa da polpa (POL), massa da casca (CAS), massa do caroço (CAR), largura do fruto (CTF), massa total de frutos por planta (PRO), número total de frutos por planta (NTF) e massa média de frutos (PMF). Foram realizadas análises estatísticas relacionadas à correlação simples ou fenotípica, correlação parcial e análise de trilha, conforme procedimentos apresentados por Cruz e Regazzi (1994).

Para os estudos de correlações simples, todos os caracteres foram estimados. Nas correlações parciais, estimou-se a massa total dos frutos/planta com os caracteres CIC, ALP, DIC e NRP. Na análise de trilha, utilizou-se um diagrama de cadeia, para definir como variável principal a massa total de frutos/planta; variáveis explicativas primárias da massa total de frutos/planta (número total de frutos/planta, massa média de frutos) e as variáveis explicativas secundárias da massa total de frutos/planta (CIC, ALP, DIC, NRP, BRI, ACI, POL, CAS, CAR, CTF).

Os resultados dos coeficientes de correlação simples ou fenotípica de massa total de frutos do umbuzeiro e suas variáveis primárias e secundárias indicaram que os caracteres CIC, ALP, DIC e NRP apresentaram correlações simples positivas e consideráveis entre eles, e negativas, ou com pequenos valores com os demais caracteres, inclusive, massa total de frutos.

Observou-se correlação negativa entre POL x ALP, o que indica que a seleção para o aumento da polpa ou da largura do fruto poderá ser negativa para a altura da planta. Já a correlação positiva entre BRI x ACI e CAR x POL indica que o aumento em uma variável correlacionada aumentará

a outra. As correlações parciais da massa total de frutos (PRO) com os caracteres vegetativos, CIC, ALP e NRP não foram significativas pelo teste F.

As estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis primárias sobre a massa total de frutos (PRO) indicaram que os efeitos indiretos foram negativos entre as variáveis explicativas, sugerindo-se que a seleção para o aumento em uma dessas variáveis provocará diminuição na outra. A variável mais importante para o aumento da massa total de frutos foi o número total de frutos/planta que apresentou efeito direto positivo e correlação de 0,97.

Quanto à massa média de frutos, apesar de se correlacionar negativamente com a massa total de frutos/planta, apresentou efeito direto positivo, devendo ser considerado na seleção de plantas produtivas. A correlação negativa entre a massa total de frutos/planta e massa média de frutos deveu-se ao efeito indireto do número total de frutos/planta, confirmando a inadequação das correlações simples em determinadas situações (SANTOS et al., 1995).

As estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis secundárias sobre o número total de frutos de umbuzeiro indicaram que as variáveis largura do fruto e diâmetro da copa apresentaram os maiores efeitos diretos positivos sobre o número total de frutos/planta, enquanto as massas do caroço, da polpa e da casca tiveram os maiores efeitos diretos negativos. Esta é uma indicação de que a seleção para o aumento do número total de frutos/planta poderá ser positiva nas variáveis largura do fruto e diâmetro da copa e negativa nos caracteres massa do caroço, massa da polpa e massa da casca. Essas estimativas geraram um coeficiente de determinação de 0,74, revelando que o modelo adotado foi satisfatório para explicar o inter-relacionamento do número total de frutos/planta com as variáveis secundárias consideradas nesse estudo.

Os efeitos diretos positivos da largura do fruto e diâmetro da copa e os efeitos negativos das massas do caroço, da polpa e da casca sobre a

variável básica, massa total de frutos/planta, indicam que as variáveis secundárias podem ser usadas para orientar na seleção de plantas produtivas.

No que se refere às variáveis primárias da massa média do fruto, as estimativas dos efeitos diretos das massas da polpa, casca e caroço sobre a massa do fruto apresentaram valores elevados e positivos, tanto no efeito direto como na correlação simples. Porém, maior massa do caroço e da polpa foram as variáveis mais importantes para o aumento da massa do fruto por em decorrência dos efeitos diretos mais elevados.

Quanto ao efeito das variáveis secundárias sobre as primárias da massa média do fruto, com base nas estimativas dos efeitos diretos e indiretos de algumas variáveis secundárias sobre as primárias da massa do fruto, a massa da polpa apresentou a melhor combinação de efeito direto e correlação positiva em relação à largura do fruto. O aumento na massa da polpa pode ser obtido pela seleção positiva para essa variável ou pela seleção negativa para altura da planta, confirmando os resultados das correlações simples. O coeficiente de determinação de 0,9078 explica satisfatoriamente o modelo testado para a massa da polpa.

A variável mais importante para a massa da casca foi a largura do fruto. Já a altura da planta, que apresentou efeito direto de 0,2943 e correlação negativa, deve ser considerada para o aumento da massa da casca do fruto do umbuzeiro. O coeficiente de determinação de 0,74 sugere que o modelo foi satisfatório para explicar a relação causa-efeito da massa da casca.

A massa do caroço apresentou como variável mais importante a largura do fruto. Porém, apesar da correlação negativa com a altura da planta, essa variável apresentou efeito direto de 0,25 e deve ser considerada na seleção de indivíduos com maior caroço. O coeficiente de determinação de 0,81 indica que a inclusão de novas variáveis no modelo o que, dificilmente, poderá alterar a importância das variáveis.



## Perspectivas

Como pode ser observado nas pesquisas sobre o manejo de recursos genéticos do umbuzeiro desenvolvidas na Embrapa Semiárido, existem muitas informações enfocando aspectos da distribuição da variabilidade genética em populações naturais por métodos tradicionais.

A formação do banco de germoplasma com a presença dos mais diversos acessos, a caracterização das matrizes que deram origem aos acessos do banco, o uso de marcadores moleculares para a avaliação da variabilidade genética de populações naturais, a determinação do sistema reprodutivo e da taxa de cruzamento, e estudos de correlação entre caracteres quantitativos. Este conjunto de informações coloca a espécie em melhor situação na geração do conhecimento científico e tecnológico em relação a outras espécies da Caatinga com potencialidades semelhantes.

Apesar de todo o esforço, muito ainda há de ser realizado para explorar o conhecimento gerado ao longo de diversos anos de pesquisa. Pontos importantes devem ser considerados e realizados como, por exemplo, a caracterização detalhada do banco de germoplasma (morfológica, molecular e citogenética). Já existem iniciativas com relação à caracterização morfológica de folhas, porém as mesmas devem ser acompanhadas de outras informações relacionadas à composição físico-química de frutos, inflorescências/flores, além da avaliação agrônômica, para que esse conjunto de informações possibilite os avanços necessários para auxiliar em futuros programas de melhoramento e conservação genética da espécie.

A caracterização molecular possibilita eliminar acessos em duplicidade ou com níveis de variabilidade muito semelhantes, o que irá permitir a orientação de novos estudos de cruzamento entre acessos mais divergentes na busca de alternativas comerciais a exemplo de variedades precoces, intermediárias, tardias e produtivas. Com relação à caracterização citogenética por métodos tradicionais de contagem de cromossomos (mitose,

meiose) e o uso de outras técnicas complementares mais avançadas como a citometria de fluxo são alternativas importantes para auxiliar os estudos de melhoramento da espécie. No primeiro método, podem ser obtidas informações sobre a utilização de materiais genéticos promissores visando o uso em cruzamentos dirigidos, identificação de possíveis alterações na fertilidade de indivíduos e do nível de ploidia. No segundo, a quantidade de DNA é medida e infere sobre os níveis de ploidia.

## Referências

CARPENTIERE-PÍPOÓLO, V.; GASTALDI, L. F.; PÍPOÓLO, A. E. Correlações fenotípicas entre caracteres quantitativos em soja. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, n. 1, p. 11-16, jan./mar. 2005.

CARVALHO, J. E. U. de; ALVES, R. M. Recursos genéticos de espécies do táxon *Spondias* na Amazônia Oriental. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA-JÚNIOR, J. S. de; SILVA-JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. p. 69-74.

CASSIMIRO, C. M. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no estado da Paraíba: cajazeira, cirigüeleira e cajaraneira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA-JÚNIOR, J. S. de; SILVA-JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. p. 63-68.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1994. 390 p.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, [S.l.], v. 12, p. 13-15, 1990.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 2nd ed. London: Longman, 1981. 340 p. il.

FUTUYMA, D. **Biologia evolutiva**. 2. ed. Ribeirão Preto: SBG, 1992. 646 p.

GAIOTTO, F. A.; BRAMUCCI, M.; GRATAPAGLIA, D. Estimation of outcrossing rate in a breeding population of *Eucalyptus urophylla* with dominant RAPD and AFLP markers. **Theoretical and Applied Genetics**, Cham, v. 95, n. 5/6, p. 842-849, 1997.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 1993. p. 13-27.

GOEDERT, C. de O. Histórico e avanços em recursos genéticos no Brasil: In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. p. 25-60.

GUIMARÃES, F. G.; RAMALHO, M. C. **Implementação de um algoritmo genético**. Belo Horizonte, UFMG, 2001. 9 p. Trabalho apresentado à disciplina de "Otimização" do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Minas Gerais.

HODGKIN, T. Some current issues in the conservation and use of plant genetic resources. In: AYAD, W. G.; HODGKIN, T.; JARADAT, A.; RAO, V. R. (Ed.). **Molecular genetic techniques for plant genetic resources**. Rome: IPGRI, 1995. p. 3-11.

LIRA JÚNIOR, J. S. de; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; MOURA, J. M. de. Recursos genéticos de *Spondias* em Pernambuco: cajazeira, cirigueleira e cajá-umbuzeiro. In: LEDERMAN, I. E. LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA-JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. p. 80-85.

LOPES, M. S.; LOPES, M. T. G.; FIGUEIRA, A.; CAMARGO, L. E. A.; FUNGARO, M. H. P.; CARNEIRO, M. S.; VIEIRA M. L. C. Marcadores moleculares dominantes (RAPD e AFLP). **Biociência e desenvolvimento**, Uberlândia, v. 5, n. 29 p. 56-60, 2002.

NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de; DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F. Avaliação da produção de frutos no banco de germoplasma de umbuzeiro - BGU, Município de Petrolina-PE. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54.; REUNIÃO DE BOTÂNICOS DA AMAZÔNIA, 3., 2003, Belém, PA. **Resumos...** Belém, PA: SBB, 2003. 1 CD ROM.

OLIVEIRA, V. R. de; REZENDE, M. D. V. de; NASCIMENTO, C. E. de S.; DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F. Variabilidade genética de procedências e progênies de umbuzeiro via metodologia de modelos lineares mistos (REML/BLUP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v26n1/a15v26n1.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

OLIVEIRA, V. R. de; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; ARAÚJO, F. P. de; DIAS, R. de C. S.; DRUMOND, M. A. Caracterização preliminar de acessos do banco de germoplasma de umbuzeiro da Embrapa Semi-Árido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p. 159.

PAIVA, J. R.; KAGEYAMA, P. Y.; VENCOSKY, R. Genetics of rubber tree (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex ADR. De Juss.) Mull. Arg.). 2. Mating systems. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 43, n. 5/6, p. 373-376, 1994.

PASTEUR, N.; PASTEUR, G.; BONHOME, F.; CATALAN, J.; BRITTON-DAVIDIAN, J. **Practical isozyme genetics**. New York: Haisted Press, 1988. 215 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; CASTELLEN, M. da S. Coleção de *Spondias* spp. da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. p. 86-90.

RITLAND, K. Extensions of models for the estimation of mating systems using *n* independent loci. **Heredity**, [Vic Laon], v. 88, p. 221-228, 2002.

- RUVOLU-TAKASUSUKI, M. C.; MACHADO, M. F. P. S.; HELIO CONTE, H. Esterase-3 polymorphism in the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera, Pyralidae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 25, n.1, p. 61-64, 2002.
- SACRAMENTO, C. K. do; AHNERT, D.; BARRETTO, W. S.; FARIA, J. C. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* na Bahia - cajazeira, cirigüeleira, cajaraneira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. p. 54-62.
- SANTOS, C. A. F. Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no Semi-Árido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 9, p. 923-930, set. 1997.
- SANTOS, C. A. F.; LIMA FILHO, J. M. P. **Avaliação do umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias* cultivadas sob condições de sequeiro em Petrolina**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008, 20 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 76).
- SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; ARAÚJO, F. P. de Competição de clones do umbuzeiro: cinco anos após. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 16., 2002, São Luís. **Resumos...** São Luís: SBG-MA, 2002. p. 131.
- SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, M. C. de. Recursos genéticos do umbuzeiro: preservação, utilização e abordagem metodológica. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livro/index.html>>. Acesso em: 14 mar. 2016.
- SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S. Relação entre caracteres quantitativos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 4, p. 449-456, 1998.
- SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de; RODRIGUES, M. A.; RIBEIRO, H. L. C.; DRUMOND, M. A. Estimativas de polinização cruzada em população de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) usando marcador AFLP. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 691-697, 2011. Edição especial.
- SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCI, M. I. Variabilidade genética do umbuzeiro no semiárido brasileiro, por meio de marcadores AFLP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 1.037-1.043, 2008.
- SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAMPOS, C. de O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 104-109, ago. 1999.
- SANTOS, C. A. F.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T. Adequação de modelos no estudo do coeficiente de trilha dos componentes primários e secundários de progênies F6 de soja (*Glycine Max* (L.) (Merrill)). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 42, n. 240, p. 111-121, 1995.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: version 6. 4nd. ed. Cary, 1989a. v. 1., 943 p.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: version 6. 4nd. ed. Cary, 1989b. v. 2., 846 p.

- SATURNINO, H. M. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no Estado de Minas Gerais. In: LEDERMAN, I. E. LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife. Universidade Federal de Pernambuco, 2008. p. 75-79.
- SILVA, C. M. M. de S.; PIRES, I. E.; SILVA, H. D. da. **Caracterização dos frutos do umbuzeiro**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1987. 17 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de pesquisa, 34).
- SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. da; SILVA, A. B. ; SILVA, J. C. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e socioeconômico**. Petrolina PE: Embrapa-CPATSA/Recife: Embrapa-CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2v., il.
- SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. 382 p. il.
- SOUZA, J. C. de. **Variabilidade genética e sistema de cruzamento em populações naturais de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. 2000. 86 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SOUZA, F. X. de. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no Brasil. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA-JÚNIOR, J. S. de; SILVA-JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife. Universidade Federal de Pernambuco, 2008. p. 45-53.
- VOS, P.; HOGERS, R.; BLEEKER, M.; REIJANS, M.; VAN de LEE, T.; HORNES, M.; FRIJES, A.; POT, J.; PELEMAN, J.; KUIPER, M.; ZABEAU, M. AFLP: a new, technique for DNA fingerprinting. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v. 23, p. 4.407-4.414, 1995.
- WENDT, S. N.; SOUZA V. A. de; QUOIRIN, M.; SEBBENN, A. M.; STURION, J. A. Caracterização genética de procedências e progênes de *Illexparaguariensis*St. Hil. utilizando marcadores RAPD. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 47-53, mar. 2007.
- WRIGHT, J. W. A simplified design for combined provenance and progeny testing. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 27, n. 2, p. 68-70, 1978.

# 4

## Ecofisiologia

José Moacir Pinheiro Lima Filho  
Saulo de Tarso Aidar



# Introdução

A importância social, econômica e ambiental do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), em grande parte, pode ser atribuída a sua capacidade de produzir expressiva quantidade de frutos de alto valor nutricional sob as condições climáticas extremas do Semiárido do Nordeste brasileiro. Esta característica justifica amplamente a geração de conhecimentos e de informações sobre seu comportamento fisiológico, e o desenvolvimento de técnicas voltadas para o manejo racional e a domesticação da espécie com o objetivo da conservação do umbuzeiro em áreas de Caatinga e o estabelecimento de sistemas de produção.

Estas informações devem explicar como o umbuzeiro responde a variações nas condições do meio e quais são suas necessidades físicas, químicas e biológicas para que possa crescer de forma eficiente desde a fase juvenil até a reprodutiva com a produção de frutos.

Neste capítulo é apresentada uma revisão dos principais resultados de pesquisa sobre fenologia, relações hídricas e trocas gasosas de umbuzeiro, e busca interpretá-los a fim de se explicar como os principais mecanismos atuam para garantir o crescimento e a reprodução da espécie.

## Fenologia

O estabelecimento inicial de uma plântula até se tornar indivíduo adulto de umbuzeiro, na natureza, depende de vários processos. Com o estabelecimento da plântula, variações sazonais dos fatores ambientais exigem ajustes no comportamento fenológico de forma a viabilizar a sobrevivência e, mais tarde, a reprodução.

Característica de sua especialização em ambiente semiárido, desde as primeiras semanas de vida a planta já desenvolve mecanismos de proteção



contra a seca. Com a germinação da semente, a formação da plântula é favorecida com o uso de reservas dos cotilédones, ao mesmo tempo em que inicia o processo de intumescimento da raiz principal e formação de túberas para o armazenamento de água e reservas nutritivas minerais e orgânicas. A presença da túbera confere ao umbuzeiro a alta capacidade de sobreviver extensos períodos de seca.

O tempo de fase juvenil em plantas oriundas de sementes sob condições naturais pode se modificar dependendo da variabilidade genética e interação com o ambiente em que se desenvolve o umbuzeiro. O início da floração marca a transição da fase juvenil para a adulta, e a planta passa à fase reprodutiva de seu ciclo de vida.

Não há informações precisas sobre a longevidade do umbuzeiro, mas, acredita-se que a espécie possa viver por mais de um século.

As seguintes fases fenológicas podem ser observadas em um ciclo de vida anual de um umbuzeiro adulto: 1) senescência, abscisão foliar e dormência vegetativa; 2) floração; 3) crescimento vegetativo; e 4) frutificação. Essas fases ocorrem em resposta às variações sazonais e devem ser precisamente controladas para garantir o balanço eficiente entre produção e sobrevivência. A capacidade de se ajustar fisiologicamente à variação dos fatores ambientais de maneira a garantir a sobrevivência, o crescimento e a reprodução, está relacionada à plasticidade fenotípica da espécie.

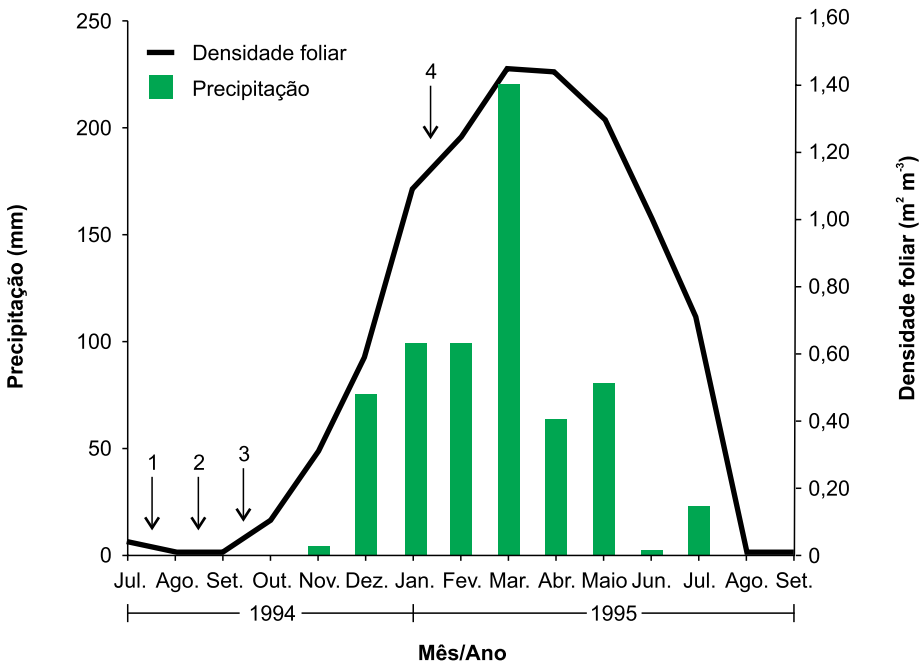
## Fases fenológicas

### **Senescência, abscisão foliar e dormência vegetativa**

Uma das fases fenológicas do umbuzeiro, visualmente mais marcante, resulta da perda, anualmente, de sua cobertura foliar na estação seca. A abscisão de suas folhas neste período reduz a superfície transpiratória e, conseqüentemente, a perda de água (LIMA FILHO, 2011). A abscisão foliar,

comum em outras lenhosas da Caatinga (SILVA et al., 2004), pode ser interpretada como uma estratégia de sobrevivência da espécie para evitar a desidratação sob déficit hídrico progressivo do solo.

A deficiência hídrica ao longo do crescimento vegetativo é a principal condição abiótica a ser superada pelas plantas da Caatinga. Desta forma, a vegetação nativa encontrada neste bioma é, predominantemente, especializada em resistir à seca. O umbuzeiro se destaca entre as espécies mais resistentes à estiagem do Sertão nordestino. De acordo com Lima Filho (2008), durante a seca, as folhas do umbuzeiro entram em processo de senescência e, após sua queda, a planta permanece em estado de dormência vegetativa até a ocorrência das primeiras chuvas (Figura 1).



**Figura 1.** Relação entre a precipitação, densidade foliar e as fases fenológicas do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) (1, queda de folhas; 2, floração; 3, frutificação; 4, maturação), observada durante o ciclo produtivo 1994-1995, em Petrolina, PE.

Fonte: Lima Filho (2008).

A abscisão foliar do umbuzeiro, em geral, tem início de 30 a 60 dias após a última precipitação que, no Sertão Pernambucano, normalmente, ocorre no segundo trimestre do ano (LIMA FILHO, 2008).

## Floração

Em sua fase adulta, o umbuzeiro passa a apresentar a capacidade de florescer ao final do período seco, antes das primeiras precipitações. Provavelmente, a energia metabólica para este fenômeno é suprida pelas reservas nutritivas da planta, acumulada no período vegetativo anterior, uma vez que a floração normalmente ocorre antes da expansão dos primórdios foliares formados nos ápices caulinares. De acordo com os resultados de Lima Filho (2008), a floração do umbuzeiro tem início em torno de 36 dias após a queda das folhas formadas no ciclo anterior. Este comportamento pode lhe conferir vantagem no aproveitamento da água diretamente para a produção de frutos desde o início das chuvas (SANTOS et al., 2005).

## Crescimento vegetativo

Durante a fase de florescimento, ainda sob condição de seca, é comum observar as primeiras folhas aparecerem na base das inflorescências já em desenvolvimento, as quais, provavelmente, irão fornecer os fotossintatos necessários à formação dos novos frutos (LIMA FILHO, 2008). No entanto, somente após as primeiras chuvas é que o crescimento vegetativo mostra um incremento substancial com a expansão dos folíolos. De acordo com Lima Filho (2008), foi registrado um valor máximo de densidade foliar em torno de  $1,45 \text{ m}^2/\text{m}^3$  no período de maior precipitação no ciclo de 1994–1995 (Figura 1).

Entretanto, dependendo da intensidade e distribuição da precipitação, este valor pode variar de ano para ano e de região para região, bem como as datas de início e duração das demais fases fenológicas. A renovação da copa permite a retomada da fotossíntese, conseqüente produção de

energia e armazenamento de reservas necessárias para a manutenção do metabolismo, do crescimento vegetativo e da produção de frutos.

## Frutificação

O início da frutificação, por sua vez, no estudo de Lima Filho (2008), ocorreu em aproximadamente 25 dias após o início da floração, sendo que a maturação dos frutos aconteceu de um período de 120 dias, aproximadamente.

Em geral, o período de floração do umbuzeiro no Sertão Pernambucano ocorre entre os meses de outubro e dezembro (LIMA FILHO, 2008), enquanto na região do Agreste esta fase fenológica é deslocada para os meses de janeiro a março, portanto, mais tardia, resultando na frutificação entre março e junho (PIRES, 1990). Para Guerra (1981), a frutificação do umbuzeiro ocorre em aproximadamente 75 dias, confirmando os períodos de disponibilidade de frutos em 1 ano-safra tanto no Sertão quanto no Agreste. Informações sobre períodos de brotação, floração e frutificação do umbuzeiro em regiões distintas daquelas já mencionadas também são encontradas nos trabalhos de Duque (1980), Mendes (1990), Pires (1990) e Cavalcanti et al. (2000).

Apesar da rusticidade das plantas de umbuzeiro, de modo geral, é esperado que sua produtividade seja influenciada por variações na disponibilidade hídrica, a qual pode variar em termos de duração, período e intensidade durante toda a fase reprodutiva, dependendo do regime de chuvas. Por este motivo, experiências com o uso de irrigação do umbuzeiro, iniciada logo após o florescimento e mantida somente durante o período de safra, têm resultado boa produtividade e tamanho de frutos compatível com o potencial genético da planta. Esta metodologia foi comprovada na Embrapa Semiárido, e é empregada com sucesso em um cultivo comercial instalado em Januária, MG, considerado pioneiro na produção de umbus “gigantes” na região.

## Idade de maturidade e indução floral

Informações sobre a idade de início da maturidade do umbuzeiro são escassas na literatura. Dependendo da forma de propagação, a idade de início da produção pode variar de 5 (NASCIMENTO et al., 1993) a, aproximadamente, 10 anos (NEVES; CARVALHO, 2005), ou mais (MENDES, 1990). No entanto, o nível de produtividade de uma planta de umbuzeiro, além dos fatores ambientais e genéticos, será dependente, proporcionalmente, do seu porte. Esta relação entre produtividade e porte da planta deve existir uma vez que, quanto maior o nível de desenvolvimento de estruturas como diâmetro e altura de copa, área foliar, volume de tecidos parenquimáticos, superfície radicular e volume de túberas, por exemplo, maior o potencial de produção de compostos do metabolismo e de armazenamento das reservas nutritivas que poderão ser utilizadas na produção de frutos.

Estudos sobre os fatores responsáveis pela indução do florescimento no umbuzeiro também são escassos. De maneira geral, é possível que a indução desta fase fenológica na espécie esteja associada à duração e intensidade do déficit hídrico ocorrido no período imediatamente anterior por causa da ausência de precipitações. O déficit hídrico é um dos principais geradores de estímulos que induzem o florescimento da mangueira (DAVENPORT; NUNEZ-ELISEA, 1997), espécie da mesma família do umbuzeiro. Na cultura da mangueira, a aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol (PBZ), associada ao déficit hídrico, constitui uma técnica utilizada em pomares comerciais para a indução da floração (ALBUQUERQUE et al., 1999; FONSECA et al., 2005).

Baseando-se nesta técnica, Lima Filho et al. (2001) realizaram testes similares para verificar o efeito do PBZ sobre a floração do umbuzeiro. Os autores verificaram que a aplicação do produto, na concentração de 1g por metro linear de diâmetro de copa, aliada a duas irrigações para absorção do regulador de crescimento, seguida do déficit hídrico durante todo o período seco, resultou na antecipação da floração em 60 dias comparando-se com

a condição controle. Sabe-se que o PBZ reduz o crescimento vegetativo pela inibição da síntese de giberelina, o que explica sua ação em promover um balanço hormonal favorável à produção de gemas florais (DAVENPORT; NUNEZ-ELISEA, 1997). Apesar de esta técnica não ser considerada compatível com o sistema de exploração extrativista, a viabilidade de sua utilização poderá ser considerada no desenvolvimento de um sistema de produção para a espécie, para a produção fora da época, aumentando assim o tempo de oferta do fruto no mercado (LIMA FILHO et al., 2001).

## **Balanço hídrico**

O desempenho do umbuzeiro nas condições semiáridas do Nordeste brasileiro reforça alguns aspectos únicos do seu comportamento hídrico. A alta demanda evaporativa da atmosfera impõe à planta um déficit hídrico severo durante períodos extensos do ano, conforme descrito no primeiro capítulo deste livro, no qual foram apresentadas características dos ambientes de ocorrência da espécie. A seguir, são apresentados alguns dos principais resultados de pesquisa que explicam os mecanismos utilizados pela espécie para a manutenção do balanço hídrico interno favorável ao desenvolvimento.

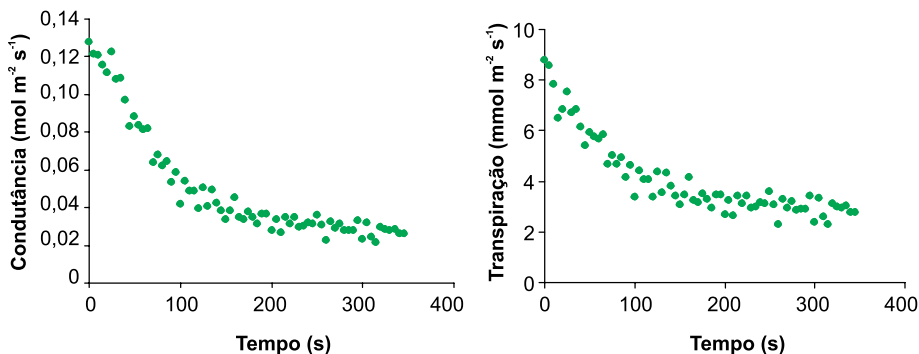
## **Controle estomático da transpiração**

Os primeiros estudos sobre o comportamento hídrico do umbuzeiro sob condições de campo foram realizados por Ferri e Labouriau (1952) e Ferri (1953, 1955), tomando como base o comportamento estomático. Estes autores observaram que a transpiração, obtida pelo método de pesagem, atingiu valor máximo às 9h, antecipando em 7 horas o momento de evapotranspiração máxima. Em outro estudo, a máxima foi registrada às 7h, entretanto, com valores tão baixos que foram considerados transpiração cuticular (FERRI, 1953).

Os resultados obtidos de curvas de andamento diário da transpiração indicaram uma das menores taxas transpiratórias para o umbuzeiro ao longo do dia, comparado com outras espécies, mesmo no período chuvoso (FERRI, 1955). De fato, Ferri (1978) observou que os estômatos do umbuzeiro são pequenos, não possuem estruturas especiais de proteção e fecham-se rapidamente ao primeiro sinal de deficiência hídrica.

Atualmente, a velocidade de fechamento dos estômatos do umbuzeiro pode ser monitorada inserindo-se folhas em uma câmara de avaliação de trocas gasosas de um analisador de gases por infravermelho (IRGA), e destacando-as dos ramos, logo após estabelecimento de estado de equilíbrio dinâmico das trocas gasosas entre a folha e o ar (Figura 2). Este procedimento visa interromper o fluxo de água para as folhas, provocando o fechamento dos estômatos.

Com este procedimento, observa-se uma rápida diminuição na condutância estomática, caindo de  $0,13 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  para cerca de  $0,02 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  em, aproximadamente, 5 minutos, expressando, assim, a velocidade de fechamento dos estômatos (Figura 2). Neste mesmo período, a transpiração do umbuzeiro cai de  $8,8 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  para, aproximadamente,  $2,3 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , representando uma diferença em torno de 75% do valor



**Figura 2.** Redução na condutância estomática e transpiração das folhas do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) em função do tempo, após excisão.

inicial obtido imediatamente antes da excisão foliar (Figura 2). Os valores abaixo deste ponto podem ser considerados como condutância cuticular já que as folhas do umbuzeiro possuem cutícula bastante delgada, possibilitando alguma transpiração mesmo após o fechamento dos estômatos (FERRI, 1978).

Silva et al. (2005), estudando o comportamento estomático de mudas intactas de umbuzeiro, enxertadas com três diferentes acessos do Banco Ativo de Germoplasma do Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido, verificaram que dois deles (BGU 44 e BGU 48) apresentaram uma maior sensibilidade ao estresse hídrico, em função de uma maior velocidade de fechamento estomático. O terceiro (BGU 50) não apresentou fechamento estomático dentro de 15 dias de suspensão da irrigação.

Posteriormente, Silva et al. (2009a) verificaram que o acesso BGU 68 foi ainda mais responsivo à seca apresentando a maior velocidade de fechamento estomático sob condições de seca progressiva comparando-se ao BGU 44, BGU 48 e BGU 50. Além disso, o acesso BGU 68, segundo os autores, também foi um dos mais rápidos a recuperar sua transpiração após a reidratação. Sob condições ótimas de hidratação, apresentou os menores valores de transpiração, e o BGU 48 os maiores.

Desta forma, estes resultados indicam uma diferenciação nas respostas de economia de água entre acessos. No entanto, estes resultados dependem de confirmações em condições de campo para se concluir sobre suas implicações em função do manejo adotado.

De acordo com Grisi (1976), espécies da Caatinga como a baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.) e a catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz) apresentaram, no final do período das chuvas e nos momentos mais críticos do dia, reduções na transpiração da ordem de 24,3% e 33%, respectivamente, 5 minutos após excisão foliar. Comparando-se com os dados obtidos para umbuzeiro, *S. brasiliensis* e *P. pyramidalis* apresentam menor velocidade de fechamento estomático.



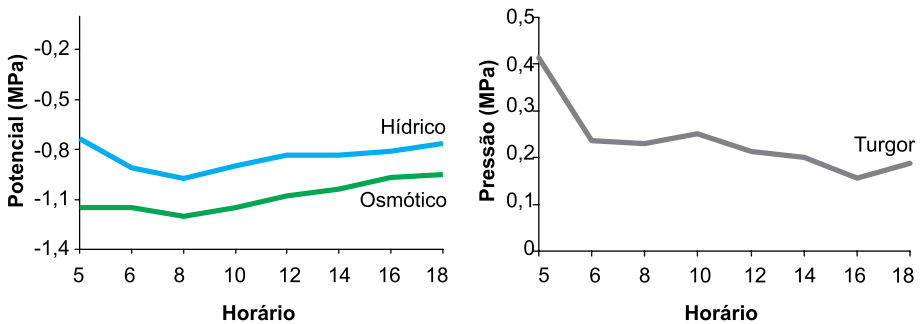
Estas observações suportam as informações de Lima Filho e Silva (1988) de que o umbuzeiro exerce rígido controle sobre a transpiração por meio dos estômatos, mesmo sob condições de boa disponibilidade hídrica, assegurando uma significativa economia de água. Em plantas que habitam regiões semiáridas, a resistência oferecida pelos estômatos à perda de vapor d'água (resistência estomática,  $r_s$ ) constitui uma estratégia vital de sobrevivência, principalmente no horário de maior demanda evaporativa (SILVA et al., 2003).

Silva et al. (2004), verificaram diferentes padrões de resposta do controle estomático ao longo do dia em dez espécies da Caatinga, no início da estação seca. Espécies como *Croton campestris* St. Hill. e *P. pyramidalis* aumentaram a resistência difusiva nas horas mais quentes do dia e recuperaram o grau de abertura dos estômatos à tarde. Já as demais espécies, como *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl, *Ziziphus joazeiro* Mart., *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. e *Aspidosperma pyriforme* Mart. tenderam a aumentar a  $r_s$  no horário mais quente e se mantiveram assim até o final do dia.

## Controle do potencial hídrico

Lima Filho (2001) estudou as relações hídricas do umbuzeiro por meio do monitoramento do potencial hídrico e seus componentes (TURNER, 1981), objetivando compreender os mecanismos pelos quais esta espécie mantém seu balanço hídrico interno durante as estações de seca e chuvosa. Este autor informa que, sob condições de seca, os valores mais baixos de potencial hídrico e potencial osmótico foram observados em torno das 8h, atingindo, respectivamente, -0,97 MPa e -1,17 MPa, resultando em uma pressão de turgor de 0,2 MPa. A pressão de turgor mais baixa ocorreu às 16h, atingindo 0,16 MPa (Figura 3). O autor sugere que, sob condições de deficiência hídrica, o umbuzeiro mantém um balanço hídrico relativamente estável durante o dia, por apresentar baixa densidade foliar e por exercer rígido controle estomático. A interação destes fatores deve provocar

uma redução drástica da transpiração da água armazenada nas túberas radiculares.

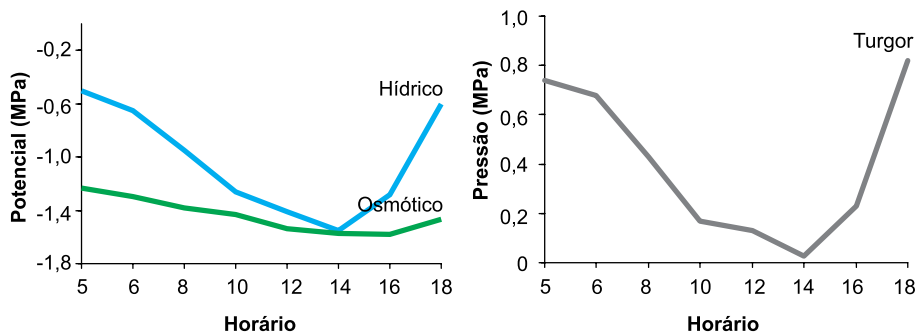


**Figura 3.** Valores de potencial hídrico e osmótico e pressão de turgor das folhas do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) observados durante a estação seca.

Fonte: Lima Filho (2001).

Durante a estação chuvosa, Lima Filho (2008) observou, durante o dia, um maior desequilíbrio no balanço hídrico interno do umbuzeiro, em comparação à estação seca. Os valores mais baixos de potencial hídrico foram obtidos às 14h, quando foram detectados -1,55 MPa. Neste momento, o potencial osmótico atingiu -1,57 MPa, culminando com uma pressão de turgor de 0,02 MPa (Figura 4). A continuidade na perda de água por transpiração estomática e/ou difusão cuticular de sua copa ampla formada no período chuvoso, deve ter sido responsável pelo menor valor do potencial da água (TAIZ; ZEIGER, 2009) no horário das 14h. Durante o período noturno, na ausência de demanda evapotranspiratória, a planta retoma seu estado de máxima hidratação possível.

De acordo com Lima Filho (2001), o umbuzeiro apresenta uma diminuição progressiva no potencial osmótico, mesmo após a recuperação do potencial hídrico ao final do dia. Tal variação resulta em valores de pressão de turgor semelhante aos observados no início do dia. A diminuição do potencial osmótico pode sugerir a ocorrência de síntese e compartimentalização



**Figura 4.** Valores de potencial hídrico e osmótico e pressão de turgor das folhas do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) observados durante o período chuvoso.

Fonte: Lima Filho (2001).

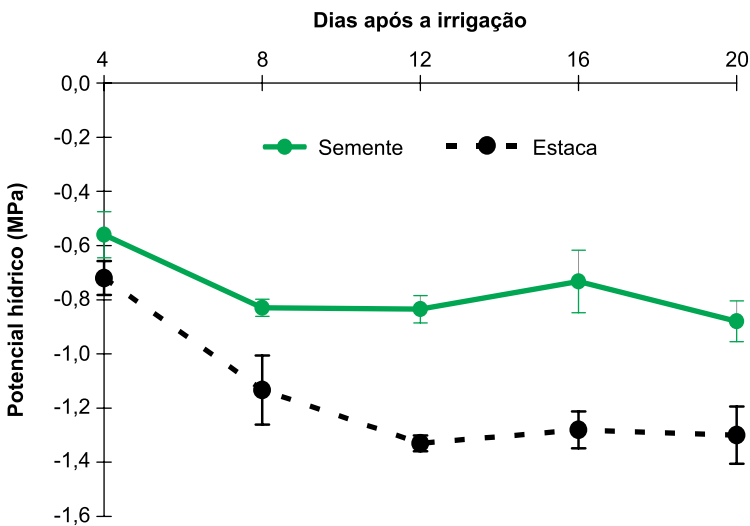
de compostos de ação osmótica e ou síntese e acúmulo temporário de solutos orgânicos no nível foliar favorecida pela condição de umidade do solo. Durante a época chuvosa, a recuperação do balanço hídrico interno do umbuzeiro ocorreu às 18h (LIMA FILHO, 2001).

Trabalhos desenvolvidos por Silva et al. (2006a) com plantas do BGU da Embrapa Semiárido evidenciaram diferenças significativas quanto ao teor de prolina entre diferentes acessos no início da estação seca, tendo sido maior o acúmulo nos acessos BGU 48 e BGU 44 ( $0,143 \text{ mmol g}^{-1} \text{ MF}$  e  $0,119 \text{ mmol g}^{-1} \text{ MF}$ , respectivamente) e menores nos acessos BGU 52 e BGU 68 ( $0,067 \text{ mmol g}^{-1} \text{ MF}$  e  $0,072 \text{ mmol g}^{-1} \text{ MF}$ , respectivamente).

No entanto, embora Silva et al. (2009b) tenham verificado altos valores de potencial da água foliar e alta variabilidade no conteúdo dos solutos orgânicos (carboidratos solúveis totais, aminoácidos livres, proteínas solúveis e prolina livre) em diferentes acessos (BGU 44, BGU 48, BGU 50 e BGU 68) sob condição de seca, concluíram que o armazenamento de água nas túberas, associado ao fechamento estomático, é a causa da manutenção do turgor nas folhas. Todavia, o acúmulo de solutos não se evidenciou como indicador de resistência à seca.

Apesar da variabilidade nas respostas de ajustamento osmótico relatadas na literatura, Silva et al. (2008) não encontraram acúmulo de solutos orgânicos em plantas jovens, produzidas a partir de sementes coletadas em população natural, quando submetidas à estresse salino (NaCl) com soluções até 100 mM.

O papel das túberas sobre o balanço hídrico do umbuzeiro foi evidenciado por Lima Filho (2007), após estudar o comportamento hídrico de plantas jovens propagadas por sementes e por estaquia e submetidas a estresse hídrico durante 20 dias (Figura 5). Segundo este autor, as plantas propagadas por sementes atingiram -0,56 MPa e -0,88 MPa, respectivamente, no quarto e 20º dia, indicando uma queda de 0,32 MPa no período. Com relação às mudas propagadas por estaquia, os valores de potencial hídrico decresceram de -0,72 MPa para -1,3 MPa resultando em uma diferença de 0,58 MPa.



**Figura 5.** Potencial hídrico de mudas de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arruda) propagadas por sementes e estaquia.

Fonte: Lima Filho (2007).

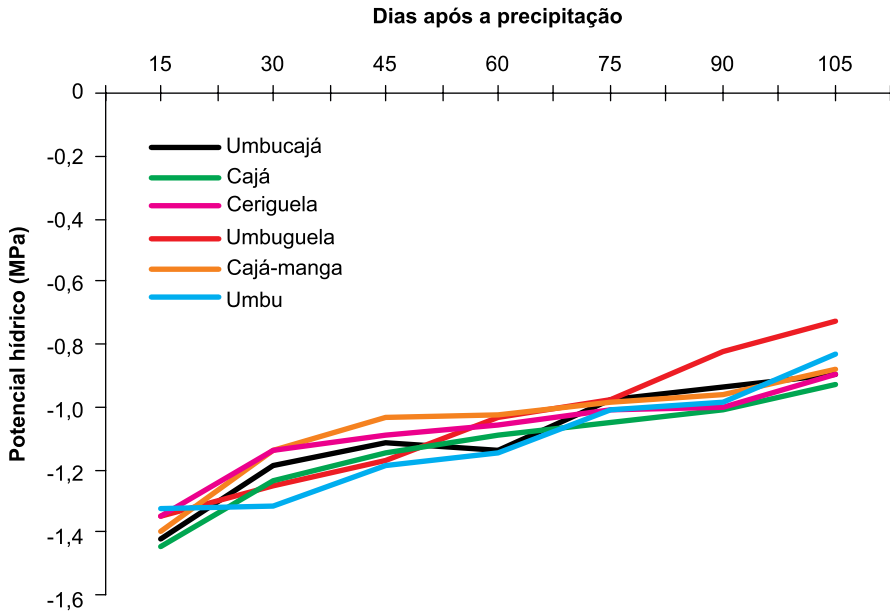
Segundo o autor, as plantas propagadas por sementes desenvolveram um sistema radicular mais eficiente para manutenção de um balanço hídrico interno favorável sob condições decrescentes de disponibilidade de água no solo. As plantas propagadas por estaquia foram incapazes de manter um balanço hídrico adequado por causa da ausência de túberas no sistema radicular.

De acordo com Nascimento et al. (1993), plantas propagadas por estaquia dificilmente formam túberas no sistema radicular. Estes autores verificaram, 24 meses após o transplante para o campo, que mudas de umbuzeiro propagadas por sementes apresentaram um índice de sobrevivência na ordem de 100%, enquanto aquelas propagadas por estaquia atingiram apenas 6%.

Espécies do gênero *Spondias*, como umbu-cajá (*Spondias* sp.), umbuguela (*Spondias* sp.), cajá (*S. mombin* L.), cajá-manga (*S. cytherea* Sonn.) e ceriguela (*S. purpurea* L.), enxertadas em umbuzeiro, apresentaram, durante a progressão de estação seca, um comportamento hídrico semelhante ao observado para o umbuzeiro pé-franco, por causa da presença de túberas no sistema radicular do porta-enxerto (LIMA FILHO; SANTOS, 2009). Apesar da redução na disponibilidade de água no solo, ao longo do período experimental, o potencial hídrico das plantas enxertadas, obtido no início e no final dos trabalhos, ficou em torno de -1,4 MPa e -0,9 MPa, respectivamente, sugerindo uma recuperação hídrica de todas as espécies (Figura 6).

Para os autores, a recuperação ocorreu em decorrência da redução da condutância estomática e da diminuição progressiva da superfície transpiratória, mantendo maior volume de água armazenada nas túberas, utilizada para a manutenção de um balanço hídrico satisfatório durante a estação seca.

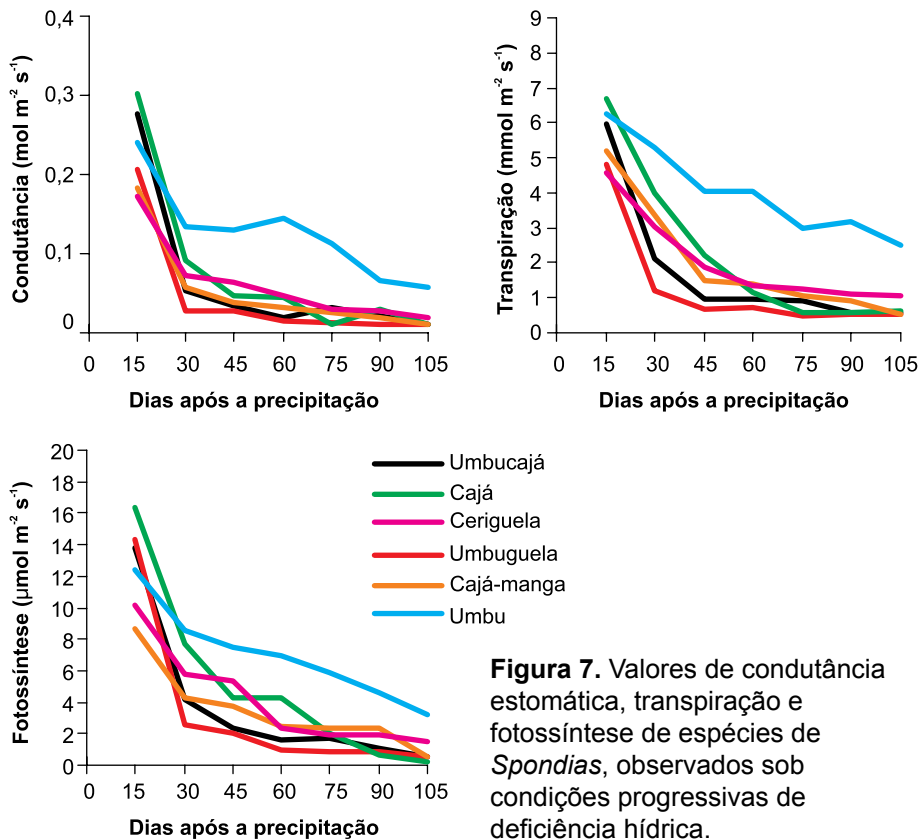
Entretanto, a melhoria observada no balanço hídrico das espécies não causou reflexos positivos em relação à condutância estomática, transpiração e fotossíntese (Figura 7), podendo indicar uma alta sensibilidade dos



**Figura 6.** Potencial hídrico de espécies de *Spondias* observado sob condições progressivas de deficiência hídrica.

Fonte: Lima Filho e Santos (2009).

estômatos ao deficit de pressão de vapor entre a folha e o ar. Observou-se que, a partir do 15º dia após a última precipitação, os valores obtidos para estas variáveis caíram significativamente ao longo do período para todas as espécies. Para o umbuzeiro, entretanto, estas reduções foram muito menos acentuadas indicando maior adaptação fisiológica às condições semiáridas que as espécies enxertadas. Lima Filho e Santos (2009) sugerem também que a diminuição nos valores destas variáveis, em paralelo à melhoria do balanço hídrico, pode estar associada à existência de algum sinal de controle da abertura estomática originário do sistema radicular do umbuzeiro, espécie utilizada como porta-enxerto. É provável que o ácido abscísico (ABA) esteja envolvido neste mecanismo, conforme sugerido por Zhang e Davies (1989).



**Figura 7.** Valores de condutância estomática, transpiração e fotossíntese de espécies de *Spondias*, observados sob condições progressivas de deficiência hídrica.

Fonte: Lima Filho e Santos (2009).

Os resultados apresentados descrevem algumas das principais estratégias utilizadas pelo umbuzeiro para controlar seu estado hídrico sob as condições climáticas adversas verificadas em seu habitat natural. O desenvolvimento de túberas no sistema radicular, a abscisão das folhas e o controle estomático do fluxo transpiratório parecem ser os mecanismos que mais influenciam no desempenho ecofisiológico do umbuzeiro para o controle de seu balanço hídrico. Desta forma, conclui-se que, no início da época seca, quando a disponibilidade de água no solo diminui rapidamente, as folhas iniciam o processo de abscisão após diminuição drástica da transpiração causada pela restrição da condutância estomática.

Com a perda progressiva de folhas, diminui-se a superfície transpiratória, e tende-se ao estabelecimento de um equilíbrio no balanço hídrico interno com a redistribuição da água presente nas túberas. Com o lançamento das primeiras folhas, no final da estação seca, o equilíbrio hídrico entre o sistema radicular e a parte aérea ainda se mantém, uma vez que as primeiras folhas formadas, ainda ao final da estação seca, apresentam baixíssima condutância estomática às trocas gasosas. O rápido crescimento da superfície transpiratória que ocorre com a chegada das primeiras chuvas, no entanto, provoca um desequilíbrio entre a absorção de água e a transpiração, principalmente nos horários de maior demanda evapotranspiratória. Assim, no final da estação chuvosa, o umbuzeiro apresenta um balanço hídrico em desequilíbrio durante a maior parte do dia com valores muito mais negativos que durante a época seca. Apesar disso, a turgescência dos tecidos foliares é mantida por causa de uma diminuição muito mais acentuada no potencial osmótico dos tecidos, permitindo à planta se ajustar osmoticamente e manter a condutância estomática favorável às trocas gasosas.

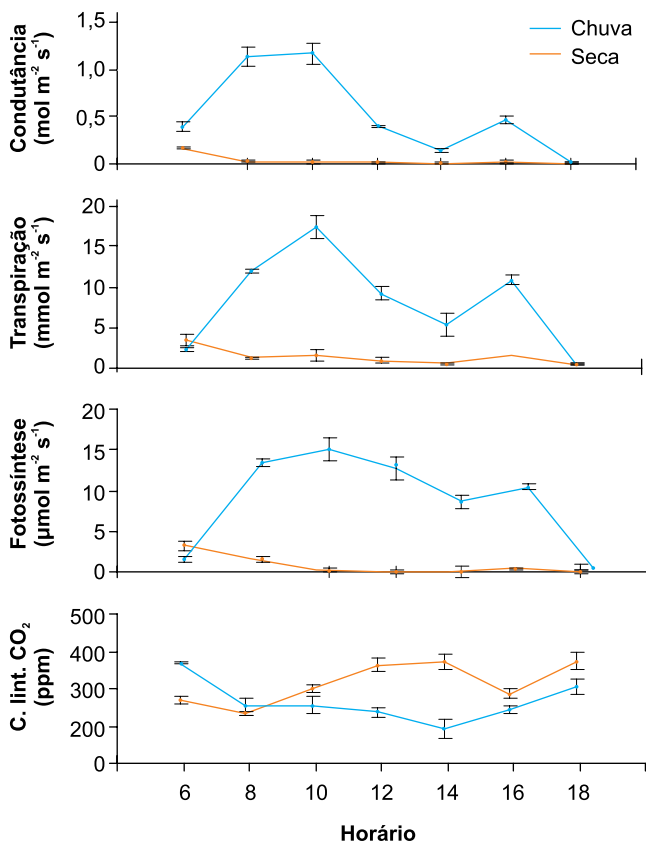
## Trocas gasosas

### Variação diurna e sazonal

O crescimento e a produtividade das espécies vegetais estão intimamente associados à quantidade de carbono fixado nas folhas durante a fotossíntese e subsequente partição de carboidratos para os vários órgãos da planta. Fatores de estresse que influenciam a fotossíntese podem refletir negativamente sobre o crescimento e a produtividade. A diferenciação do comportamento fisiológico com base nas respostas a fatores de estresse contribui para o entendimento dos mecanismos associados à estabilidade da produção. Na maioria dos trabalhos envolvendo frutíferas, o método utilizado para avaliar a fotossíntese refere-se a medições da absorção de  $\text{CO}_2$  pelas folhas (SYVERTSEN; LLOYD, 1994), comumente conduzidos em avaliações de trocas gasosas.



O comportamento ecofisiológico envolvendo as trocas gasosas do umbuzeiro, na camada mais superior do dossel, foi estudado durante as estações de seca e chuvosa por Lima Filho (2004). Na estiagem, o umbuzeiro apresentou uma baixa condutividade estomática logo no início do dia, decrescendo à medida que aumentou o déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar. De acordo com este autor, os valores mais altos para condutância, transpiração e fotossíntese foram observados em torno de 6h, decrescendo até atingir os valores mais baixos entre 10h e 14h (Figura 8). Embora muito baixa, a transpiração foi mantida, reforçando a importância das túberas na estabilização do balanço hídrico do umbuzeiro.



**Figura 8.** Variação diurna da condutância estomática, transpiração, fotossíntese e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) observada durante as épocas seca e chuvosa.

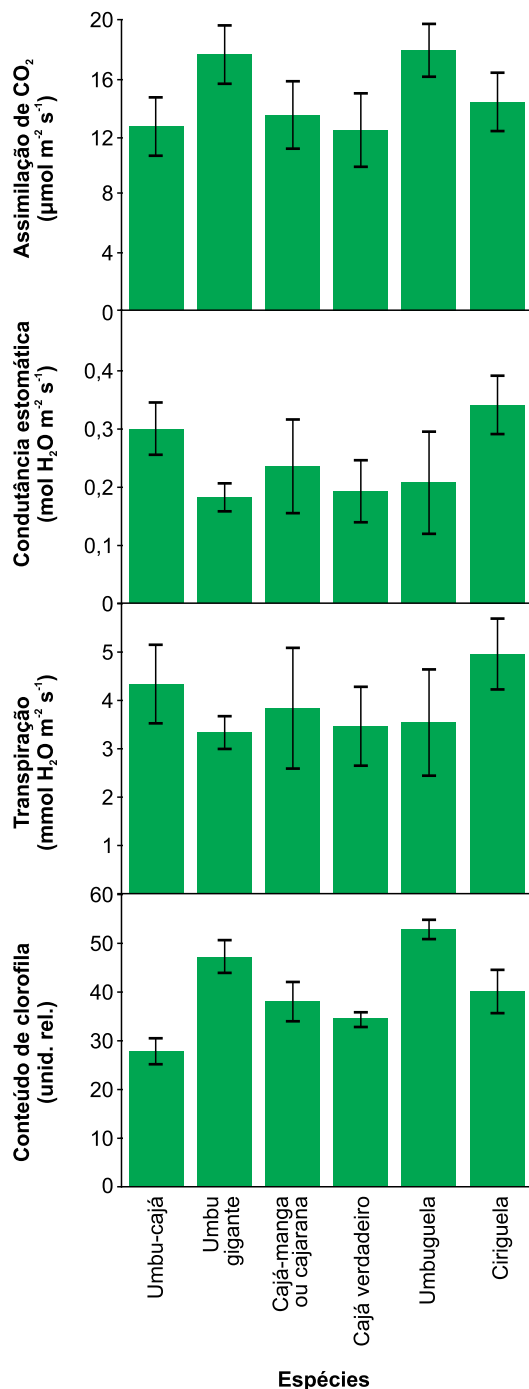
Fonte: Lima Filho (2004).

Já a assimilação de  $\text{CO}_2$  foi mais afetada que a transpiração, atingindo valores próximos a  $0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  nas horas de maior demanda evapotranspiratória. Ainda segundo Lima Filho (2004), em virtude de o umbuzeiro apresentar mecanismo de fixação de carbono tipo  $\text{C}_3$ , é possível que as altas temperaturas tenham desencadeado o processo fotorrespiratório que, juntamente com a baixa condutância estomática, contribuiu para a queda da assimilação fotossintética. Observa-se que a concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  aumentou de 250 ppm pela manhã para 370 ppm às 14h, indicando que a fotossíntese tornou-se nula sob baixíssima condutância estomática.

Durante a estação chuvosa, de modo geral, a condutividade estomática, a transpiração e a fotossíntese foram significativamente maiores, atingindo os valores mais altos entre 8h e 10h e os mais baixos em torno das 14h (Figura 8). Constatou-se, também, principalmente durante a estação chuvosa, um pequeno acréscimo destas variáveis às 16h, sugerindo que o umbuzeiro exibe dois picos diários de trocas gasosas. Este comportamento pode ser notado mesmo em plantas sob boas condições de disponibilidade de água, em decorrência das variações na temperatura e umidade relativa do ar durante o dia (SCHULZE et al., 1975).

O melhor desempenho do umbuzeiro durante a época chuvosa em relação à assimilação fotossintética pode ser visualizado através do comportamento horário da concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  que, tipicamente, situa-se em torno de 220 ppm em plantas  $\text{C}_3$ . De acordo com Lima Filho (2004), a concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  observada situou-se em torno deste valor durante a maior parte do dia.

Além do rígido controle estomático do umbuzeiro ao longo do dia, verifica-se que mudas enxertadas da espécie apresentam uma condutância estomática intrinsecamente menor mesmo sob condições de plena hidratação, comparando-se com outras *Spondias* também enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro (Figura 9) (AIDAR et al., 2013), reforçando a importância desta característica para a estratégia de sobrevivência da espécie à seca.



**Figura 9.** Assimilação de dióxido de carbono, transpiração e condutância estomática medidas com IRGA Li-6400xt (LICOR) e conteúdo relativo de clorofilas medido com clorofilômetro CFL1030 (FALKER) de espécies de *Spondias* após 2 meses da enxertia sobre umbuzeiro sob condição de plena hidratação. Medidas realizadas entre 9h e 11h da manhã em dia com céu limpo, sem nuvens (abril de 2011), em viveiro do Campo Experimental da Caatinga, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

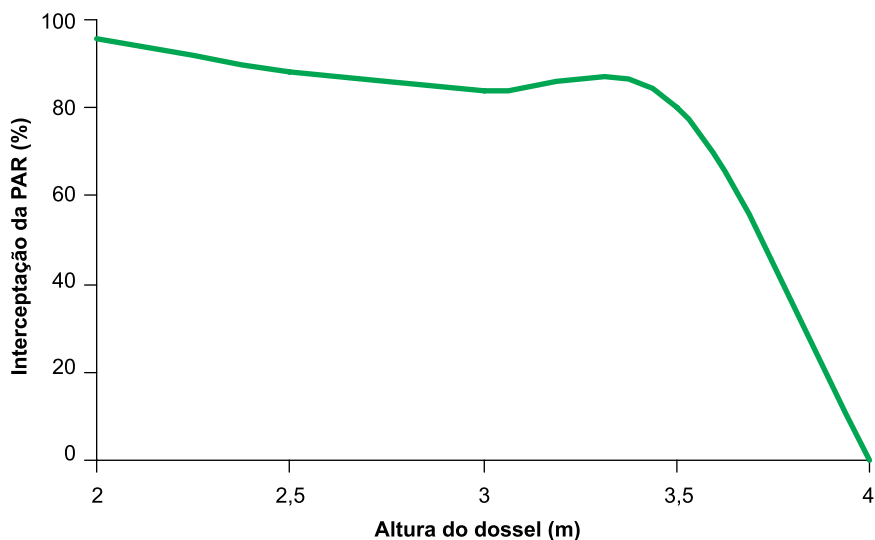
Interessante notar neste estudo que, embora com uma menor condutância estomática, o umbuzeiro apresentou uma das maiores taxas fotossintéticas, o que esteve correlacionada a um maior conteúdo de clorofilas.

Silva et al. (2006b), comparando o andamento diário das trocas gasosas foliares de quatro diferentes acessos do BAG de Umbuzeiro da Embrapa Semiárido (BGU 44, BGU 48, BGU 52 e BGU 68), verificaram que o acesso BGU 68 apresentou a maior fotossíntese líquida. Estes acessos foram caracterizados por Santos et al. (1999) como portadores de frutos grandes com pesos médios de 86,7 g, 85 g, 41,8 g, e 96,7 g, respectivamente. Desta forma, os resultados encontrados por Silva et al. (2006b) podem sugerir um maior potencial fotossintético para o acesso com maior peso médio de frutos.

## Características fotossintéticas do dossel

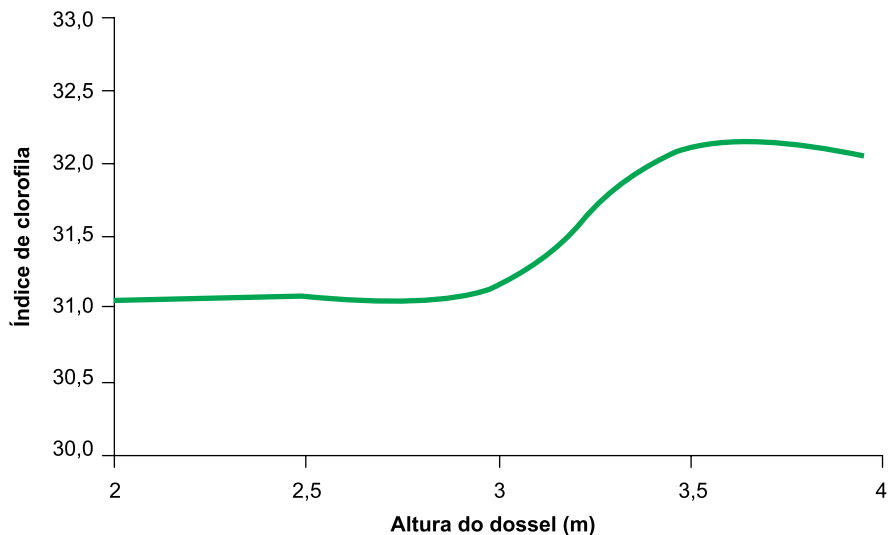
A estrutura do dossel do umbuzeiro adulto apresenta formato hemisférico, com características que lhe conferem atenuação intensa da radiação solar em seu interior. Medidas realizadas em plantas adultas (LIMA FILHO, 2008) com densidade foliar em torno de  $2,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$ , obtidas com auxílio de um analisador de dossel LI-2000, segundo metodologia de Welles e Norman (1991), indicam uma atenuação em torno de 80% da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ao penetrar a primeira camada de um metro da parte superior da copa nos horários próximos do meio dia. As folhas localizadas na camada mais inferior do dossel, de acordo com Lima Filho (2008), são alcançadas por, aproximadamente, 4,4% da RFA total que irradia o superior da copa (Figura 10).

Interessante notar que as folhas da camada superior do dossel apresentam maiores índices de clorofila, de acordo com dados obtidos utilizando-se um clorofilômetro portátil (LIMA FILHO, 2008), com valores médios em torno de 32,1. As folhas localizadas em alturas mais inferiores do interior do dossel, por sua vez, apresentam menores índices de clorofila (Figura 11).



**Figura 10.** Porcentagem da radiação fotossinteticamente ativa (PAR), interceptada pelo umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) em função da altura das observações no dossel.

Fonte: Lima Filho (2008).



**Figura 11.** Variação no índice de clorofila observada em folhas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) em função da localização no dossel.

Fonte: Lima Filho (2008).

De acordo com Lima Filho (2008), na camada de folhas expostas à radiação solar direta ( $RFA = 1.750 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), foram obtidos valores de condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração ( $E$ ) e fotossíntese ( $A$ ) com auxílio de um IRGA (LONG et al., 1996) em torno de  $0,16 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,  $6,5 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e  $8,79 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente. As mesmas avaliações realizadas em folhas de camadas mais inferiores do dossel em que a radiação encontrava-se atenuada em, aproximadamente, 98% ( $RFA = 30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), tanto  $g_s$  quanto  $E$  apresentaram valores significativamente mais baixos, em torno de  $0,05 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e  $2,2 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente. A fotossíntese, por sua vez, apresentou taxa negativa,  $-2,56 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , aproximadamente.

Desta forma, estes resultados indicam que a camada superior do dossel é mais importante no que se refere às trocas gasosas da planta como um todo, ou seja, onde se concentra a assimilação de dióxido de carbono e a perda de vapor de água pela transpiração. Além disso, folhas da camada mais baixa do dossel do umbuzeiro, por apresentarem uma menor disponibilidade luminosa, podem, momentaneamente, atuar como drenos de fotossintatos (LIMA FILHO, 2008).

Entretanto, dependendo do horário do dia, a entrada da radiação no interior do dossel deve ser modificada, podendo alcançar com maior eficiência as camadas de folhas de menor altura dentro do dossel, principalmente nas primeiras horas da manhã. Nestes períodos, a interceptação da radiação pelas primeiras camadas do topo do dossel é, provavelmente, minimizada por causa do menor ângulo de incidência da radiação na copa como um todo. Desta forma, a entrada de RFA é favorecida podendo alcançar folhas menos expostas a altas temperaturas e ventos secos. Nestas condições, as taxas fotossintéticas de tais folhas menos expostas podem ser favorecidas com maiores valores de  $g_s$ , contribuindo para a manutenção de suas demandas energéticas básicas e para o balanço positivo de carbono na planta como um todo.

Estas características indicam a alta exigência do umbuzeiro pela radiação luminosa e uma possível diferenciação entre suas camadas de

folhas dentro do dossel para manter eficientemente a assimilação líquida fotossintética ao longo do dia.

## Considerações finais

De maneira geral, conforme apresentado neste capítulo, informações básicas sobre fenologia, balanço hídrico e trocas gasosas em plantas de umbuzeiro em resposta às variações ambientais diurnas e sazonais são, relativamente, bem conhecidas.

Informações sobre idade de produção, embora imprecisas, indicam um tempo relativamente longo para se alcançar uma produtividade com potencial comercial, o que constitui um entrave para o aproveitamento da espécie em sistemas de produção. Neste sentido, surge a demanda para a identificação de alternativas que acelerem o desenvolvimento de plantas de umbuzeiro até o alcance da maturidade, com rendimento produtivo satisfatório.

Em busca deste objetivo, estudos futuros são necessários para a seleção de acessos promissores em bancos de germoplasma, bem como para a caracterização das condições ambientais ideais para o crescimento, uma vez que constituem temas pouco explorados e que podem contribuir significativamente para o desenvolvimento de modelos de sistema de produção para a espécie.

## Referências

AIDAR, S. T.; ARAÚJO, F. P.; CHAVES, A. R. de M. **Crescimento inicial e trocas gasosas de mudas de *Spondias* enxertadas sobre umbuzeiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. (Embrapa Semiárido. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 107). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89081/1/Saulo-2013.pdf>>. Acesso em: 4 maio 2015.

ALBUQUERQUE, J. A. S.; MOUCO, M. A.; REIS, V. C. **Floração da mangueira através do uso de reguladores de crescimento**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1999. (EMBRAPA-CPATSA. Instruções técnicas, 12).

CAVALCANTI, N. de B.; LIMA, J. L. S.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Ciclo reprodutivo do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) no Semi-Árido do Nordeste brasileiro. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 47, n. 272, p. 421-439, 2000.

DAVENPORT, T. L.; NÚÑEZ-ELIZEA R. Reproductive physiology. In: LITZ, R. E. (Ed.) **The mango**: botany, production and uses. 2nd ed. Wallingford: Cabi, 1997. p. 69-146.

DUQUE, G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3. ed. Mossoró: Fundação Guimarães Duque, 1980. 316 p. (Coleção mossoroense, 142).

FERRI, M. G.; LABOURIAU, L. G. Water balance of plants from "Caatinga" I. Transpiration of some of the most frequent species of the "caatinga" of Paulo Afonso (Bahia) in the rainy season. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 3, n. 12, p. 301-312, 1952.

FERRI, M. G. Water balance of plants from Caatinga II. Further information on transpiration and stomate behavior. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 3, n.13, p. 237-244, 1953.

FERRI, M. G. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da Caatinga: estudo comparativo da economia de água da sua vegetação. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**. Botânica, São Paulo, v. 12, n. 195, p. 1-70, 1955.

FERRI, M. G. Ecologia comparada del "cerrado" y da la "caatinga". In: CONGRESO VENEZOLANO DE BOTANICA, 5., 1978, Barquisimeto. **Anais...** Barquisimeto: Universidad Centro Occidental, 1978. p. 189-243.

FONSECA, N.; CASTRO NETO, M. T. de; LEDO, C. A. S. Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica*) 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 21-24, 2005.

GUERRA, P. de B. **O umbuzeiro: a civilização da seca**. Fortaleza: DNOCS, 1981. p. 186-188.

GRISI, B. M. Ecofisiologia da Caatinga: comportamento hídrico de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. e *Schinopsis Brasiliensis* Engl. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 417-425, 1976.

LIMA FILHO, J. M. P. Internal water relations of the umbu tree under semi-arid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 518-521, 2001.

LIMA FILHO, J. M. P. Gas exchange of the umbu tree under semiarid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 206-208, 2004.

LIMA FILHO, J. M. P. Water status and gas exchange of umbu plants (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) propagated by seeds and stem cuttings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 355-358, 2007.

LIMA FILHO, J. M. P. Ecofisiologia do umbuzeiro: In: LEDERMAN, E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, F. da (Ed.) **Spondias no Brasil**: umbu, cajá e espécies afins. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. p. 31-39.

LIMA FILHO, J. M. P. **Ecofisiologia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.)**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. (Embrapa Semiárido. Documentos, 240).

LIMA FILHO, J. M. P.; SILVA, C. M. M de S. Aspectos fisiológicos do umbuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.10, n. 23, p.1091-1094, 1988.



- LIMA FILHO, J. M. P.; SANTOS, C. A. S. Avaliações fenotípicas e fisiológicas de espécies de *Spondias* tendo como porta-enxerto o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Cam.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 59-63, 2009.
- LIMA FILHO, J. M. P.; MOUCO, M. P.; NASCIMENTO, C. E. S.; REIS, C. S. Indução floral do umbuzeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SBFV, 2001. 1 CD-ROM.
- LONG, S. P.; FARAGE, D. K.; GARCIA, R. L. Measurement of leaf and canopy photosynthetic CO<sub>2</sub> exchange in the field. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47 p. 1.629-1.642, 1996.
- MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Camara)**: importante fruteira do Semi-Árido. Mossoró, ESAM, 1990. 67 p. (ESAM. Coleção mossoroense. Série C, 564).
- NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de; NUNES, R. F. de; ALBUQUERQUE, T. C. S. de. Propagação vegetativa do umbuzeiro. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: SBS; SBEF, 1993. v. 2, p. 454-456.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. **Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/56-boletins-de-xtensao?download=1094:boletinsxtensao>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- PIRES, M. G. M. **Estudo taxonômico e área de ocorrência de *Spondias tuberosa* Arr. Cam. (umbuzeiro) no estado de Pernambuco- Brasil**. 1990. 290 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAMPOS, C. O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 104-109, 1999.
- SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, N. de B.; NASCIMENTO, C. E.; ARAÚJO, F. P. de; LIMA FILHO, J. M. P.; ANJOS, J. B. dos; OLIVEIRA, V. R. de. Umbuzeiro: pesquisas, potenciais e desafios. In: ROMÃO, R. R.; RAMOS, S. R. R. (Org.). **Recursos genéticos vegetais no Estado da Bahia**. Feira de Santana: Ed. da UEFS, 2005. p. 69-81.
- SCHULZE, E. D.; LANGE, O. L.; KAPPEN, L.; EVENARI, M.; BUSHBON, U. The role of air humidity and leaf temperature in controlling stomatal resistance of *Prunus armeniaca* L. under desert conditions. II. The significance of leaf water status and internal carbon dioxide concentration. **Oecologia**, Heldelberg, v.18, p. 219-233, 1975.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, V. F. Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. **Acta Botanica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 17, p. 231-246, 2003.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de Caatinga no Município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v. 59, n. 2, p. 201-205, 2004.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F. Influência do estresse hídrico no comportamento estomático de mudas enxertadas de três acessos de umbuzeiro. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 10.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE FISILOGIA VEGETAL, 12. Recife. **Anais...** Recife: SBFV, 2005.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; MARTINS, M. O.; ARAUJO, F. P. de Solutos orgânicos em quatro acessos de umbuzeiro no início da estação seca, Petrolina, PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Frutas do Brasil: saúde para o mundo: palestras e resumos.** Cabo Frio: SBF, 2006a. p. 541.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA-FILHO, J. M. P.; ARAÚJO, F. P.; LIMA, D. R. M. Trocas gasosas em quatro acessos de umbuzeiro no início da estação seca, Petrolina, PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Frutas do Brasil: saúde para o mundo: palestras e resumos.** Cabo Frio: SBF, 2006b. p. 334.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, [Amsterdam], v. 63, p. 147-157, 2008.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; VALE, F. H. A.; ARAÚJO, F. P.; PIMENTA, M. A. Stomatal changes induced by intermittent drought in four umbu tree genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 21, n. 1, p. 33-42, 2009a.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; VALE, F. H. A.; MELO, N. F.; ARAÚJO, F. P. Water relations and organic solutes production in four umbu tree (*Spondias tuberosa*) genotypes under intermittent drought. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 21, n. 1, p. 43-53, 2009b.

SYVERTSEN, J.; LLOYD, J. J. Citrus. Handbook of environmental physiology of fruits crops. V.II In: SCHAFFER, B.; ANDERSON, P. C. (Ed.). **Sub-tropical and tropical crops.** Florida: CRC Press, 1994. p. 65-99.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology.** 3rd ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 2009. 690 p.

TURNER, N. C. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.58, 339-366, 1981.

WELLES, J. M.; NORMAN, J. M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, p. 818-825, 1991.

ZHANG, J.; DAVIES, W. J. Abscisic acid produced in dehydrating roots may enable the plant to measure the water status of the soil. **Plant, Cell and Environment**, Hoboken, v. 12, p. 73-81, 1989.



# 5

## Propagação e manejo

Francisco Pinheiro de Araújo  
Lúcia Helena Piedade Kiill  
Natoniel Franklin de Melo  
Saulo de Tarso Aidar



## Introdução

Os estudos com fruteiras nativas no Semiárido são pouco comuns e, quando existem, quase sempre estão voltados para aproveitamento de forma extrativista. Entretanto, o sistema Embrapa (Embrapa e empresas estaduais de pesquisas), com o apoio de conhecimentos acumulados pela vivência das populações locais, tem direcionado esforços para a avaliação do potencial das espécies nativas do Bioma Caatinga, objetivando a sua exploração econômica e sustentável. De acordo com a última pesquisa do IBGE (2015), o extrativismo do umbu no Nordeste foi 7.466 toneladas, sendo uma alternativa na complementação da renda dos agricultores familiares.

Considerando-se a valorização regional das frutíferas nativas nos diversos ecossistemas da região Nordeste, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma planta de grande importância para a sustentabilidade do Bioma Caatinga, pois é fonte de renda e alimento para o homem e contribui com a alimentação dos animais silvestres e domésticos, sendo, portanto, uma alternativa potencialmente promissora.

Este fato justifica a realização de pesquisas para a aquisição de novos conhecimentos e tecnologias para a agricultura dependente de chuva, com novos produtos, igualmente importantes ou potencialmente promissores que, se manejados de forma adequada, passam a ser alternativas para o desenvolvimento sustentável dessa região.

Entretanto, o aporte de conhecimentos e tecnologias relacionadas ao umbuzeiro é bastante limitado, pois a espécie é ainda considerada semidomesticada. Assim, para estimular o uso sustentável dos recursos do Semiárido, permitindo que o produtor regional possa agregar valor aos seus produtos alcançando novos mercados, surgem demandas por informações técnicas, principalmente aquelas relacionadas à propagação e manejo do umbuzeiro.

## Propagação

O umbuzeiro pode ser propagado tanto por via sexual (sementes) quanto por via assexual ou vegetativa (estaquia, enxertia e cultura de tecidos). A propagação por sementes é normalmente considerada desvantajosa para esta espécie por causa do seu crescimento lento.

O uso da estaquia, que para muitas culturas é vantajoso, uma vez que pode acelerar a obtenção de plantas adultas em fase reprodutiva, no caso do umbuzeiro apresenta limitações para a formação de xilopódios no sistema radicular, o que resulta em baixa taxa de sobrevivência das mudas sob condições de sequeiro.

Desta forma, tem-se priorizado a produção de mudas enxertadas, utilizando-se ramos de copas de árvores, com características de interesse, sobre porta-enxertos produzidos a partir de sementes. Apesar de mudas produzidas com esta técnica ainda apresentarem um crescimento lento, desenvolvem sistemas radiculares adequados para o estabelecimento em condições de sequeiro e com características de copa desejadas. Além disso, resultados preliminares têm indicado uma antecipação da fase reprodutiva de plantas assim produzidas.

## Propagação sexual

Na propagação sexual do umbuzeiro as sementes podem apresentar peso variado. De acordo com avaliações in situ de árvores que deram origem ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido, foi encontrada uma variação no peso da semente de 0,3 g a 7,18 g (NASCIMENTO et al., 1995) e de 2,1 g a 6,5 g (peso médio de 4,1 g) a partir da amostragem de 340 árvores distribuídas em 17 regiões ecogeográficas de sete estados do Semiárido (SANTOS, 1997).

Embora diversos estudos tenham procurado esclarecer os problemas da quebra de dormência em sementes de umbuzeiro, vale salientar que, não existe uma única causa, e sim um conjunto de fatores que interferem no processo de germinação. Para alguns autores, a dificuldade da emergência das plântulas de umbuzeiro está ligada à consistência da camada interna ou ausência de perfuração para a expansão do embrião (CAMPOS, 1986; SILVA; SILVA, 1974). Para superar a dificuldade de penetração de água e expansão do embrião, Nascimento et al. (2000) recomendam a retirada da mucilagem da parte mais larga da semente, para a abertura do endocarpo interno.

Gonzaga Neto et al. (1988) relatam que apesar do tegumento duro e espesso da semente de umbuzeiro, a mesma não oferece tanta resistência à germinação e a imersão em água, por 48 horas, foi satisfatória para iniciar esse processo. Os autores comentam ainda que escarificações químicas e mecânicas não foram eficientes na emergência de plântulas. Resultados semelhantes foram também apresentados por Lederman et al. (1989).

Estudos conduzidos por Araújo et al. (2001a) descrevem que sementes de umbuzeiro armazenadas por 24 meses, submetidas à escarificação e avaliadas aos 45 dias de sua sementeira, apresentaram 73,6% de emergência, enquanto sementes com 12 meses e recém-colhidas, também escarificadas, apresentaram percentual de emergência de 27,7% e 22,8%, respectivamente. Esses autores afirmam que o período de armazenamento foi mais importante do que a escarificação das sementes, concordando com os resultados obtidos por Cavalcanti e Resende (2005), com sementes armazenadas por 24 e 36 meses e avaliadas aos 120 dias da sementeira. É possível que processos de dormência mediados por compostos químicos sejam responsáveis pela baixa capacidade de germinação de sementes armazenadas por curtos períodos de tempo.

Para alcançar índice de emergência satisfatório, acima de 74%, considerando-se os diversos ensaios de germinação, deve-se, também,



considerar o tempo de armazenamento das sementes (24 meses), abertura do endocarpo interno e embebição das mesmas.

Portanto, a propagação por sementes é recomendada para a produção de porta-enxertos, pela facilidade de formar o xilopódio e, ainda, para os estudos básicos de genética (ARAÚJO et al., 2001b).

Com relação à produção de porta-enxerto de umbuzeiro, Nascimento et al. (2000) recomendam que o plantio das sementes seja realizado em sementeira com substrato de areia lavada e que as plântulas sejam repicadas quando a túbera ou xilopódio estiverem com 1 cm a 2 cm de diâmetro, o que ocorre num prazo de 2 meses. Entretanto, Araújo e Oliveira (2008) verificaram que a prática da repicagem aumenta o tempo de permanência da muda no viveiro causado pelo baixo crescimento da plântula, em consequência da perda das folhas e também de deformações no sistema radicular, que interferem no desenvolvimento do xilopódio.

Portanto, os autores recomendam o uso de uma camada de 4 cm de areia lavada para o plantio da semente diretamente no recipiente sobre o substrato definitivo, o que dispensa a prática da repicagem. Na Figura 1, pode ser visualizado o maior diâmetro do caule de mudas produzidas por

Foto: Francisco Pinheiro de Araújo



**Figura 1.** Mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) produzidas por diferentes técnicas. Mudas utilizando porta-enxertos com 5 meses de idade, formadas a partir de sementes, com plantio diretamente no substrato definitivo coberto com camada de areia (à esquerda) e formadas com a utilização do procedimento de repicagem (à direita). Observa-se diferenças nos diâmetros dos caules de acordo com o método de plantio.

esta técnica, quando comparadas com mudas que passaram pelo processo de repicagem. Além disso, o plantio no substrato definitivo, conforme preconizado, também diminui a formação de raízes defeituosas (Figura 2) e diminui a permanência da muda no viveiro para 75 dias, quando está apta para o transplântio.

Foto: Francisco Pinheiro de Araújo



**Figura 2.** Diferença no desenvolvimento de porta-enxertos formados com uso da repicagem (mudas à esquerda e ao centro) e utilizando-se o procedimento de plantio das sementes diretamente nos recipientes sobre o substrato definitivo com o uso de uma camada de quatro centímetros de areia lavada (muda à direita).

Além dos procedimentos relacionados ao plantio da semente diretamente em recipientes definitivos, a adubação nitrogenada e fosfatada também contribui para o aumento da taxa de crescimento inicial de mudas, o que pode antecipar a formação de porta-enxertos (MELO et al., 2005).

## Propagação assexual ou vegetativa

### Estaquia

A utilização da propagação vegetativa é importante para a multiplicação de genótipos de espécies perenes com características produtivas

desejáveis. A estaquia é a utilização de um fragmento de caule, raiz ou folha na formação de uma nova planta por meio do enraizamento. Estacas de algumas espécies têm facilidade de enraizamento, outras apresentam processo mais demorado e outras necessitam ser tratadas com substâncias indutoras de enraizamento.

No caso do umbuzeiro, Silva (1974) observou que estacas com maior diâmetro (13 mm aos 5 meses do plantio) apresentam maior vigor vegetativo e maior índice de pegamento, quando comparadas com estacas de 5 mm. Em trabalhos conduzidos por Silva et al. (1979), observou-se que as estacas de menor diâmetro (0,5 cm a 2,5 cm) proporcionam maior taxa de enraizamento, quando comparadas com as de diâmetro de 2,6 cm a 5,0 cm.

Gonzaga Neto et al. (1989), por sua vez, afirmam que as estacas de umbuzeiro são de difícil enraizamento e, para sua multiplicação, devem ser retiradas em dezembro e tratadas com ácido indolbutírico. Vale salientar que os trabalhos descritos na literatura foram realizados com número limitado de genótipos, não sendo considerada a variabilidade intraespecífica, o que pode explicar a grande variação de resultados.

De acordo com Araújo e Oliveira (2008), além dos fatores mencionados na literatura, como posição dos ramos na projeção da copa, fatores nutricionais da planta matriz, diâmetro, comprimento e época da coleta das estacas, a variabilidade genética intraespecífica é determinante no enraizamento de estacas de umbuzeiro. Segundo os autores, dentre 17 acessos avaliados, 65% das estacas não brotaram e dentre 35% que brotaram, 64,4% morreram e apenas 35,6% enraizaram.

Experiências exitosas da propagação por estaquia foram realizadas por iniciativa privada nos municípios de Livramento de Nossa Senhora e Macaúba, Bahia, com os acessos de umbuzeiro conhecidos como Arrecife, Gameleira, Cavaco, Poça, Macaúba, entre outros. As plantas propagadas por estacas tipo "garrafa" iniciam a produção, a partir do quarto ano. Porém, há grande limitação para a utilização em escala agrônômica deste processo

de multiplicação, pois estacas de grandes dimensões (com pelo menos 5 cm de diâmetro) não são encontradas em quantidade por causa da limitação no número de ramos com as dimensões desejadas dentre as plantas matrizes de interesse.

Além desse problema, Nascimento et al. (1993) verificaram, em estudo realizado em áreas de sequeiro em Petrolina, PE, que a propagação por estacas apresentou baixo percentual de sobrevivência no campo, provavelmente pela inexistência ou baixa capacidade de formação dos xilopódios. No entanto, é possível que a propagação por estaquia tipo “garrafa”, mesmo produzindo um número reduzido de material por planta e menos eficiente na formação de xilopódios, possa ter sucesso em regiões com índices de precipitação mais elevados.

## Enxertia

A enxertia é uma prática na qual se combina partes de duas plantas com características distintas, uma parte originando o sistema radicular, proveniente do porta-enxerto, e outra originando a parte aérea, proveniente do enxerto ou copa. A vantagem da enxertia em comparação com a estaquia do umbuzeiro se deve, principalmente, pela facilidade de produção de mudas, pela característica de resistência à seca, herdada do porta-enxerto, e pelos caracteres relacionados à qualidade e produção de frutos originados do enxerto. São inúmeros, os benefícios obtidos quando se faz uso de porta-enxerto, com variadas características desejáveis. Tolerância a pragas e doenças, resistência à seca ou tolerância a solos pesados ou úmidos são alguns exemplos.

No caso do umbuzeiro, a defesa da planta contra a limitação ou falta de água está associada, entre outros fatores, com a formação dos xilopódios que constitui um fator adaptativo da espécie (SANTOS et al., 2002).

Diante do potencial de uso do umbuzeiro como porta-enxerto, Pedrosa et al. (1991) realizaram estudos com esta frutífera e recomendam

a enxertia de borbulhia em janela aberta. Nascimento et al. (1993) recomendam a garfagem no topo em fenda cheia, com enxertos coletados no período de repouso vegetativo da planta-mãe, por causa do alto índice de pegamento, que pode chegar a 100%, e relata que mudas de umbuzeiro enxertadas e cultivadas em condições de sequeiro iniciam a frutificação com 4 anos e meio após o transplante. Entretanto, esses trabalhos não comparam a eficiência destas técnicas em diferentes épocas do ano, o que pode interferir tanto na eficiência do método de propagação como na disponibilidade de garfos para a produção de mudas.

Contudo, alguns autores afirmam que a enxertia do umbuzeiro pode ser realizada em qualquer época do ano, utilizando-se métodos de garfagens no topo em fenda cheia e garfagem lateral, independentemente do estágio fenológico da planta matriz (ARAÚJO, 1999; ARAÚJO; CASTRO NETO, 2000, 2002). Esses resultados ampliam a época apropriada para a enxertia, visto que, anteriormente, a retirada de garfos para essa prática limitava-se ao período de dormência vegetativa da planta matriz. Com isso, os viveiristas têm um maior período para coleta de garfos, ampliando a produção e oferta de mudas de umbuzeiro.

## **Micropropagação**

A cultura de tecidos destaca-se como uma alternativa no processo de propagação e no auxílio aos programas de melhoramento. Assim, a metodologia de cultivo in vitro do umbuzeiro pode ser utilizada para selecionar e multiplicar clones de indivíduos com as características agrônômicas mais desejáveis.

Poucos trabalhos utilizando o cultivo in vitro dessa frutífera foram realizados até o momento. Oliveira et al. (1989) utilizaram explantes de folhas jovens medindo aproximadamente 4,5 cm de comprimento por 2,0 cm de largura, segmentos nodais e ápices caulinares que foram cultivados em meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) acrescido de diversas concentrações

de cinetina (2,3  $\mu\text{M}$ ; 4,6  $\mu\text{M}$ ; 6,9  $\mu\text{M}$ ) e vitaminas. Observou-se que explantes foliares apresentaram a formação de calo, a partir da nervura central, e a ocorrência de uma raiz sem ramificações após, aproximadamente, 30 dias. Os segmentos nodais produziram calos e desenvolveram novas brotações e os ápices caulinares se desenvolveram por alongamento, sem formar calo. O uso de cinetina a 4,6  $\mu\text{M}$  mostrou-se o mais adequado para o desenvolvimento de todos os tipos de explantes.

Melo et al. (1997), utilizando segmentos nodais obtidos a partir de plântulas de umbuzeiro com 1 ano, relataram a regeneração e multiplicação em meio MS suplementado com ácido indolbutírico (AIB) e benzilaminopurina (BAP) e obtiveram 2,2 brotos para cada segmento nodal estabelecido em 0,1 mg L<sup>-1</sup> de BAP. Altas concentrações de BAP e AIB também inibiram o crescimento vegetativo, observando-se vitrificação, formação de calos e oxidação dos explantes em decorrência do acúmulo de polifenóis.

Alencar (1999) relata a eficiência do nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>) no controle da senescência foliar e do AIB no rejuvenescimento de tecidos em fase madura e na formação de raízes. Entretanto, o autor afirma que a utilização do nitrato de prata na fase de estabelecimento dos explantes não trouxe benefícios que justificassem a sua utilização regular em protocolos de propagação do umbuzeiro.

Com relação à fonte de explante, Melo et al. (1997) afirmam que a utilização de frutos imaturos de umbuzeiro, coletados 60 dias após a floração, constituem uma ótima fonte para o estabelecimento do cultivo in vitro. Esses autores verificaram que embriões no estágio de torpedo (2 mm de comprimento) podem ser isolados por meio de uma incisão na porção terminal do saco embrionário, junto à micrópila, seguida da aplicação de uma pressão manual na outra extremidade para forçar sua expulsão por meio do corte. O desenvolvimento de novas plântulas ocorre 30 dias após a introdução em meio de cultura.

Ainda com relação ao tipo de explante, Lima (2009) relatou que as concentrações do hipoclorito de sódio (NaOCl) entre 0,5% e 2,0% foram eficientes no controle de contaminações exógenas do ápice, enquanto nos segmentos nodais e internodais, as concentrações de hipoclorito de cálcio  $[Ca(OCl)_2]$  entre 1,0% e 2,0% foram suficientes para a redução do percentual de perdas por contaminação. Entretanto, foram observadas altas taxas de oxidação nos três tipos de explantes de umbuzeiro testados.

É interessante destacar que existem diferenças na capacidade de regeneração *in vitro* entre genótipos distintos. Essas diferenças parecem estar relacionados à presença de receptores para hormônios vegetais e/ou à codificação de enzimas-chave envolvidas no metabolismo hormonal (CHRISTIANSON; WARNICK, 1988). Dessa forma, o conhecimento detalhado sobre o metabolismo hormonal em relação ao cultivo *in vitro* facilitaria o entendimento dos processos de desenvolvimento vegetal para a cultura do umbuzeiro.

## Uso do umbuzeiro como porta-enxerto de outras espécies do gênero *Spondias*

Conforme apresentado no capítulo 2, o gênero *Spondias* é composto por diversas espécies, o umbuzeiro, a cajazeira (*S. mombin* L.), a cerigueleira (*S. purpurea* L.), a cajá-mangueira ou cajarana (*S. cytherea* Sonn.), umbu-cajazeira e umbugueleira (*Spondias* sp.). Todas essas espécies são pertencentes à família Anacardiaceae, que é bastante representativa e de ampla distribuição.

Das espécies citadas, o umbuzeiro é a frutífera endêmica do Bioma Caatinga de maior importância, pelo expressivo valor comercial de mercado e, de forma particular, para industrialização em fábricas, normalmente aquelas associadas a cooperativas familiares (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2008).

Além do expressivo valor comercial, o umbuzeiro possui mecanismos para se defender da seca, conforme já mencionado em capítulos anteriores, por causa da presença de xilopódios armazenadores de água (SANTOS et al., 2002) e nutrientes (CAVALCANTI et al., 2002). Desta forma, de acordo com Santos et al. (2002), a utilização do umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias*, pode viabilizar uma fruticultura competitiva e diversificada em condições de sequeiro. Esses autores verificaram que plantas enxertadas, aos 5 anos no campo, não apresentaram nenhum sinal de incompatibilidade entre as espécies enxertadas (umbugueleira, cajazeira-verdadeira, umbu-cajazeira, cajá-mangueira e cerigueleira) sobre porta-enxerto (umbuzeiro) e que as plantas das duas últimas espécies frutificaram após 2 anos. No caso do umbu-cajazeira, as plantas enxertadas também iniciaram a produção a partir do segundo ano do transplântio para o campo (ARAÚJO et al., 2006).

Com base nessas informações, a Embrapa Semiárido implantou em 2010, unidades com, aproximadamente, 0,5 ha, cada, com o conjunto das espécies umbu gigante, cajá-verdadeiro, ceriguela, umbuguela, umbu-cajá e cajá-manga nas localidades de índice pluviométrico inferior a 500 mm anuais, nos municípios de Itiúba, São Domingos e Quijingue no Estado da Bahia. Estas unidades foram implantadas com o objetivo servir de modelo de fruticultura de sequeiro, onde são realizados cursos de manejo para a capacitação de agricultores interessados em implantar unidades semelhantes em outras regiões. Neste mesmo contexto e com as mesmas espécies, foram implantadas, em 2011, outras 36 unidades nos municípios de Casa Nova, Remanso, Sento Sé, Pilão Arcado e Sobradinho, também no Estado da Bahia, totalizando, neste estado, aproximadamente, 20 ha de pomares implantados pela Embrapa Semiárido objetivando o desenvolvimento e diversificação da fruticultura de sequeiro.

Outra técnica que vem sendo testada no umbuzeiro de ocorrência natural é a transferência ou substituição de copa, bastante utilizada no cultivo do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). A aplicação da técnica está condicionada, inicialmente, à identificação de plantas de baixa produção



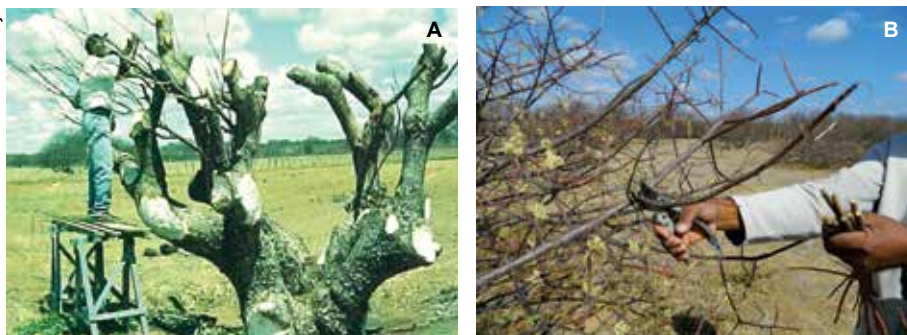
ou que tenham outras características indesejáveis, como frutos pequenos e de baixa qualidade.

Após a identificação dessas plantas, efetua-se a decapitação dos ramos principais em bisel a uma altura de, pelo menos, 1,6 m e, em seguida, realiza-se o pincelamento com calda bordalesa. As plantas emitirão brotações que deverão ser desbastadas, deixando-se pelo menos duas em cada ramo principal. A enxertia utilizada para a substituição de copa é a garfagem no topo em fenda cheia, com índice de pegamento superior a 85% (ARAÚJO et al., 2000; ARAÚJO; SANTOS, 2004) e deve ser feita quando as brotações apresentarem diâmetro entre 6 mm e 9 mm.

A seleção imediata de ramos existentes na copa com diâmetro apropriado também pode ser utilizada para a realização da enxertia (Figura 3). Recomenda-se a utilização de vários clones para a substituição de copa, preferencialmente aqueles que apresentem caracteres desejáveis, em tamanho e qualidade dos frutos, e que ocorram na região.

A substituição de copa vem sendo realizada com sucesso em Livramento de Nossa Senhora, no Estado da Bahia, onde os enxertos usados são coletados de plantas-matrizes de umbu gigante identificadas nessa

Fotos: Francisco Pinheiro de Araújo



**Figura 3.** Substituição de copa do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). Plantas de umbuzeiro de ocorrência natural após a poda com enxertia imediata de garfagem no topo em fenda cheia (A) e aspecto de ramos selecionados para enxertia (de 6 mm a 9 mm de diâmetro) (B).

região, a exemplo das conhecidas como gameleira, poça, arrecife, laranjão, macaúba, cavaco, entre outras.

Com a aplicação desta técnica, nas condições de Petrolina, PE e Livramento de Nossa Senhora, BA, a copa ou enxertos têm iniciado a frutificação 4 anos após a enxertia.

## Enriquecimento da Caatinga com umbuzeiros

Tem sido observado que umbuzeiros existentes na Caatinga e utilizados no extrativismo não conseguem mais deixar descendentes, pois todas as plantas novas são pastejadas, principalmente por caprinos e ovinos. Isso evidencia a necessidade de se estabelecer estratégias de intervenção para a conservação dessa espécie. (ARAÚJO; QUEIROZ, 2010). Além disso, a ocorrência natural de plantas de umbuzeiro é relativamente baixa, cerca de quatro plantas por hectare, em média (DRUMOND et al., 1982).

De acordo com Araújo (2010) e Araújo e Queiroz (2010), o enriquecimento da Caatinga com plantas de umbuzeiro, em área cercada, poderá aumentar a produção de matéria prima em longo prazo e favorecer o impacto ambiental na preservação da espécie, minimizando a redução das populações naturais. É esperado, de um lado, que essa atividade seja realizada com sucesso, pois as comunidades já estão sensibilizadas para a conservação das espécies nativas, em especial, do umbuzeiro. Por outro lado, essa atividade se constitui como uma opção para se preparar os agricultores para os novos negócios que começam a surgir em torno do aproveitamento do umbu.

Em vários pontos do Sertão nordestino, existem experiências comunitárias incentivadas por organizações não governamentais, instituições públicas de pesquisa e de assistência técnica e extensão rural que potencializam o surgimento de empreendimentos capazes de criar bases

econômicas sólidas para a agricultura familiar nas áreas dependentes de chuva (ARAÚJO; QUEIROZ, 2010).

O enriquecimento da Caatinga com plantas de umbuzeiro foi relatado por Araújo et al. (2010) e teve uma ação mais expressiva em 2009, quando foram instaladas 29 unidades localizadas nos municípios de Juazeiro, Uauá e Curaçá, no Estado da Bahia, e 25 unidades nos municípios de Petrolina, Ouricuri, Afrânio, Lagoa Grande e Dormentes, em Pernambuco. As unidades instaladas com o enriquecimento da Caatinga já somam mais de 5.000 mudas plantadas.

De acordo com Araújo (2010), as mudas são cultivadas em trilhas abertas no meio da vegetação nativa, distanciadas entre 20 m entre linhas e 10 m entre plantas. As trilhas poderão ser abertas principalmente no período seco, quando se tratar de Caatinga densa, para facilitar a abertura das picadas e em qualquer período, quando se tratar de Caatinga rala. Nesse processo, são retiradas as plantas arbustivas e herbáceas ao longo das trilhas para facilitar a realização do plantio das mudas, não sendo necessária a retirada das plantas de grande porte que estiverem ao longo das trilhas (Figura 4).

## Plantio em áreas desmatadas

Para facilitar o pegamento e o desenvolvimento das mudas, o plantio pode ser feito em sistema de captação de água da chuva in situ em consórcio com outras culturas, no início da estação chuvosa, fazendo-se as covas com espaçamento de 8 m x 8 m, com dimensões de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m.

Como o umbuzeiro ainda é uma espécie pouco estudada, há necessidade da realização de pesquisas sobre os aspectos nutricionais da planta. Não existe recomendação básica de adubação para a espécie. Em geral, solos de ocorrência natural do umbuzeiro apresentam baixa fertilidade, a exemplo dos resultados médios obtidos a partir de um estudo de 32 áreas



Foto: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 4.** Trilha aberta em área de Caatinga para implantação de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda).

de ocorrência da espécie em diferentes regiões do Semiárido (Tabela 1). Nos casos em que não é possível fazer a análise de solo, sugere-se o uso de 250 g de superfosfato simples, 80 g de cloreto de potássio e 5 L de húmus de minhoca ou 15 L de esterco de curral curtido, misturados à primeira camada de terra da superfície e colocados no fundo da cova. O plantio de umbuzeiro enxertado e de várias espécies do gênero *Spondias* (umbuguela, ceriguela, umbu-cajá, cajá-verdadeiro, cajarana ou cajá-manga e umbugigante) enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro pode ser associado ao plantio de mudas de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.), aconselhando-se, também, o plantio de várias outras culturas anuais, como feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*), guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] e sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], em sistema de captação de água da chuva que dependerá das características do solo.

**Tabela 1.** Valores médios de características químicas e físicas da camada de 0–20 cm do solo de 32 locais de ocorrência de plantas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), Petrolina, PE, 2005<sup>(1)</sup>.

Característica	Média	DP
MO (g kg <sup>-1</sup> )	15,35	13,85
pH	5,43	0,96
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,17	0,13
P (mg dm <sup>-3</sup> )	4,66	4,19
K	0,29	0,19
Ca (mg dm <sup>-3</sup> )	4,09	9,18
Mg (mg dm <sup>-3</sup> )	0,76	0,57
Na (mg dm <sup>-3</sup> )	0,02	0,01
Al (mg dm <sup>-3</sup> )	0,21	0,28
H + Al (mg dm <sup>-3</sup> )	2,49	2,03
Areia (%)	72,16	15,05
Silte (%)	11,16	9,08
Argila (%)	17	11,25

<sup>(1)</sup> Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido; 1P, K e Na: Extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al: Extrator KCl 1 mol L; areia, silte, argila: método da pipeta.

Fonte: Adaptado de Araújo (2007).

## Preparo do solo e captação de água da chuva in situ em áreas sem vegetação nativa

O principal objetivo da captação in situ consiste em armazenar, a maior quantidade da água da chuva que ocorre, proporcionando às plantas um período mais longo de umidade disponível no solo. Com relação ao modelo de captação in situ que deve ser utilizado, o mesmo é dependente do tamanho da área a ser cultivada, do tipo de cultivo, da topografia, das condições pluviométricas, da disponibilidade de equipamentos, da mão de obra e, principalmente, da capacidade de armazenamento de água no perfil do solo (PORTO et al., 2011).

No caso das frutíferas, especialmente do umbuzeiro, o manejo de solo utilizado com maior frequência é o sistema de captação in situ em curva de nível, conhecido como Guimarães Duque (Figura 5). Entretanto, a modificação da superfície do solo pode ser realizada de acordo com as conveniências e particularidades de cada tipo de solo. Na Figura 6, observa-se que após uma chuva de 35 mm, um sulco ao lado da linha do plantio de umbuzeiro foi eficiente para armazenamento e conservação da água da chuva.



Foto: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 5.** Plantio das mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) no sistema de captação de água da chuva in situ Guimarães Duque em consórcio com abacaxi – plantio alinhado em sulcos – São Domingos, BA, 2010.

## Crescimento de mudas e produção de frutos

Trabalhos que relatam avaliações de crescimento vegetativo e de produção de frutos de umbuzeiro são escassos. Com relação ao crescimento de mudas, Araújo (1999) avaliou algumas produzidas por semente,

Foto: Francisco Pinheiro de Araújo



**Figura 6.** Cultivo do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) em condições de sequeiro com sulcos construídos ao longo das linhas de plantio para captar e armazenar água da chuva. Petrolina, PE.

aferindo altura e peso da plântula, diâmetro e comprimento dos xilopódios e número de folhas, com o objetivo de verificar a influência no índice de pegamento de enxertos de umbuzeiro em diferentes épocas do ano. Esse autor verificou que, de um lado, as variáveis altura e diâmetro dos porta-enxertos e massa seca das partes aérea e radicular não interferiram no índice de pegamento dos enxertos. Por outro lado, a adubação nitrogenada e fosfatada exerce uma influência significativa no desenvolvimento de porta-enxertos, de acordo com Melo et al. (2005).

O crescimento de mudas pé-franco foi estudado por Cavalcanti et al. (2010) em campo sob condições de sequeiro, na Embrapa Semiárido. De acordo com os autores, o crescimento é lento nos três primeiros anos e se intensifica a partir do quinto ano de desenvolvimento. Entre o primeiro e o décimo ano de desenvolvimento houve um aumento de 70,8 cm para 258,27 cm na altura da planta e de 7,65 cm para 527,5 cm no diâmetro da

copa; este crescimento esteve associado a um aumento de 1.482, 1.141 e 4.960 vezes, aproximadamente, da biomassa seca de galhos, folhas e raízes, respectivamente. Os resultados indicam que o maior investimento inicial da espécie é no crescimento do sistema radicular como estratégia de sobrevivência.

Com relação à produção de frutos em condições de vegetação espontânea, as estimativas são muito variadas, visto que dependem da idade, da variabilidade genética das plantas e do ambiente. A produção média observada em 16 árvores de umbuzeiro de ocorrência espontânea, na Caatinga em área pertencente à Embrapa Semiárido, foi da ordem de 73,12 kg/planta/ano, sendo a produção dependente das características químicas e do teor de umidade do solo (SANTOS; NASCIMENTO, 1998), podendo atingir até 360 kg de frutos/planta/ano (CAVALCANTI et al., 1999).

De acordo com Cavalcanti et al. (2010), mudas plantadas no Campo Experimental da Caatinga, que pertence à Embrapa Semiárido, começaram a frutificar após o sexto ano, alcançando aos 10 anos de idade uma produção média de frutos de 2.140 g por planta, aproximadamente (frutos em torno de 24,8 g). Santos (2011) estudou sete clones selecionados do Banco de Germoplasma de Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido para maior tamanho de fruto. Foi avaliada a altura de plantas aos 13 anos de idade, conduzidas com e sem irrigação suplementar, anualmente de setembro a dezembro, ao longo de todo o período de crescimento.

De acordo com o autor, as plantas irrigadas alcançaram 4 m de altura enquanto plantas da área de sequeiro, somente 2 m. Apesar de algumas plantas terem iniciado a frutificação após 5 anos do transplante, aos 10 anos de idade a frutificação/produção de frutos ainda foi reduzida para um dos clones na condição de sequeiro: 1,5 kg por planta. Em um estudo complementar, foi comparada a produtividade das plantas conduzidas com irrigação, aos 15 anos de idade, com aquelas da área de sequeiro. Na primeira, foram obtidas produções entre 17 kg por planta a 52 kg por planta,



enquanto na segunda, a produção variou de 1,4 kg por planta a 7,7 kg por planta, evidenciando o efeito favorável da irrigação complementar, bem como a grande variação de produtividade entre os acessos.

## Algumas considerações sobre a ocorrência de pragas

Considerando-se que a exploração do umbuzeiro é extrativista, as informações que tratam do aspecto fitossanitário são bastante escassas. Para Freire (2008), a ausência de plantios comerciais de *Spondias*, com produção oriunda do extrativismo e o elevado porte das plantas, não motivaram, ainda, o interesse para o desenvolvimento de medidas para o controle de enfermidades nas espécies.

De acordo com Sacramento e Souza (2009), as espécies do gênero *Spondias* apresentam pragas e doenças comuns, pois o hospedeiro, para sobreviver, prefere plantas da mesma espécie ou gênero. Esses autores citam as moscas-das-frutas (*Anastrepha* sp.) como um dos mais importantes grupos de pragas que danificam as frutíferas, sendo todas as *Spondias* comestíveis do Brasil suscetíveis ao ataque desses insetos (FREIRE, 2008).

O potencial socioeconômico do umbuzeiro tem despertado o interesse dos agricultores e de pequenas agroindústrias processadoras de polpa, mesmo com sua produção oriunda do extrativismo. O plantio em escala comercial começa a ser estabelecido, principalmente na região semiárida, onde os cultivos das lavouras tradicionais são frequentemente afetados pelas baixas precipitações, com baixas produções e perda parcial ou total das culturas (ARAÚJO et al., 2009). Desta forma, a implantação de cultivos comerciais de umbuzeiro poderá favorecer o aumento da incidência de pragas que normalmente afetam as plantas nas condições naturais.

A ocorrência de mosca branca (*Aleurothrixus floccosus* - HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) em porta-enxerto de umbuzeiro foi relatada por Diniz et al. (1999). Os autores verificaram que os insetos formam uma numerosa colônia na face inferior da folha, que adquirem uma coloração mais pálida (Figura 7). Nas condições de telado na Embrapa Semiárido, tem-se observado ataque bastante severo de *Aleurothrixus floccosus* nos porta-enxertos da espécie. Aparentemente, a incidência é maior quando os mesmos ficam muito próximos, dificultando a circulação do ar entre as plantas.

Na Embrapa Semiárido, por ocasião da enxertia de mudas de umbuzeiro, foi observada nos enxertos a presença de larvas que abrem galerias causando severos danos nas estacas (Figura 8). As larvas interferem no pegamento dos enxertos, pois aqueles que foram atacados não brotam.

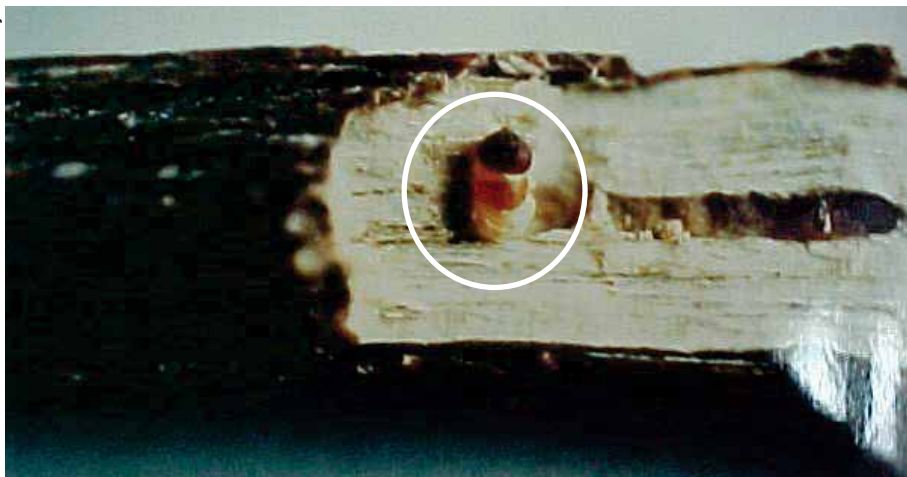
Estragos significativos foram observados em frutos de umbuzeiro ocasionados pelas abelhas irapuá (*Trigona spinipes*) (Figura 9) e o sanharol (*Trigona fuscipennis*). As abelhas abrem orifícios na casca, o que ocasiona a queda do fruto, tornando-os impróprios para o consumo in natura.

Foto: Rosângela Severo Diniz



**Figura 7.** Ninfas de *Aleurothrixus floccosus* em folhas de porta-enxerto de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). Petrolina, PE.

Foto: Francisco Pinheiro de Araújo



**Figura 8.** Larvas nos enxertos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) que deixam galerias causando severos danos no pegamento dos enxertos. Petrolina, PE.

Foto: Francisco Pinheiro de Araújo



**Figura 9.** Abelhas irapuá (*Trigona spinipes*) causando danos em frutos de cajá-manga ou caxambu, a exemplo do que também ocorre com frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). Petrolina, PE, 2013.

Com relação às pragas do umbuzeiro identificadas no seu ambiente natural, Araújo et al. (2009) relataram que o cascudo (*Philoclaenia* sp. - COLEOPTERA: SCARABAEIDAE), no período noturno, causa danos às plantas, promovendo a queda das flores, das folhas novas e dos frutos em formação.

Esses autores relatam, ainda, a ocorrência do coleóptero *Amblycerus dispar* Sharp, 1885 (COLEOPTERA: BRUCHIDAE), também responsável por severos danos aos frutos de outras *Spondias* na região semiárida do Nordeste. Os danos são decorrentes da alimentação das larvas no interior das sementes, provocando lesões no embrião, o que resulta em redução ou perda total do poder germinativo.

## Considerações finais

Todas as estratégias que venham a contribuir para uma melhor utilização, conservação e manutenção dos recursos naturais, e tornar sólidas algumas atividades já desenvolvidas, são fundamentais para a criação de novas oportunidades econômicas para o fortalecimento da agricultura de base familiar, em áreas de sequeiro, contribuindo para a redução da pobreza.

O enriquecimento da Caatinga com plantas de umbuzeiro em área cercada no estado natural assegurará a produção de umbu em médio e longo prazos, haja vista que a produção atual encontra-se ameaçada, pois as plantas de ocorrência natural não estão deixando descendentes. Esta técnica poderá transformar o cultivo do umbuzeiro em um sistema produtivo sustentável e será uma fonte de renda para a agricultura de base familiar, promovendo forte impacto ambiental na preservação e na variabilidade genética da espécie, contendo a atual tendência de redução na população de plantas.

O uso do umbuzeiro como porta-enxerto de outras espécies do gênero *Spondias* poderá viabilizar uma fruticultura de sequeiro diversificada e sustentável e preparar os agricultores para os novos negócios em torno do cultivo. Deverá, também, promover impactos positivos na difusão de novas alternativas potencialmente importantes, que serão levadas para as diversas regiões e na maior preservação ambiental e recuperação das áreas em processo de degradação, com valorização econômica da biodiversidade.

Espera-se que na fase de produção de umbu haja um incremento da renda familiar, quando comparado com o sistema atual de exploração. Assim, a meta é tornar estáveis os potenciais já existentes e identificar novas oportunidades rentáveis, sem perder de vista a conservação e a preservação desses recursos naturais renováveis, mais especificamente, recursos genéticos vegetais.

Considerando-se a importância socioeconômica do umbuzeiro, o desafio que se coloca para o desenvolvimento da região é fornecer informações e tecnologias que possibilitem o seu cultivo em escala comercial de forma sustentável e, assim, permitir a melhoria da qualidade de vida, estimulando a permanência da população na região.

## Referências

- ALENCAR, A. P. **Estabelecimento do cultivo *in vitro* do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda).** 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- ARAÚJO, F. P. de. **Métodos de enxertia na propagação do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) em diferentes épocas do ano.** 1999. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.
- ARAÚJO, F. P. de; CASTRO NETO, M. T. de. Métodos de enxertia para propagação do umbuzeiro em diferentes épocas do ano. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 12, n. 1/2, p. 25-29, jan./dez. 2000.
- ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; MOREIRA, J. N.; CAVALCANTI, N. de B. **Avaliação do índice de pegamento de enxertos de espécies de *Spondias* em plantas adultas de umbuzeiro.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 4 p. (Embrapa Semi-Árido. Pesquisa em Andamento, 100).
- ARAÚJO, F. P. de; CAVALCANTI, N. de B.; PORTO, E. R.; SANTOS, C. A. F. Enriquecimento da Caatinga com clones de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) selecionados para maior tamanho de fruto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001a. 1 CD-ROM.
- ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de. Influência do período de armazenamento das sementes de umbuzeiro na sua germinação e no desenvolvimento da plântula. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 36-39, 2001b.

- ARAÚJO, F. P. de; CASTRO NETO, M. T. de. Influência de fatores fisiológicos de plantas-matrizes e de épocas do ano no pegamento de diferentes métodos de enxertia do umbuzeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 752-755, 2002.
- ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F. Substituição de copa do umbuzeiro por algumas espécies do gênero *Spondias*. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 27., 2004, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 1 CD-ROM.
- ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de. **Fruticultura de sequeiro: uma alternativa para o desenvolvimento sustentável**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2006. (Embrapa Semiárido. Instruções técnicas, 73).
- ARAÚJO, F. P. de. **Caracterização da variabilidade morfoagronômica de maracujazeiro (*Passiflora cincinnata* Mast.) no Semi-Árido brasileiro**. 2007. 94 f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- ARAÚJO, F. P. de. **Enriquecimento da Caatinga com umbuzeiros: caderneta de poupança verde do meio rural para agricultura familiar**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semiárido. Instruções técnicas, 92). Disponível em: <ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25362/1/INT92.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2015.
- ARAÚJO, F. P. de; QUEIROZ, M. A. de. Enriquecimento da Caatinga com plantas de umbuzeiro. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 33., 2010, Aracaju. **Flora nordestina: diversidade, conhecimento e conservação**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros: SBF, 2010.1 CD-ROM.
- ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, N. de B.; NASCIMENTO, C. E. de S.; LIMA FILHO, J. M. P.; MELO, N. F. de; KILL, L. H. P.; MOREIRA, F. R. B.; ANJOS, J. B. dos. Umbu. In: SANTOS-SEREJO, J. A. dos; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. da S. (Ed.). **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 458-473.
- ARAÚJO, F. P.; OLIVEIRA, V. R. de. Produção de mudas de algumas espécies do gênero *Spondias*: uma alternativa na diversificação da fruticultura de sequeiro. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: UFRPE; IPA; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p. 108-116.
- CAMPOS, C. de O. **Estudos da quebra de dormência da semente do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. 1986. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. Influência de diferentes substratos na emergência de plântulas de imbuzeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n.1, p. 22-27, jan./mar. 2005.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Desenvolvimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) na região Semi-árida do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 212-213, jan./mar. 1999.
- CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Levantamento da produção de xilopódios e os efeitos de sua retirada sobre a frutificação e persistência de plantas nativas de imbuzeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 927-942, set./out. 2002.

- CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. O crescimento de plantas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* ARRUDA) no semiárido de Pernambuco. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 3, p. 21-31, 2010.
- CHRISTIANSON, M. L.; WARNICK, D. A. Organogenesis *in vitro* as a developmental process. **HortScience**, Alexandria, v. 23, p. 515-519, 1988.
- DINIZ, R. S.; MOREIRA, A. N.; HAJI, F. N. P.; SIQUEIRA, K. M. M. de; ARAÚJO, F. P. de; ALENCAR, J. A. de; BARBOSA, F. R. Ocorrência de *Aleurothrix floccosus* e seus inimigos naturais em porta-enxerto de umbuzeiro no Submédio do Vale do São Francisco. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO E DO CARIBE SOBRE MOSCAS BRANCAS E GEMINIVIRUS, 8., 1999, Recife. **Anais...** Recife: IPA, 1999. p. 138.
- DRUMOND, M. A.; LIMA, P. C. F.; SOUZA, S. M. de; LIMA, J. L. S. de. Sociabilidade das espécies florestais da Caatinga em Santa Maria da Boa Vista -PE. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 4, p. 47-59, jun. 1982.
- FREIRE, F. C. O. Aspectos fitossanitários de *Spondias*: principais pragas e doenças e seu controle. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: IPA; UFRPE; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p. 135-148.
- GONZAGA NETO, L.; BEZERRA, E. F.; LEDERMAN, I. E.; DANTAS, A. P. Métodos de indução de germinação de sementes de umbu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas, **Anais...** Campinas: SBF, 1988. v. 2, p. 711-716.
- GONZAGA NETO, L.; LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, E. F. Estudo de enraizamento de estacas de umbuzeiro. (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 31-33, abr. 1989.
- IBGE. **Sistema de Recuperação Automática** – SIDRA. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2015.
- LEDERMAN, I. E.; GONZAGA NETO, L.; BEZERRA, J. E. F. Indução da germinação de sementes de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) através de tratamentos físicos, químicos e mecânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 11, n. 3, p. 27-32, 1989.
- LIMA, S. C. de. **Germinação de sementes e otimização de técnicas de micropropagação de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) Anacardiaceae**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- MELO, N. F.; TEIXEIRA, J. B.; FARI, M. In vitro cultivation of nodal segments of the umbu tree (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 447, p. 535-537, 1997.
- MELO, S. de; GOIS, M. P. P.; BRITO, M. E. B.; VIEGAS, P. R. A.; ARAÚJO, F. P. de; MELO, D. L. M. F. de; MENDONÇA, M. C. da. Desenvolvimento de porta-enxerto em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 2, p. 324-331, 2005.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Hoboken, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.
- NASCIMENTO, C. E. de S.; SANTOS, C. A. F.; CAMPOS, C. de O. Caracterização e avaliação preliminar de árvores nativas de umbuzeiro para a formação de banco de germoplasma. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 11., 1995, Natal, RN. **Resumos...** Natal: UFRN: SBG, 1995. p. 74.

- NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de; NUNES, R. F. de M.; ALBUQUERQUE, T. C. S. Propagação vegetativa do umbuzeiro. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba, **Floresta para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado: anais**. Curitiba: SBS: SBEF, 1993. v. 2, p. 454-456.
- NASCIMENTO, C. E. de S.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de. **Produção de mudas enxertadas de umbuzeiro** (*Spondias tuberosa* Arruda). Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 13 p. il. (Embrapa Semi-Árido. Circular técnica, 48).
- OLIVEIRA, L. S.; ESQUIBEL, M. A.; QUEIROZ, M. A. de; OLIVEIRA, V. R. de. Propagação de *Spondias tuberosa* (Arr.) Cam (umbu) através da cultura de tecidos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 7, p. 39, 1989.
- PEDROSA, A. C.; LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; DANTAS, A. P.; GONZAGA NETO, L. Métodos de enxertia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) em viveiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 59-62, out. 1991.
- PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L. Conservação e uso racional de água na agricultura dependente de chuvas. In: MEDEIROS, S. de S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. de O.; PAZ, V. P. da S. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 59-85.
- SACRAMENO, C. K. do; SOUZA, F. X. de. Cajá. In: SANTOS-SEREJO, J. A. dos; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. da S. (Ed.). **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 85-106.
- SANTOS, C. A. F. Aspectos botânicos, dispersão geográfica e potencial de exploração agrônômica do umbuzeiro. In: LUCENA, E. M. P. de; AMORIM, A. V. (Org.). **Botânica e desenvolvimento sustentável**. Fortaleza: Ed. da UECE, 2011. p. 303-305.
- SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P. de; NASCIMENTO, C. E. de S.; LIMA FILHO, J. M. P. Umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias* em condições de sequeiro: avaliações aos cinco anos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. 1 CD-ROM.
- SANTOS, C. A. F. Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no Semi-Árido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 9, p. 923-930, set. 1997.
- SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S. Relação entre caracteres de produção do umbuzeiro com características químicas e teor de água do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.10, n. 2, p. 206-212, ago. 1998.
- SILVA, A. Q. da; SILVA, A. da. Observações morfológicas e fisiológicas sobre *Spondias tuberosa* Arr. Câm. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 25., 1974, Mossoró. **Anais...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1974. p. 5-15.
- SILVA, A. Q. da. Estaquia em *Spondias tuberosa* Arr. Cam. (nota previa). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 25., 1974, Mossoró. **Anais...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1974. p. 195-196.
- SILVA, C. M. M.; PIRES, I. E.; SILVA, H. D. da. Propagação vegetativa do umbuzeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 30., Campo Grande, 1979. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 1979. p.131-134.





# 6

## Qualidade e conservação pós-colheita

Maria Auxiliadora Coêlho de Lima  
Silvanda de Melo Silva



## Introdução

As espécies da Caatinga são conhecidas pelos seus mecanismos de adaptação às condições de escassez e irregularidade de distribuição de água ao longo dos anos. Contudo, pouco se sabe sobre a composição química e o potencial de uso alimentar dos frutos de espécies desse ecossistema, mesmo daqueles já tradicionalmente consumidos pela população da região, como o umbu, que tem alta inserção e aceitação na dieta da população do Semiárido. Tal limitação abre oportunidades para a proposição de ações coordenadas que abranjam, por exemplo, qualificação do produto, inserção de técnicas apropriadas ao contexto regional e redução de perdas.

Desta forma, entende-se que, para o melhor aproveitamento dessa espécie, é necessário o conhecimento inicial de atributos de qualidade que influenciam a decisão de compra do consumidor bem como de procedimentos ou técnicas que permitam uma vida útil compatível com o período de trânsito e comercialização. Assim, a perecibilidade é uma característica que pode ser superada com a utilização de técnicas adequadas a cada produto. Para o umbu, muitas informações ainda precisam ser disponibilizadas a fim de que se avance em tecnologia e manejo que preservem a qualidade e as peculiaridades do fruto, contribuindo para a sua inserção em outros mercados. Alguns passos foram dados nesta direção na medida em que grupos de pesquisa de instituições sediadas na região Nordeste têm buscado caracterizar os atributos de qualidade do umbu, respaldar a proposição de estratégias para melhor acondicionamento e comercialização do fruto, bem como estimular o fortalecimento da cadeia por meio de base científica e tecnológica correspondente à que está disponível para outros frutos tropicais, que, partindo de uma atividade extrativista regional, projetaram-se para uma produção tecnificada.

Neste capítulo, foram reunidas informações geradas a partir de estudos que objetivam, principalmente, a valoração do umbuzeiro como

recurso natural da região, o aproveitamento racional, em bases sustentáveis, e a agregação de valor ao fruto.

## Crescimento, desenvolvimento e maturação do umbu

O fruto do umbuzeiro é uma drupa de 2,0 cm a 5,0 cm de comprimento e massa de 10 g a 20 g, de formato ovoide ou oblongo e coloração verde-amarelada, quando maduro, com casca fina e semente grande (GOMES, 1985; SILVA et al., 1990). A polpa é macia, suculenta e tem sabor doce-ácido (NARAIN et al., 1992), o que o torna bastante apreciado pela população da região Nordeste.

No entanto, a variabilidade genética disponível e registrada por alguns autores em diferentes áreas geográficas do Semiárido (CAMPOS et al., 1999; COSTA et al., 2015; DANTAS JÚNIOR, 2008; SANTOS, 1997; SANTOS et al., 2008) permite a obtenção de frutos com mais de 20 g, registrando-se genótipos com massa superior a 100 g. O mesmo se verifica em outras características de qualidade, incluindo aquelas relativas ao sabor.

Desde a frutificação até o completo amadurecimento, o umbu passa por várias alterações físicas, químicas, fisiológicas e bioquímicas que resultam nas características do produto final. As condições ambientais (variações climáticas e solo, preponderantemente) regulam a velocidade e intensidade dessas alterações, bem como o momento em que são desencadeadas. Como ainda não existe um manejo que uniformize a produção ou que potencialize propriedades ou características do fruto, as etapas de crescimento, desenvolvimento e maturação resultam da ação natural de resposta da planta ao meio, durando cerca de 120 dias. Em genótipos de ocorrência no Município de Campina Grande, PB, a frutificação teve início em novembro, estendendo-se até março, quando os frutos atingiram a maturação completa. A duração média do ciclo foi de 122 dias. Nas plantas

avaliadas, o comprimento, o diâmetro e o volume dos frutos aumentaram de forma rápida a partir da antese (abertura dos botões florais), seguidos do aumento das massas fresca e seca e de maior rendimento de polpa (GONDIM, 2012).

O padrão de crescimento do umbu é sigmoidal simples, caracterizando-se por três fases distintas. A primeira é de crescimento acelerado, começando por ocasião da abertura dos botões florais e finalizando quando o fruto se apresenta verde, mas iniciando a degradação de pigmentos. Nessa fase, os frutos atingiram cerca de 96% da massa total. A segunda fase corresponde ao crescimento lento até que o fruto atinja a maturidade fisiológica. A fase final é de decréscimo (CAMPOS, 2007).

A distribuição da massa do umbu foi relatada por Silva et al. (1990), que indicaram que 12,8% corresponde ao epicarpo, 76,8%, ao mesocarpo e 10,4%, ao endocarpo. O rendimento em polpa aumenta com a maturação (LOPES, 2007). Gondim (2012), avaliando frutos de 24 genótipos, reportou rendimento médio em polpa de 85,2%, desejáveis para a indústria, próximos à média de 90,4% obtida por Dantas Júnior (2008), no entanto, superiores aos 69,0% reportados por Costa et al. (2004). O tamanho varia de 2,85 cm a 4,96 cm de comprimento e 2,64 cm a 4,91 cm de largura (DANTAS JÚNIOR, 2008; GONDIM, 2012; SILVA et al., 1990).

Na fase de maturação, ocorrem várias e importantes mudanças que levam ao amadurecimento e estágio ótimo para consumo do fruto. A caracterização perfeita dessa fase ainda depende da uniformização e sistematização de informações geradas em alguns estudos que adotaram delimitações e identificações variadas para os estádios de maturação. Assim, Costa et al. (2004) consideraram quatro estádios de maturação para o umbu: verde, “de vez”, maduro e maturação avançada (em início de deterioração). O termo verde se refere à coloração externa da casca, ainda verde-escuro. Nesse estágio, os frutos foram caracterizados como tendo polpa muito firme. Os frutos “de vez” apresentam coloração da casca parcialmente verde-escuro e

polpa firme. Quando a coloração da casca se apresenta verde-amarelada e a polpa firme, os autores caracterizaram os frutos como maduros. O estágio final corresponde aos frutos caídos no solo, com polpa macia, reconhecidamente sobremaduros.

Narain et al. (1992) e Vieira et al. (2011a) limitaram suas classificações a três estádios de maturação. Vieira et al. (2011a) consideraram os seguintes estádios de maturação para o umbu: 1) frutos com quebra da coloração verde (breacker); 2) frutos com início da pigmentação amarela (IP); e 3) fruto com predominância do amarelo (PA). Narain et al. (1992) consideraram frutos com textura muito firme e coloração verde como estando na maturidade fisiológica; com textura firme e coloração verde claro, como semimaduro; com textura macia e coloração verde-claro a amarelado, como maduro. Por sua vez, Lopes (2007) classificou a maturação dos frutos de umbuzeiro de um acesso de polpa laranja em quatro estádios: totalmente verdes, com quebra da coloração verde (breacker), início da pigmentação amarela e predominância da coloração amarela.

Finalmente, Campos (2007) propôs seis estádios para o que denominou de amadurecimento do umbu. No primeiro, denominado 1FTV-F, o fruto se apresenta com coloração totalmente verde e endocarpo em formação. Esta condição ainda se refere à fase de desenvolvimento do fruto e não exatamente à maturidade fisiológica. Em sequência, o estágio 2FTV-D, caracterizado como maturidade fisiológica, em que os frutos se apresentam com coloração totalmente verde, mas com endocarpo firme. No estágio seguinte (3FTV-In), o fruto ainda está verde, com início da mudança de pigmentação, correspondendo ao que se denomina popularmente de "inchado". Quando a cor da casca é predominantemente amarela, tem-se o fruto caracteristicamente maduro (estádio 4FPA-M-1). Os frutos com casca totalmente amarela ainda estão maduros e foram denominados de 5FTA-M-2. A partir daí, o fruto totalmente amarelo, mas em sobrematuração, foram denominados como 6FTA-P.

Independentemente das denominações adotadas, a proposta é delimitar alterações da maturação que deem suporte à identificação do ponto de colheita, considerando o tempo necessário para disponibilizar o fruto à venda no mercado regional. Essas alterações envolvem componentes físicos e químicos.

Entre as características físicas de qualidade, a massa e o diâmetro transversal são muito importantes comercialmente e variam de forma linear em função do estágio de maturação. As proporções de epicarpo e endocarpo, porém, tendem a diminuir com o avanço da maturação (COSTA et al., 2004).

No fruto maduro, Narain et al. (1992) observaram percentagens de polpa, casca e semente de 57,8%; 21,0% e 21,3%; próximos aos 55%, 25% e 19%, respectivamente, apresentados por Santos (1997). Dantas Júnior (2008), por sua vez, estudando características de qualidade de umbus coletados do Banco Ativo de Germoplasma de Umbuzeiro da Embrapa Semiárido e de área de estudo de progênies, observou percentagem de polpa desde 56,5% a 84,6%, em 32 genótipos. Mais recentemente, Gondim (2012), avaliando frutos de 24 genótipos de umbuzeiro, reportou percentagem de semente variando de 11,5% a 19,6% e percentagem de polpa desde 54,5% a 70,9%, valores coerentes com a faixa observada por Dantas Júnior (2008).

De acordo com Costa et al. (2004), no estágio de maturidade fisiológica são observados os menores valores para a percentagem de semente, caroço ou endocarpo, tornando-o mais interessante para o rendimento de polpa. Entretanto, à medida que a maturação avança, o percentual de cascas diminui nos frutos (DANTAS JÚNIOR, 2008), o que também favorece o rendimento da polpa.

Detalhando características físicas do umbu maduro, Narain et al. (1992) e Almeida et al. (2008) observaram os valores médios apresentados na Tabela 1.



**Tabela 1.** Características físicas do umbu maduro.

Característica	Narain et al. (1992)	Almeida et al. (2008)
Diâmetro do fruto (cm)	2,9	3,1
Massa da semente (g)	3,2	2,6
Massa da polpa (g)	9,1	11,0
Massa da casca (g)	3,1	3,7

Fonte: Almeida et al. (2008).

Adicionalmente, Narain et al. (1992) informaram valores médios de volume (14,04 cm<sup>3</sup>), densidade (1,10 g cm<sup>-3</sup>), comprimento da semente (1,94 cm), diâmetro da semente (1,30 cm) e espessura da polpa (0,78 cm). Nesse estudo, os autores também destacaram que não são observadas variações significativas nos teores de umidade, gorduras e fibras no umbu.

## Padrão respiratório

O umbu apresenta comportamento típico de fruto climatérico, desenvolvendo seu processo de maturação fora da planta quando colhidos na maturidade fisiológica. Entretanto, o desenvolvimento do pico climático depende do estágio de maturação. Para frutos do acesso umbu-laranja colhidos no estágio verde-claro, o pico respiratório, da ordem de 156 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, ocorreu aproximadamente 24 horas após a colheita, sob temperatura de 24 ± 2 °C. Em umbus colhidos no estágio verde-amarelado, o pico respiratório foi de 163 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, detectado aproximadamente 12 horas após a colheita, em acondicionamento a 24 ± 2 °C. Frutos colhidos no estágio amarelo-esverdeado não apresentaram mais pico respiratório, indicando que já se encontravam em maturação avançada (LOPES, 2007).

À semelhança da elevação respiratória, que conduz ao pico climático, o aumento da síntese de etileno durante a maturação determina as

taxas com as quais ocorrem muitas alterações na composição e nas propriedades físicas do umbu. Além disso, estimam a vida útil sob condições específicas de armazenamento.

Informações básicas sobre as taxas respiratórias e de produção de etileno em condições de armazenamento variadas subsidiam a decisão sobre o mercado a se atingir. Porém, não estão amplamente disponíveis para o umbu. Também, ainda não foram realizados estudos para avaliar a resposta desse fruto a diferentes concentrações de etileno, caracterizando sua sensibilidade ao regulador de crescimento e permitindo observar se é possível realizar o seu armazenamento em espaço comum com outros frutos.

## Atributos de qualidade e índices de maturidade

As características físicas dos frutos de umbuzeiro, tais como tamanho, consistência, espessura e forma são de grande importância para sua comercialização, manuseio e aceitação por parte dos consumidores. Para estes componentes, há uma quantidade de informação razoável, mas outras características têm sido pouco estudadas. Entretanto, a visão de que existe uma atividade econômica importante em torno de produtos regionais e que eles podem atender nichos de mercado fora da área de origem, por meio do interesse de parte dos consumidores por sabores exóticos e por eventuais propriedades nutricionais que agregam, tem melhorado o aporte de informações para frutos como o umbu.

## Massa seca

Apesar da facilidade com que pode ser determinado em laboratório, o teor de massa seca do umbu foi avaliado em poucos estudos. Rufino et al. (2010) registraram que o umbu tem 88% de umidade relativa. Estes teores

são comuns em frutos e respondem, com importância pronunciada, por parte da predisposição a perdas de origem física. Além de ser indicativo de predisposição a esses tipos de perdas, o teor de massa seca também dá suporte a inferências acerca da atividade fisiológica de alguns compostos químicos associados à qualidade.

## Firmeza da polpa

A firmeza é uma das características pós-colheita mais importantes. Ela não influencia apenas a palatabilidade, mas, também, os métodos de colheita, manuseio e transporte, a resistência a doenças e a vida útil do fruto (SEYMOUR; GROSS, 1996).

Com a evolução da maturação, os tecidos tendem a perder firmeza. Segundo Almeida et al. (2008), essa é uma das características mais variáveis do umbu, podendo-se observar valores em torno de 4 N até aproximadamente 80 N.

Durante o amadurecimento do fruto na própria planta ou durante o armazenamento, o amaciamento dos tecidos da polpa do umbu é estimulado por aumentos de temperatura (ARAÚJO et al., 2009a). Os fatores que determinam as taxas com que esse evento ocorre ainda não são claramente conhecidos para esse fruto, mas devem estar relacionados às alterações nos teores de água, amido e compostos da parede celular, mencionadas por Chitarra e Chitarra (2005), à semelhança do que ocorre com a maioria dos frutos.

Lopes (1997) observou que o fruto colhido totalmente verde apresenta firmeza média de 26 N, que é reduzida para cerca de 5 N no fruto amarelo-esverdeado. Entretanto, por causa da elevada variabilidade genética, a coloração do fruto pode não estar relacionada com a firmeza da polpa. Porém, pode estar relacionada com outras mudanças típicas do amadurecimento. Desta forma, a firmeza do umbu pode ser utilizada como

um índice de maturidade apropriado, uma vez que, sensorialmente, entre 13 N e 18 N as características de aroma, textura e sabor foram mais bem apreciadas pelos provadores (SCHUNEMANN, 2012).

## Coloração e pigmentos

Os pigmentos encontrados no umbu incluem desde clorofilas e carotenoides a antocianinas, em proporções variáveis conforme o estágio de desenvolvimento, a maturação e o genótipo. Os pigmentos verdes (clorofilas) estão presentes desde a formação do fruto e são degradados com o avanço da maturação, quando os carotenoides (pigmentos amarelos ou alaranjados) se tornam predominantes. Os teores observados no estágio que corresponde à maturidade fisiológica variam de  $0,8 \mu\text{g g}^{-1}$  a  $5,5 \mu\text{g g}^{-1}$ , segundo Dantas Júnior et al. (2008), a partir da avaliação de acessos oriundos de várias partes do Nordeste brasileiro e conservados na Embrapa Semiárido.

Embora o umbu não apresente teores de carotenoides tão significativos quanto o cajá (SILVA et al., 2012b), Rufino et al. (2010) e Melo e Andrade (2010) observaram, na polpa do fruto, teores de  $10 \mu\text{g}$  de carotenoides totais  $\text{g}^{-1}$  e de  $3,02 \mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno  $\text{g}^{-1}$ . Em 24 genótipos de umbuzeiro de ocorrência nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, Gondim (2012), por sua vez, reportou, por meio de cromatografia líquida, conteúdos de carotenoides totais variando entre  $1,56 \mu\text{g g}^{-1}$  a  $5,02 \mu\text{g g}^{-1}$ , observando-se que, deste total, o conteúdo de  $\beta$ -caroteno variou entre  $0,07 \mu\text{g g}^{-1}$  a  $0,43 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Em estudos realizados para a caracterização dos teores de antocianinas no umbu, conduzidos por Rufino et al. (2010) e Almeida et al. (2011), foram relatados valores de  $0,3 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  e de  $0,46 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente. Na casca, esses pigmentos vermelhos a arroxeados estão presentes em alguns genótipos, ocupando porção variada da superfície total.

## Sólidos solúveis e açúcares

Na polpa dos frutos, um vasto grupo de compostos químicos que lhes conferem características importantes, inclusive de sabor, encontra-se dissolvido. Esses sólidos solúveis contemplam açúcares, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, pigmentos, entre outros. Seus teores sofrem fortes mudanças ao longo de diferentes fases do ciclo de vida dos frutos, sendo determinantes para caracterizar a maturidade da maioria deles.

O aumento no teor de sólidos solúveis é um dos eventos fisiológicos mais diretamente relacionados à maturação. No umbu, esses teores podem aumentar de 9,3% a 10,2%, desde a maturidade fisiológica até o completo amadurecimento, como observado por Narain et al. (1992), ou de 7,0% para 10,0%, como informado por Costa et al. (2004). No umbu-laranja, o incremento é de 8,1%, no fruto totalmente verde, para 9,9%, naquele de coloração amarelo-esverdeado (LOPES, 2007). Porém, novamente, a variabilidade genética naturalmente disponível permite observar frutos maduros com teores de sólidos solúveis variando de 7,5% a 12,5% (DANTAS JÚNIOR, 2008), de 9,4% a 12,7% (GONDIM, 2012) ou de 8,9% a 14,8% (CAMPOS et al., 1999).

Essas variações resultam, numa primeira análise, em desuniformidade das características do produto fresco. Porém, a possibilidade de se identificar plantas que tenham potencial de desenvolver frutos com teores mais elevados de sólidos solúveis e em de uma faixa pré-definida como adequada a determinados mercados pode permitir, com alguma segurança, uma estimativa de oferta de umbus com características superiores.

Sendo os açúcares os constituintes majoritários dos sólidos solúveis, o incremento neste durante a maturação se deve, em parcela representativa, ao aumento na concentração do primeiro. Os teores máximos atingidos podem ser bastante variáveis. Assim, Dantas Júnior (2008) observaram teores de açúcares em frutos de umbuzeiro de diferentes genótipos de

2,96 g 100 g<sup>-1</sup> a 9,55 g 100 g<sup>-1</sup>. Avaliando teores de açúcares solúveis totais e de redutores (correspondentes a glicose e frutose) no estágio de maturidade fisiológica, Narain et al. (1992) observaram que o umbu possui, respectivamente, 3,37 g 100 g<sup>-1</sup> e 2,79 g 100 g<sup>-1</sup>. Quando maduros, os teores de açúcares solúveis totais e redutores alcançaram, em média, 6,63 g 100 g<sup>-1</sup> e 5,34 g 100 g<sup>-1</sup>, nesta ordem.

Outros autores têm reportado que o teor de açúcares redutores representa apenas 40% a 50% do conteúdo dos açúcares do umbu (ALMEIDA, 1999; DIAS et al., 2007; FERREIRA et al., 2000). No estudo realizado por Ferreira et al. (2000), o teor médio de açúcares redutores encontrado na polpa in natura foi de 3,60 g 100 g<sup>-1</sup>, para glicose, e de não redutores de 2,52 g 100 g<sup>-1</sup>. Os teores observados por Almeida (1999) para açúcares redutores e solúveis totais em umbus na maturidade fisiológica foram 4,45 g 100 g<sup>-1</sup> e 8,37 g 100 g<sup>-1</sup>. Nos frutos maduros, estes teores foram de 3,64 g 100 g<sup>-1</sup> e 7,44 g 100 g<sup>-1</sup>, na ordem indicada anteriormente. Por sua vez, Gondim (2012) relatou teores de açúcares redutores desde 3,81 g 100 g<sup>-1</sup> a 9,26 g 100 g<sup>-1</sup>, em umbus maduros oriundos do Cariri Paraibano.

## Ácidos orgânicos

A degradação de ácidos orgânicos também é um evento que caracteriza o avanço da maturação, na maioria dos frutos. No umbu, segundo Narain et al. (1992), ocorre redução na acidez titulável de valores próximos a 1,35% para 0,95% de ácido cítrico, em frutos avançando da maturidade fisiológica para o estágio maduro. Essa alteração representa aumento de pH de 2,9 a 3,3, respectivamente, para os frutos nos estádios mencionados (NARAIN et al., 1992). Costa et al. (2001) destacaram frutos mais ácidos durante a maturação, com variações de pH de 2,1 a 2,3. Essa restrita variação no pH foi reafirmada nos estudos conduzidos por Costa et al. (2004). No umbu-laranja, fruto de sabor menos ácido, Lopes (2007) observou aumento do pH de 2,5 a 2,7 durante a maturação.

Vale ressaltar que há grande variação na acidez titulável determinada em umbus coletados de distintas microrregiões do Semiárido. Costa et al. (2004) caracterizaram frutos com 1,5% de ácido cítrico, enquanto Dantas Júnior (2008) mencionaram valores de 0,69% a 2,04% de ácido cítrico e Gondim (2012) destaca acidez titulável variando de 0,65% a 1,1% de ácido cítrico, enquanto Lopes (2007) reportou 0,76% no umbu-laranja colhido totalmente verde e 0,36% de ácido cítrico no estádio verde-amarelado.

A acidez titulável (AT) dos frutos é analisada, em geral, considerando-se os teores de sólidos solúveis (SS) presentes. A relação entre essas duas variáveis (SS/AT) tem sido utilizada como índice de maturidade para muitos frutos (KAYS, 1997). Seus valores aumentam com a evolução da maturação, havendo registros na literatura desde 9,8 até 26,6, para umbu (GONDIM, 2012; LOPES, 2007).

Entre os ácidos orgânicos presentes no umbu, o cítrico responde determinantemente pelas características de sabor. Desta forma, sua síntese ou degradação nas rotas metabólicas associadas, por exemplo, ao consumo de energia, influenciam diretamente o sabor dos frutos. Outro ácido de destacada importância para a qualidade dos frutos é o ácido ascórbico (vitamina C). Neste caso, sua atividade vitamínica é o alvo principal, conferindo-lhe importância alimentar, pelo valor nutricional e potencial antioxidante que promove.

Frutos de diferentes genótipos de umbuzeiro colhidos na maturidade fisiológica podem apresentar teores de ácido ascórbico de 39 mg 100 g<sup>-1</sup> a 76 mg 100 g<sup>-1</sup> (DANTAS JÚNIOR, 2008). Porém, o teor de ácido ascórbico também varia com a maturação. Campos (2007) observou, nos frutos ainda em desenvolvimento, mas próximo à maturação, teores de ácido ascórbico de 41,9 mg 100 mL<sup>-1</sup> de suco. Esse valor decresceu, à medida que o fruto amadurecia, para 8,5 mg 100 mL<sup>-1</sup> de suco. Durante a maturação de umbu-laranja, o teor de ácido ascórbico na polpa aumentou de 37,7 mg 100 g<sup>-1</sup> (fruto totalmente verde) para 42,5 mg 100 g<sup>-1</sup> (fruto amarelo-esverdeado)

(SILVA et al., 2011). Outros teores são relatados, nos frutos maduros, por diferentes autores: 18,4 mg 100 g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico (RUFINO et al., 2010), 12,1 mg 100 g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico (ALMEIDA et al., 2011), 13,82 mg 100 g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico (NARAIN et al., 1992) e 9,38 mg 100 g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico (MELO; ANDRADE, 2010). No último caso, os autores trabalharam com frutos adquiridos de locais de venda no varejo. Dependendo das condições de transporte, manuseio e acondicionamento, os frutos já podem ter sofrido grau variado de oxidação da vitamina C.

## Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos constituem uma das principais classes de metabólitos secundários. São derivados da via do chiquimato e do metabolismo dos fenilpropanoides e possuem funções e estruturas diversas (ROBARDS et al., 1999), sendo encontrados nas plantas em geral e, particularmente, são notórios nos frutos (BUREN, 1970).

As principais substâncias classificadas como fenólicos são: os ácidos cinâmicos e seus derivados, dos quais se destaca o ácido clorogênico; as flavanas; as antocianidinas e antocianinas; os flavonóis e suas formas glicosídicas; os polifenóis condensados, cujos precursores, possivelmente, sejam flavanas; e outros menos comuns, como flavonas, flavononas e isoflavonas (BUREN, 1970). Devem ser destacados também os taninos, substâncias que podem formar ligações de hidrogênio entre grupos fenólicos e sítios receptores de moléculas de colágeno.

Os fenólicos localizam-se principalmente nos vacúolos com pequenas quantidades no espaço livre. Em alguns casos, verifica-se acúmulo de fenólicos do tipo lignina e outras moléculas mais simples, como flavonoides e ésteres do ácido ferúlico, na parede celular (ROBARDS et al., 1999).

Em umbu, têm sido relatados teores de polifenóis, em equivalente de ácido gálico (GAE), de 44,6 mg 100 g<sup>-1</sup> de GAE (ALMEIDA et al., 2011)



e 90,4 mg 100 g<sup>-1</sup> de GAE (RUFINO et al., 2010). Em 32 genótipos avaliados, Dantas Júnior et al. (2008) observaram valores de 17,98 mg 100 g<sup>-1</sup> de GAE a 57,61 mg 100 g<sup>-1</sup> de GAE. Por sua vez, Melo e Andrade (2010) relataram teores de fenólicos totais, em equivalente de catequina, de 32,70 mg 100 g<sup>-1</sup>. Gondim (2012) observou, em 24 genótipos de umbu oriundos do Cariri Paraibano e do Rio Grande do Norte, teores de fenólicos de 8,27 mg 100 g<sup>-1</sup> de GAE a 47,1 mg 100 g<sup>-1</sup> de GAE, em conformidade com a faixa reportada por Dantas Júnior (2008). Destacando-se os taninos dos demais fenólicos e estudando-os ao longo da maturação, Narain et al. (1992) não observaram variações significativas, registrando-se valor médio de 120 mg 100 g<sup>-1</sup>. Para o grupo dos flavonoides amarelos, Rufino et al. (2010) quantificaram teores de 6,9 mg 100 g<sup>-1</sup>, enquanto Dantas Júnior (2008) observaram variações desde 9,47 mg 100 g<sup>-1</sup> a 40,22 mg 100 g<sup>-1</sup>, em frutos colhidos de plantas procedentes de diferentes áreas do Semiárido.

Analisando-se os extratos foliares de umbu por cromatografia líquida de alto desempenho, Silva et al. (2012a) demonstraram alta produção de flavonoides. Os autores destacaram os níveis de rutina ( $53,38 \pm 1,71$  mg g<sup>-1</sup>), quercetina ( $24,46 \pm 0,87$  mg g<sup>-1</sup>) e ácido elágico ( $169,76 \pm 0,17$  mg g<sup>-1</sup>), substâncias com alta atividade antioxidante e antimicrobiana. Utilizando-se o método baseado na captura do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) por antioxidantes presentes no meio em análise, esses autores observaram atividades antioxidantes em diferentes extratos foliares de umbu e cajá, variando de 0,042 mg mL<sup>-1</sup> a 0,558 mg mL<sup>-1</sup>. Quando o radical disponível no meio de reação passou a ser o 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico – ABTS), a atividade antioxidante determinada nesses extratos variou de 0,089 mg mL<sup>-1</sup> a 0,465 mg mL<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2012a).

É certo que não é possível extrapolar para os frutos teores encontrados nas folhas, que concentram maiores níveis de compostos fenólicos. Assim, Gonçalves (2008) informou que a polpa congelada de umbu possui baixa atividade antioxidante. O mesmo tem sido observado no fruto fresco (GONDIM, 2012). Rufino et al. (2010) também relataram baixa atividade antioxidante nos frutos, utilizando-se diferentes métodos: captura do radical

livre DPPH, captura do radical livre ABTS, FRAP (poder antioxidante da redução do ferro) e co-oxidação do  $\beta$ -caroteno. A capacidade de sequestro do DPPH, por exemplo, é inferior a 60% no umbu (MELO; ANDRADE, 2010).

Em se tratando de frutos frescos, Melo e Andrade (2010) consideraram que, mesmo com teores de fenólicos não tão pronunciados, a capacidade antioxidante do umbu deve estar relacionada a este grupo de compostos, uma vez que não é uma fonte rica de vitamina C nem de carotenoides. Dantas Júnior (2008) já havia destacado a relação direta entre teores de polifenóis extraíveis e a atividade antioxidante em umbu, determinada pelos métodos da captura do radical ABTS e pelo sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico. Em seus estudos, o autor observou que o umbu apresenta proteção média de 81,30%, sendo esse valor, apesar de alto, inferior ao apresentado pelo Trolox (análogo sintético do tocoferol - vitamina E). Porém, valores superiores podem ser obtidos, alcançando atividade antioxidante média, em frutos de diferentes genótipos de umbuzeiro, de 91,45%, valor próximo à proteção dada pelo Trolox, que está em torno de 96,76% (DANTAS JÚNIOR et al., 2008). Por meio de outros métodos, podem ser observadas respostas diferentes. Assim, Dantas Júnior (2008) consideraram que a atividade antioxidante do umbu determinada pelo método ABTS pode ser classificada como intermediária, observando-se valores de 9,83  $\mu\text{M g}^{-1}$  de Trolox a 33,96  $\mu\text{M g}^{-1}$  de Trolox de polpa fresca. Por sua vez, Gondim (2012) avaliou a atividade antioxidante de umbus pelo método ABTS utilizando vitamina C como análogo e obteve valor médio de 0,31 mg  $\text{g}^{-1}$  de vitamina C de massa fresca. Almeida et al. (2011) reportaram valores inferiores ao deste estudo (0,18 mg  $\text{g}^{-1}$  de vitamina C) em umbus procedentes do Ceará.

De maneira geral, considera-se que a capacidade de sequestro de radicais livres do umbu é fraca. Apesar disso, este fruto poderá contribuir com o aporte de antioxidante dietético necessário à proteção do organismo contra os danos causados pelos radicais livres (MELO; ANDRADE, 2010). Com base nos compostos que apresenta, não dispõe de algum que, individualmente e de maneira direta, possa proporcionar alto potencial antioxidante, o que sugere um sinergismo entre alguns deles.

Vidigal et al. (2011) consideraram que as propriedades de benefício à saúde existentes no umbu permitem a sua exploração como fatores não sensoriais a fim de ampliar a aceitação desses frutos e contribuir para o desenvolvimento econômico de regiões produtoras.

## Amido

O amido é a forma de carbono de reserva mais importante nas plantas. Consiste de diferentes polímeros de glicose arranjados numa estrutura cristalina tridimensional. Sua biossíntese envolve tanto a produção de glucanas quanto o seu arranjo no grânulo de amido (MARTIN; SMITH, 1995).

Em muitos frutos, a degradação do amido é um evento característico do amadurecimento (TUCKER, 1993). A velocidade e a extensão da hidrólise nesse período variam entre frutos de diferentes espécies (KAYS, 1997) e envolvem a ação das enzimas  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase e amido fosforilase (TUCKER, 1993).

No umbu maduro, o teor de amido difere significativamente dos frutos em estádios iniciais de maturação, podendo ser encontrados teores de 1,28 g 100 g<sup>-1</sup> (NARAIN et al., 1992). Em um estudo realizado com umbu-laranja, observou-se que o teor de amido diminuiu com a maturação, de 1,1 g 100 g<sup>-1</sup> no fruto totalmente verde, para 0,7 g 100 g<sup>-1</sup> no fruto amarelo-esverdeado (LOPES, 2007). Porém, as diferenças genéticas respondem por variações nos teores desde 0,69 g 100 g<sup>-1</sup> até 2,04 g 100 g<sup>-1</sup> em frutos de maturidade intermediária ou “de vez” (DANTAS JÚNIOR, 2008), e de 0,45 g 100 g<sup>-1</sup> a 2,58 g 100 g<sup>-1</sup> em frutos colhidos maduros (GONDIM, 2012).

## Substâncias pécticas

As pectinas são compostas por ácido D-galacturônico, L-ramnose, L-arabinose e D-galactose. Em menor proporção, os açúcares D-xilose, 2-O-metil-L-fucose, D-apiose e o ácido D-glucônico também estão presentes.

Estruturalmente, são reconhecidas regiões diferentes na molécula, referidas como ramnogalacturonana I, ramnogalacturonana II, homogalacturonana, arabinanas, galactanas e arabinogalactanas (JOHN; DEY, 1986). Durante o amadurecimento, ocorrem alterações na fração denominada ramnogalacturonana ou pectina ácida, perda de açúcares neutros que constituem as pectinas neutras e aumento na solubilidade dos poliuronídeos, que podem se tornar progressivamente despolimerizados (TUCKER, 1993).

Em umbu, os teores de substâncias pécticas diminuem ao longo da maturação até aproximadamente  $1,0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  (DANTAS JÚNIOR, 2008; NARAIN et al., 1992). Dias et al. (2007), trabalhando com umbus maduros, verificaram teor de pectina total de  $0,38 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , apenas.

O aumento na proporção de pectinas solúveis é um dos fenômenos mais observados durante o amadurecimento dos frutos. Ele está diretamente associado ao amaciamento e pode explicar as diferenças de seletividade entre paredes celulares jovens e maduras (KAYS, 1997). Em umbu, Dantas Júnior et al. (2008) destacaram que a proporção de pectina solúvel em relação à total, independente do genótipo, corresponde, em média, a apenas 9,23%.

## Compostos voláteis

Uma diversidade de compostos voláteis é sintetizada durante o amadurecimento do umbu, resultando em aroma característico no fruto maduro. Essa síntese foi objeto de estudos realizados com o objetivo de caracterizar, por meio de diferentes técnicas, a natureza e a variedade destes compostos.

Em frutos colhidos em estágio intermediário de maturação, quando a casca se apresenta verde-amarelada, Narain et al. (2007) detectaram 67 compostos voláteis, sendo os principais identificados como  $\beta$ -cariofileno (22,2%), 2-metil butanal (19,3%), 2-hexanol (18,6%), etil butirato (7,6%) e  $\alpha$ -cariofileno (3,9%). Em frutos maduros, exibindo caracteristicamente

coloração amarelo-esverdeada, foram identificados 70 compostos. Os mais proeminentes quantitativamente foram: 2-metil butanal (28,4%), 2-hexanol (15,0%) e  $\beta$ -cariofileno (14,1%), etil butirato (6,1%) e  $\beta$ -cariofileno (2,4%). Os autores destacaram que há notável distinção quantitativa nos analitos predominantes, como  $\beta$ -cariofileno e 2-hexanol, que estão presentes em maiores níveis nos frutos em estágio intermediário de maturação, enquanto 2-metil butanal, conhecido por apresentar aroma de fruto pungente, aumentou com a maturação.

Utilizando a técnica de extração e destilação simultâneas e analisando-se os extratos por cromatografia gasosa (GC) acoplada a espectrometria de massa (CG/MS), Galvão et al. (2010a) detectaram 148 e 159 compostos voláteis em umbus avaliados em estágio intermediário de maturação e maduros, respectivamente. Os principais compostos voláteis presentes foram limoneno, 1-heptanol, 2-pentanol, 3-hexanol, 1-nonanol, 2-octanol, 2-nonanol, 2,2-dimetil 4-octenal, 3-metiletil 2-butanoato, butil benzoato, 3-alil ciclohexeno, 2-acetil furano, 1-penten-3-ona, 3-hexanona, 5-metil furfural, 2-hexil furano,  $\beta$ -cariofileno e metil-pirazina (GALVÃO et al., 2010a). Essa composição é bastante semelhante à encontrada em cajá-umbu e outras espécies do gênero *Spondias* (BICAS et al., 2011).

Em trabalho posterior do mesmo grupo que caracterizou os voláteis em frutos em dois estádios de maturação, utilizando-se a técnica GC-Olfatometria, outros compostos foram identificados em umbus maduros, como: 4-metil-3-penten-2-ona, etil benzeno, 2-acetil tiazona e p-xileno (GALVÃO et al., 2011). Os autores relataram que há notável aumento nos teores de compostos terpênicos nos frutos maduros comparados àqueles colhidos em estágio de maturação em que a casca se encontra verde-amarelada.

Um total de 37 compostos voláteis foi observado com atributos característicos do aroma em umbu. Os principais deles e que podem ser responsáveis pelo aroma característico da polpa do

fruto foram  $\beta$ -cis-ocimeno, metil pirazina, 2-butil-tiofeno, metil octanoato, 2-hexil furano, 2-octanol, (E)-2-ciclohexen-1-ona, 3-bromo-ciclohexeno, 1-heptanol, 2-nonanol e 1-octanol (GALVÃO et al., 2011).

## Minerais

Apesar da existência de poucos estudos sobre o assunto, as variações nos teores de minerais também refletem as mudanças fisiológicas e estruturais que caracterizam a maturação do umbu. A partir dos trabalhos conduzidos por Narain et al. (1992), constatou-se que os teores de cálcio, ferro e cinzas não variaram com o avanço da maturação, entretanto, a redução nos níveis de fósforo caracteriza essa fase fenológica do fruto. Vidigal et al. (2011) destacaram o umbu como uma boa fonte dos três nutrientes minerais (cálcio, ferro e fósforo).

# Práticas para a colheita e pós-colheita

## Colheita

O período de safra do umbu corresponde a poucos meses do ano. É regulado pela disponibilidade hídrica e se restringe, em geral, ao período de dezembro a março (MAIA et al., 1998). Nesta ocasião, os agricultores, que sobrevivem da agricultura em regime de dependência das chuvas, comercializam o fruto, como atividade extrativista, nas feiras livres das cidades vizinhas ou mesmo à beira das estradas.

Da floração até a colheita dos frutos em estágio correspondente à maturidade fisiológica (coloração da casca verde-claro e início de amaciamento), o ciclo é de aproximadamente 91 dias (Figura 1a). Mais 27 dias, em média, são necessários para que os frutos completem o amadurecimento

na planta, exibindo coloração totalmente amarela (Figura 1b) e em vias de ocorrer a abscisão (CAMPOS, 2007).

Foto: Maria Auxiliadora Coelho de Lima



Foto: Viséldo Ribeiro Oliveira

**Figura 1.** Aspecto do umbu na maturidade fisiológica (A) e maduro (B).

O momento ideal para a colheita corresponde à maturidade fisiológica, uma vez que permite o manuseio, acondicionamento, armazenamento e transporte dos frutos com menor risco de danos. Nesse estágio de maturação, os frutos têm, em geral, teor de sólidos solúveis de 7% e acidez titulável correspondente a 2,0%–2,7% ácido cítrico (COSTA et al., 2001; LOPES, 2007; SCHUNEMANN, 2012). Deve-se atentar, porém, para as variações naturais, comuns a um produto extrativista e cujas plantas não são submetidas a nenhum manejo de produção de frutos.

Finalmente, o destino do fruto, se para consumo fresco ou para indústria, tem importância relevante na decisão de quando realizar a colheita. Quando destinado ao mercado de frutos frescos, os umbus devem ser colhidos próximo à maturidade fisiológica e nas horas do dia de temperaturas mais amenas, buscando-se minimizar os impactos e os danos físicos de modo que a qualidade seja mantida e que se obtenha a máxima vida útil pós-colheita. Sendo destinados para a indústria, a colheita é feita quanto os frutos já estão maduros.

## Manejo e tecnologia pós-colheita

A literatura científica dispõe de alguns estudos sobre a caracterização de umbus de diferentes procedências do Nordeste brasileiro (GALDINO et al., 2005; RIBEIRO et al., 2005). Estudos realizados pela Embrapa Semiárido destacaram a variabilidade genética, no que se refere principalmente a dimensões, formato e massa, de materiais oriundos dos diferentes estados do Nordeste (ARAÚJO et al., 2000; SANTOS et al., 1999, 2008).

No entanto, o conhecimento acerca da conservação pós-colheita de umbu é bastante limitado. Ao mesmo tempo, é estratégico para a ampliação da oferta desses frutos e a redução de perdas decorrentes do rápido avanço do amadurecimento após a colheita (ARAÚJO et al., 2009a; POLICARPO et al., 2007).

Nesta área, é importante o estudo de técnicas simples e viáveis que podem ter uso imediato. Considerando-se esses aspectos, a refrigeração tem sido um dos métodos de conservação mais eficientes. Porém, quando se reporta a um produto de exploração extrativista, o custo de implantação de uma unidade de refrigeração representa um considerável investimento. Para se tornar viável, deve ser entendido como produto de uma ação cooperativa, que permitiria ampliar a oferta de umbu e reduzir perdas decorrentes do rápido avanço do amadurecimento após a colheita. Por meio da refrigeração, é possível atrasar a velocidade dos eventos fisiológicos que conduzem ao amadurecimento e posterior senescência (LIMA et al., 2010).

Além da refrigeração, outras técnicas podem ser implementadas a fim de assegurar a qualidade do fruto. O uso de filmes poliméricos e de soluções com função de recobrimento, formando uma película superficial, pode interferir no metabolismo respiratório dos frutos e nos mecanismos físicos de transferência de vapor de água. Com isso, pode-se estender sua vida útil e ou preservar a aparência dos mesmos por mais tempo.



O conhecimento acerca da evolução dos componentes químicos relacionados à qualidade do umbu bem como da sua resposta a tratamentos pós-colheita é necessário para a exploração mais racional, o que poderia incrementar a participação desta atividade na geração de renda para os agricultores do Semiárido.

## Manejo da temperatura

Segundo Maia et al. (1998), o umbu colhido, se mantido sob condições de temperatura ambiente, tem vida útil limitada a 2 ou 3 dias. Essa característica representa um desafio para uma comercialização racional, que tenha como princípio básico a redução de perdas para melhor aproveitamento do produto. Por conseguinte, faz-se necessária a adoção de técnicas ou métodos que promovam maior vida útil ao umbu e que sejam acessíveis aos agricultores nos tradicionais moldes de comercialização.

O emprego da refrigeração é considerado fundamental para estender a vida útil de frutos muito perecíveis. Campos (2007) avaliaram a vida útil de umbus colhidos na maturidade fisiológica e armazenados em temperatura ambiente, variando de 23 °C a 29 °C e com umidade relativa (UR) de 45% a 80%, e sob refrigeração, a 12 °C e 82% UR. Nestas condições, a vida útil dos frutos foi de 6 dias, em temperatura ambiente, e 14 dias, sob refrigeração.

O armazenamento a temperatura de 12 °C e 95% de UR também foi estudado por Vieira et al. (2011a), em umbus colhidos em três estádios de maturação: maturidade fisiológica (coloração tornando-se verde-clara), coloração verde-amarelada e coloração predominantemente amarela. Nesta condição, observou-se tendência de aumento do teor de açúcares com o avanço do período de armazenamento e os frutos colhidos em estágio correspondente à coloração da casca predominantemente amarela apresentaram os maiores teores de açúcares redutores. O estudo indicou que a refrigeração manteve o conteúdo de açúcares quase constante durante o armazenamento (VIEIRA et al., 2011a). Essa mesma resposta, segundo os

autores, é observada a 8 °C. Nessa temperatura, observa-se, ainda, menor perda de massa dos frutos, pouca variação dos teores de sólidos solúveis e decréscimo do teor de ácido ascórbico (VIEIRA et al., 2011b).

Comparando-se as temperaturas de armazenamento de 8 °C e 12 °C, observou-se que o fruto em estágio com predominância de coloração amarela apresentou-se aceitável ao consumidor por aproximadamente 8 dias. Para os outros dois estágios de maturação avaliados, esse período foi menor (VIEIRA et al., 2011a, 2011b).

Deve-se atentar para o fato de que frutos em estágios de maturação mais avançados podem ser armazenados a temperaturas menores, porém, não se pode esperar uma vida útil prolongada, visto que já apresentou mudanças fisiológicas importantes que o aproximaram da fase de senescência. Desta forma, o armazenamento em estágios iniciais de maturação cria a expectativa de maior conservação pós-colheita, desde que se observe a temperatura mínima que não cause dano por frio.

Galvão et al. (2010b) compararam a vida útil de umbus colhidos em estágio intermediário de maturação e maduros após armazenamento a  $27 \pm 2$  °C e 60–75% UR (ambiente) e a  $9 \pm 2$  °C e 40–60% UR. Os frutos colhidos em estágio intermediário de maturação puderam ser armazenados durante 10 dias, sob refrigeração, sem apresentar sinais de senescência, enquanto os maduros somente puderam ser mantidos por 6 dias. Os frutos colhidos em estágio intermediário de maturação também apresentaram alta relação sólidos solúveis/acidez titulável, a 9 °C, o que os tornou mais apreciados pelos consumidores (GALVÃO et al., 2010b).

Para a conservação dos frutos frescos, Almeida (1999) sugere o armazenamento de umbus maduros sob refrigeração a 5 °C. Nesta condição, podem ser armazenados por até 15 dias. Caso os frutos sejam colhidos na maturidade fisiológica, poderão ser armazenados sob refrigeração a 10 °C por até 30 dias. Neste período, a temperatura altera as taxas que levam à senescência do fruto e inibe parcialmente a atividade dos microrganismos.

Avaliando a conservação pós-colheita de umbus colhidos na maturidade fisiológica, Silva et al. (2009) estudaram as respostas do fruto ao armazenamento sob três condições:  $25,1 \pm 2,1$  °C e  $38 \pm 6\%$  UR;  $14,1 \pm 2,6$  °C e  $74 \pm 11\%$  UR; e  $11,2 \pm 2,1$  °C e  $73 \pm 11\%$  UR. Sob essas condições, a perda de massa do umbu aumentou ao longo do tempo, alcançando 18,01% a 25 °C. A perda de massa dos frutos foi menor a 14 °C e 11 °C, sendo, no máximo, de 9,62% e 10,04%, respectivamente. Segundo Araújo et al. (2009a), a perda de massa é intensificada se ocorrer aumento da temperatura de armazenamento.

Em frutos colhidos na maturidade fisiológica e armazenados a 11 °C também se observou retenção da firmeza (SILVA et al., 2009). Sob a temperatura de 25 °C houve amaciamento do fruto já a partir do décimo dia de armazenamento. Os autores ressaltaram que, no 13° dia sob 14 °C, a firmeza era maior do que aquela observada no fruto no quarto dia de armazenamento a 25 °C. No 13° dia, nos frutos armazenados a 25 °C, também se verificou o amarelecimento da casca. Porém, nessa ocasião, os frutos já se apresentavam murchos.

A 14 °C, a cor da casca do umbu sofre poucas variações, mantendo-se verde-clara durante 13 dias. Essa coloração também foi mantida nos frutos acondicionados a 11 °C. Entretanto, nessa temperatura foram observadas manchas escuras, em forma de pontuações superficiais na casca, causadas pelo frio, comprometendo a aparência externa e prejudicando a comercialização (SILVA et al., 2009).

Considerando a melhor resposta ao armazenamento a 14 °C, Araújo et al. (2009a) avaliaram a vida útil de umbu sob esta temperatura seguido de acondicionamento em temperatura ambiente. A vida útil possível sob esta condição foi de 19 dias em ambiente refrigerado, devendo ser consumido até o terceiro dia de acondicionamento a temperaturas próximas de 25 °C. Os fatores que limitaram a extensão desse período foram a perda de

massa, que repercutiu diretamente na aparência, e as variações na acidez titulável (ARAÚJO et al., 2009a).

Em síntese, a situação desejável corresponde ao resfriamento, em menor tempo possível, para a temperatura que reduza a atividade metabólica do fruto sem causar dano por frio, e à manutenção da cadeia de frio durante todas as etapas de distribuição. A interrupção da refrigeração, além de acelerar o metabolismo, permite a condensação do vapor d'água em torno do fruto, tornando a superfície vulnerável ao crescimento microbiano.

## Danos pelo frio

O armazenamento refrigerado é uma das ferramentas mais importantes utilizadas no prolongamento da vida útil pós-colheita de frutos e hortaliças. Entretanto, frutos tropicais e subtropicais são geralmente sensíveis ao distúrbio fisiológico denominado *chilling injury* ou dano pelo frio, quando mantidos a temperaturas abaixo de certo limite crítico, acima da temperatura de congelamento, resultando em perdas pós-colheita quantitativas e qualitativas.

O controle do amadurecimento de um fruto a baixas temperaturas exige o conhecimento dos processos metabólicos característicos na época da colheita, bem como das respostas indesejáveis quando é armazenado sob temperaturas críticas, suscetíveis a dano pelo frio, que resultam em alterações das características físicas e físico-químicas. Além da temperatura, o tempo de exposição é determinante no desenvolvimento desse dano (WANG, 1994).

A incidência de dano pelo frio provoca o enfraquecimento dos tecidos, tornando-os incapazes de desenvolver, normalmente, os processos metabólicos, o que é geralmente atribuído à alteração da permeabilidade das membranas celulares (LEVITT, 1980). Os sintomas associados com a ocorrência de dano pelo frio usualmente tornam-se aparentes somente após a transferência do produto para temperaturas mais elevadas (WANG, 1994).

No entanto, os tipos, graus e suscetibilidade desses sintomas são variáveis entre tecidos e espécies (LEVITT, 1980). Os sintomas mais comumente reportados para frutos são a inibição no desenvolvimento e/ou modificação das cores externa e interna dos tecidos, manchas escuras aprofundadas na casca, exsudação, amadurecimento irregular, modificação na textura e no sabor, aumento da incidência de infestação microbiana e aumento da taxa de deterioração (WANG, 1994).

No caso do umbu, danos pelo frio têm sido observados a temperaturas de 5 °C a 11 °C, dependendo do estágio de maturação em que o fruto foi colhido e do tempo de exposição à temperatura. Ainda são necessários estudos mais detalhados a fim de caracterizar os danos relacionados a temperaturas e estádios de maturação específicos em umbu. A referência mais próxima e com informações disponíveis é do estudo realizado por Martins et al. (2003) com outra espécie do gênero *Spondias*, a ceriguela. Para esta, danos pelo frio foram observados em frutos colhidos no estágio de coloração predominantemente amarela, quando estiveram expostos durante 5 dias a 9 °C. As ceriguelas no estágio de coloração verde-clara apresentaram sintomas irreversíveis de dano pelo frio a 14,5 °C, após 3 dias. Desta forma, a temperatura ideal de armazenamento, aquela que potencialmente prolongue a conservação pós-colheita sem promover danos fisiológicos nos frutos, é muito variável (LEVITT, 1980). Ainda, a espécie, a cultivar e o estágio de maturação são fatores que interferem nesta variação (WANG, 1994).

## Danos físicos

Cuidados com o manuseio e o transporte reduzem ou mesmo eliminam a ocorrência de injúrias. Danos mecânicos decorrentes de queda, vibração, fricção ou compressão resultam em escurecimento da casca ou, quando envolve maior impacto, em rompimento. Estas alterações depreciam o fruto, podendo acelerar a maturação e facilitar a infecção por microrganismos. O manuseio descuidado assim como o empilhamento de frutos em recipientes de transporte ou embalagens inadequados aumenta,

também, a perda de água, podendo afetar significativamente a qualidade textural e a aparência durante o período pós-colheita.

## **Perda de massa**

Após a colheita, alterações na massa dos frutos decorrem, principalmente, da perda de água. Elas são estimuladas por condições inapropriadas de manuseio, armazenamento e exposição do fruto. Suas principais implicações são perda de brilho e de elasticidade da casca, enrugamento e alteração do sabor.

Algumas medidas podem ser tomadas para preveni-las, incluindo o acondicionamento em ambiente com alta umidade relativa e temperatura amena, a observação da necessidade de ventilação do ambiente, o uso de embalagem que proporcione troca de gases e vapor de água compatível com as taxas respiratórias bem como o manuseio cuidadoso, que preserve a integridade física do fruto.

Após a colheita, a perda de massa do umbu aumenta de maneira gradativa, mas é fortemente reduzida por meio do uso de filmes plásticos. É influenciada também pelo estágio de maturação de forma que, nos frutos maduros, a perda de massa é maior, comparada à daqueles no estágio “de vez”. A partir dessa resposta, têm-se um indicativo do estágio de maturação de maior aptidão para o armazenamento (LOPES, 2007; MOURA et al., 2013).

## **Modificação da atmosfera**

A utilização de técnicas adequadas de conservação pós-colheita para o umbu pode promover o desenvolvimento do comércio local, trazendo maiores oportunidades às populações envolvidas na atividade e reduzir as dificuldades inerentes à sazonalidade do fruto. Algumas delas podem ser associadas à refrigeração, como o uso de filmes poliméricos e de revestimentos ou recobrimentos.

A conservação em condições de atmosfera modificada (AM) passiva, por meio do uso de materiais como filmes poliméricos, pode induzir ao retardo do amadurecimento por causa da redução da taxa de respiração e de produção de etileno associado à desaceleração de diversas alterações metabólicas resultantes da degeneração pós-colheita (LANA; FINGER, 2000).

O emprego de AM por meio de filmes flexíveis tem se mostrado eficiente na conservação pós-colheita de frutos do umbuzeiro (LIMA et al., 2010; LOPES, 2007; MOURA et al., 2013). Lima et al. (2010) destacaram a eficiente limitação da perda de água resultante do acondicionamento de umbus colhidos na maturidade fisiológica em bandejas de poliestireno expandido com filme plástico de cloreto de polivinila (PVC), quando mantidos sob armazenamento a  $14,1 \pm 0,6$  °C e  $88 \pm 1,6\%$  UR. Porém, em virtude, provavelmente, da inadequada permeabilidade do filme utilizado a gases e a vapor de água, os frutos perderam 71% da firmeza inicial, aos 7 dias de armazenamento. Nos frutos que não foram acondicionados em PVC e no mesmo período, essa queda foi de 46%. Ao 19º dia de armazenamento, os frutos cobertos com o filme de PVC não apresentavam qualquer resistência ao toque, indicando precocidade de senescência. Observou-se também o aparecimento de fungos à medida que evoluía o amaciamento. Desta forma, há necessidade de mais estudos sobre a taxa respiratória do umbu após a colheita, assim como a sua interação com os gases presentes na atmosfera gerada ao seu redor, além de outros processos que afetam a fisiologia desse fruto.

Lopes (2007) reportou que o uso de AM por filme de PVC de 12 µm associado ao armazenamento a 10 °C preservaram a qualidade dos umbus colhidos nos estádios de maturação totalmente verde, verde-claro e verde-amarelado. Os frutos mantiveram a firmeza e apresentaram menor perda de massa e melhor aparência. Entretanto, a influência da AM na manutenção da qualidade foi melhor para umbus do estádio verde-claro. Nestes, a qualidade comercial foi mantida por 15 dias, correspondendo a um aumento em 10 dias da vida útil, comparado ao fruto colhido no estádio

amarelo-esverdeado. Nos frutos nos estádios verde-claro e verde-amarelado, o uso de AM associada à refrigeração manteve os teores de sólidos solúveis, de ácido ascórbico e a acidez titulável.

Para umbus armazenados a 25 °C com filme de PVC de 14 µm, o emprego da AM foi determinante na manutenção da qualidade, reduzindo a perda de massa, mantendo a aparência atrativa, permitindo a evolução da coloração para a amarela mais intensa e proporcionando incremento em 2 e 1 dia na vida útil aos frutos colhidos nos estádios verde e verde-maduro, respectivamente (MOURA et al., 2013).

As diferenças em perda de massa observada em frutos mantidos em AM por filme de PVC são decorrentes, principalmente, da barreira física à perda de água por transpiração, podendo também ser atribuída à redução da concentração de oxigênio e acúmulo de CO<sub>2</sub> no interior das embalagens, com conseqüente redução da taxa de respiração dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; RAJU et al., 2011).

Frente aos desafios da sustentabilidade, tem se buscado utilizar embalagens que produzam a menor quantidade de resíduos e que causem menor impacto ambiental. Neste sentido, os recobrimentos solúveis também têm se tornado alternativa para frutos como o umbu. Eles são utilizados para prolongar a vida útil e melhorar a aparência, podendo retardar a perda de água, o amadurecimento e a deterioração (BALDWIN et al., 1995). A maioria dos produtos usados comercialmente para este fim consiste em formulações que contêm misturas de ceras derivadas de plantas e/ou derivados do petróleo. Muitos são compostos principalmente por parafina, que promove reduzida perda de massa, mas é pouco eficiente em promover o brilho superficial, e por cera de carnaúba, que resulta numa superfície mais brilhante, porém, menos eficiente no controle da perda de umidade e de microrganismos. Além destes, formulações contendo polietileno, materiais resinosos, açúcares e seus derivados, quitosanas e agentes emulsificantes e



umidificantes também podem ser usadas como recobrimentos para frutos (AMARANTE et al., 2001).

A atmosfera criada por estes materiais pode alterar as respostas dos produtos às condições ambientais, tais como temperatura e umidade, por causa do efeito combinado da respiração do fruto e da barreira física ao fluxo normal de oxigênio e gás carbônico no tecido (BALDWIN et al., 1995). Entretanto, os recobrimentos biodegradáveis, assim como os filmes poliméricos, que são usados com finalidade semelhante, podem, indiretamente, induzir alterações de sabor e odor em decorrência da interrupção da maturação resultante da respiração anaeróbica e do aumento da concentração de etanol. Contudo, efeitos benéficos, como melhoria da aparência, redução de perda de massa e extensão da vida útil, têm sido relatados (SAÑUDO et al., 2001). Para isso, faz-se necessário verificar que material ou composição é mais adequado ao metabolismo do fruto que se pretende conservar.

No caso do umbu, a aplicação de recobrimento à base de carboximetilcelulose (CMC) e dextrina reduziu a perda de massa até o 22º dia de armazenamento, dos quais 20 dias foram a  $14,1 \pm 0,6$  °C e  $88 \pm 1,6\%$  UR e os 2 dias seguintes sob temperatura ambiente ( $23,3 \pm 2,9$  °C e  $48 \pm 7,1\%$ UR). Mas, ao 24º dia, o tratamento contendo apenas dextrina a 1,0% mostrou-se mais efetivo na redução da perda de massa, sugerindo seu uso para períodos mais prolongados de armazenamento (ARAÚJO et al., 2009b). Além da perda de massa, a aplicação de recobrimentos em umbu incrementou o brilho da casca.

## Recomendações

Por causa do caráter estratégico do umbuzeiro para o Semiárido, esforços das instituições de ensino, pesquisa e extensão, bem como dos órgãos de fomento, devem ser direcionados com o objetivo de propor modelos organizados de uso e valoração da espécie.

Ações de seleção de genótipos promissores com aptidão para o mercado de fruto fresco e para a indústria, de estabelecimento de métodos de propagação que permitam precocidade de produção, de domesticação e de manejo da planta são necessárias, podendo gerar resultados de alto impacto social. Paralelamente, também se faz necessário estudar a fisiologia do fruto e estabelecer índices de maturidade, padrões de identidade, bem como descrever aspectos aprofundados da qualidade, tanto para os frutos frescos como para seus produtos e subprodutos, a exemplo das moléculas com propriedade funcionais e suas contribuições para a atividade antioxidante. Paralelamente, também, deve-se atentar para o desenvolvimento de tecnologias de conservação pós-colheita acessíveis ao pequeno produtor, utilizando recobrimentos à base de matérias-primas locais, bem como o desenvolvimento de produtos e a transferência dessas tecnologias para os seus usuários diretos.

## Perspectivas

Com a limitada disponibilidade de informações técnico-científicas específicas para o umbu, várias lacunas permanecem abertas em relação à conservação pós-colheita. Os estudos sobre a qualidade dos frutos avançaram, embora informações mais detalhadas acerca, por exemplo, dos mecanismos enzimáticos que promovem determinadas mudanças nas características físicas e químicas permanecem como demandas científicas.

Reconhece-se que os desafios de disponibilizar frutos de qualidade a diferentes mercados se ampliam quando se refere a um sistema extrativista e com pouca inserção tecnológica, como o que envolve o umbu. Porém, a associação comunitária tem promovido o acesso a alguns mercados importantes. Abre-se também a oportunidade de valorização de um produto regional, com forte componente cultural e econômico, a partir da contribuição que representa para a renda do agricultor familiar de áreas dependentes de chuva do Semiárido. Neste campo, o investimento em estruturas

coletivas de armazenamento e no desenvolvimento de embalagens de baixo custo e eficazes no controle dos eventos fisiológicos pós-colheita, bem como a análise da viabilidade de inserir estratégias de proteção e valoração comercial, por meio de marcas coletivas ou de indicação geográfica, por exemplo, poderão contribuir efetivamente para o crescimento da demanda pelo fruto. Este crescimento, para ser efetivo, deve vir atrelado à adoção de técnicas de manejo de produção que permitam planejar, com algum grau de certeza, o volume disponível para comercialização.

## Referências

- ALMEIDA, M. M. de. **Armazenagem refrigerada de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara): Alterações das características físicas e químicas de diferentes estádios de maturação**. 1999. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- ALMEIDA, A. da S.; ALVES, R. E.; ARAGÃO, F. A. S.; SOARES, D. J.; FREITAS, S. P. de A. F. Características físicas de frutos de plantas nativas de umbuzeiro oriundos do Semi-Árido piauiense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL AGRICULTURE, 54., 2008, Vitória.  **Livro de resumos**. Vitória: Incaper, 2008. 1 CD-ROM.
- ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M. de; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M. DO; MAGALHÃES, C. E. de C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. de. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil.  **Food Research International**, Great Britain, v. 44, n. 7, p. 2.155-2.159. 2011.
- AMARANTE, C.; BANKS, N.; GANESH, S. Effects of coating concentration, ripening stage, water status and fruit temperature on pear susceptibility at friction discolouration.  **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, n. 3, p. 283-290, 2001.
- ARAÚJO, A. A. de; LIMA, M. A. C. de; SILVA, R. P. da; TRINDADE, D. C. G. da; OLIVEIRA, A. B. de. Utilização de revestimentos para conservação pós-colheita de umbu. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 4., 2009, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009a. p.192-198.
- ARAÚJO, A. A. de; LIMA, M. A. C. de; SANTOS, A. C. N. dos; SILVA, R. P. da; COSTA, A. C. S.; COELHO, E. R. Vida útil de umbu sob armazenamento refrigerado contínuo e seguido de temperatura ambiente. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 4., 2009, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009b. p.185-191.
- ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, N. de B. **Cultivo do umbuzeiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 24).

BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.; SHAW, P. E.; BURNS, J. Effect of coating and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees brix and ascorbic acid levels.

**Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Columbus, v. 43, n. 5, p. 1321-1331, 1995.

BICAS, J. L.; MOLINA, G.; DIONÍSIO, A. P.; BARROS, F. F. C.; WAGNER, R.; MARÓSTICA, M. R.; PASTORE, G. M. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. **Food Research International**, Oxford, v. 44, n. 7, p. 1.843-1.855, 2011.

BUREN, J. van. Fruit phenolics. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. New York: Academic Press, 1970, v. 1, p. 269-304.

CAMPOS, C. de O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita**. 2007. 113 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu.

CAMPOS, C. O.; NASCIMENTO, C. E.; SANTOS, C. A. F. **Formação do Banco Ativo de Germoplasma de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara)**. Juazeiro: Universidade do Estado da Bahia, 1999. 10 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2005. 785 p.

COSTA, N. P. da; BRUNO, R. de L. A. B.; SOUZA, F. X. de S.; LIMA, E. D. P. de A. Efeito do estágio de maturação do fruto e do tempo de pré-embebição de endocarpos na germinação de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* arr. Câm.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 738-741, 2001.

COSTA, F. R. da; RÊGO, E. R. do; RÊGO, M. M. do; NEDER, D. G.; SILVA, S. de M.; SCHUNEMANN, A. P. P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 682-690. 2015.

COSTA, N. P. da; LUZ, T. L. B.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. de L. A. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 65-71, 2004.

DANTAS JÚNIOR, O. R. **Qualidade e atividade antioxidante total de frutos de genótipos de umbuzeiro**. 2008. 90 f. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

DANTAS JÚNIOR, O. R.; ALVES, R. E.; SILVA, S. M.; LIMA, M. A. C. de; ARAGÃO, F. A. S. de; SOARES, D. J.; SOUZA, M. C. de; RUFINO, M. S. M. Atividade antioxidante total em frutos de diferentes genótipos de umbuzeiro oriundos de Petrolina, PE. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURAE, 54., 2008, Vitória. **Book of abstracts**. Vitória: ISTH; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p. 272.

DIAS, S. L.; DANTAS, J. P.; ARAÚJO, A. P.; BARBOSA, S. A.; CAVALCANTI, M. B. A.; CANUTO, T. M.; BARBOSA, A. S.; ROCHA, C. O. Avaliação das características físicas e físico-química do fruto do umbuzeiro. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE QUÍMICA, 1., 2007, Natal. **Resumos...** Natal: Associação Norte-Nordeste de Química: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007. 1 CD-ROM.

FERREIRA, J. C.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M.; BRAGA, M. E. D. Análise sensorial da polpa de umbu submetida a congelamento inicial em temperaturas criogênicas e armazenadas em

câmaras frigoríficas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 7-17, 2000.

GALDINO, P. O.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIREDO, R. M. F. de; SILVA, R. N. G. da; GALDINO, P. O. Caracterização química de umbu produzidas no comércio local de Campina Grande, PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2005. 1 CD-ROM.

GALVÃO, M. de S.; NARAIN, N.; CARNELOSSI, M. A. G. Evaluación de la calidad postcosecha de las características físico-químicas y químicas en el fruto de umbu a diferentes condiciones de almacenamiento. **Journal of Food**, Santiago de Compostela, v. 8, n. 2, p. 103-108, 2010a.

GALVÃO, M. de S.; NARAIN, N.; MADRUGA, M. S.; SANTOS, M. do S. P. dos. Volatile compounds in umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) fruits during maturation. **Acta Horticulturae**, Wageningen, 2010b. Disponível em: <[http://www.actahort.org/books/864/864\\_68.htm](http://www.actahort.org/books/864/864_68.htm)>. Acesso em: 5 maio 2015.

GALVÃO, M. de S.; NARAIN, N.; SANTOS, M. do S. P. dos; NUNES, M. L. Volatile compounds and descriptive odor attributes in umbu (*Spondias tuberosa*) fruits during maturation. **Food Research International**, Great Britain, v. 44, n. 7, p. 1.919-1.926, 2011.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. São Paulo: Nobel, 1985. 446 p.

GONÇALVES, A. E. de S. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonoides e de vitamina C**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GONDIM, P. J. **Identificação de carotenoides e quantificação de compostos bioativos e atividade antioxidante em frutos do gênero *Spondias***. 2012. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

JONH, M. A.; DEY, P. M. Postharvest changes in fruit cell wall. **Advances in Food Research**, New York, v. 30, n. 1, p. 139-185, 1986.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1997. 532 p.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; EMBRAPA-CNPQ, 2000. 34 p.

LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses**: chilling, freezing, and high temperature stresses. 2nd ed. New York: Academic Press, 1980. 497 p.

LIMA, M. A. C. de; OLIVEIRA, A. B. de; ROSATTI, S. R.; SANTOS, A. C. N. dos; ARAÚJO, A. A. de; SILVA, R. P. da. Armazenamento refrigerado de umbu sob atmosfera modificada com uso de filme de cloreto de polivinila In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Natal: Emparn, 2010. 1 CD-ROM.

- LOPES, M. F. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita do acesso umbu-laranja (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara)**. 2007. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.
- MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F. de O.; FIGUEIREDO, R. W. **Curso de especialização em tecnologia de processamento de sucos e polpa tropicais: matérias-primas**. Brasília, DF: ACEAS, 1998. v. 2, p. 219-224.
- MARTIN, C; SMITH, A. M. Starch biosynthesis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 7, n. 7, p. 971-985, 1995.
- MARTINS, L. P.; SILVA, S. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Fisiologia do dano pelo frio em ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 23-26, 2003.
- MELO, E. A.; ANDRADE, R. A. M. S. Bioactive compounds and antioxidant potential from the “umbuzeiro” fruits. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 453-457, 2010.
- MOURA, F. T.; SILVA, S. de M.; SCHUNEMANN, A. P. P.; MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 764-772, 2013.
- NARAIN, N.; BORA, P. S.; HOLSCHUH, H. J.; VASCONCELOS, M. A. da S. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**, Oxford, v. 44, n. 4, p. 255-259, 1992.
- NARAIN, N.; GALVÃO, M. S.; MADRUGA, M. S. Volatile compounds captured through purge and trap technique in caja-umbu (*Spondias* sp.) fruits during maturation. **Food Chemistry**, Oxford, n. 102, n. 3, p. 726–731. 2007.
- POLICARPO, V. M. N.; BORGES, S. V.; ENDO, E.; CASTRO, F. T.; ANJOS, V. D.; CAVALCANTI, N. B. Green umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) preserve: physical, chemical and microbiological changes during storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, Hoboken, n. 31, n. 2, p. 201-210, 2007.
- RAJU, P. S.; CHAUHAN, O. P.; BAWA, A. S. **Handbook of vegetables and vegetable processing: postharvest handling systems and storage of vegetables**. Iowa: Blackwell Publishing, 2011. 772 p.
- RIBEIRO, J. F.; SOUZA, M. C.; REBOUÇAS NETO, M. de O.; RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E. Caracterização física de frutos de umbuzeiro oriundos da região semi-árida piauiense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2005. 1 CD-ROM.
- ROBARDS, K.; PRENZLER, P. D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, Oxford, v. 66, n. 4, p. 401-436, 1999.
- RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MACINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, Oxford, v. 121, n. 4, p. 996-1.002, 2010.

SANTOS, C. A. F. Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no Semi-Árido brasileiro. Brasília. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n.9, p. 923-930, set. 1997.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAMPO, C. de O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, p. 104-109, 1999.

SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCHI, M. I. Variabilidade genética do umbuzeiro no Semi-Árido brasileiro, por meio de marcadores AFLP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 1037-1043, 2008.

SAÑUDO, R. B.; BRINGAS-TADEI, E.; OJEDA-CONTRERAS, J. L.; MERCADO-RUIZ, J. N. Uso de diferentes mezclas cerosas para evitar la deshidratacion del raquis en uva de mesa en postcosecha. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Florida, v. 42, p. 119-122, 2001.

SCHUNEMANN, A. P. P. **Qualidade e perfil sensorial de frutas nativas e não tradicionais do Nordeste do Brasil**. [Brasília, DF]: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2012. Relatório parcial.

SEYMOUR, G. B.; GROSS, K. C. Cell wall disassembly and fruit softening. **Postharvest News and Information**, London, v. 7, n. 3, p. 45-52, 1996.

SILVA, A. Q.; SILVA, H.; OLIVEIRA, B. E. M. Acumulação de matéria seca durante o crescimento de frutos de umbu (*Spondias tuberosa*). In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 14., 1990. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade de Botânica do Brasil, 1990. p. 108.

SILVA, R. P. da; LIMA, M. A. C. de; SANTOS, A. C. N. dos; COSTA, A. C. S.; LIMA, C. B. da S. Conservação pós-colheita de umbu sob diferentes temperaturas de armazenamento In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 4., 2009, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. p. 211-217.

SILVA, S. M.; LOPES, M. F.; MENDONÇA, R. M. N.; HOLSCHUH, H. J.; ALVES, R. E.; SILVA, F. V. G. da.; MARTINS, L. M. Quality during maturation of orange-umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) from Paraíba State Semi-Arid, Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 894, p. 231-237, 2011.

SILVA, A. R. A. da; MORAIS, S. M. de; MARQUES, M. M.; OLIVEIRA, D. F. de; BARROS, C. C.; ALMEIDA, R. R. de; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of two *Spondias* species from Northeastern Brazil. **Pharmaceutical Biology**, Wageningen, v. 50, n. 6, p. 740-746, 2012a.

SILVA, F. V. G. da; SILVA, S. de M.; SILVA, G. C da; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; DANTAS, A. L. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 4, p. 645-691, 2012b.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 1-51.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; CARVALHO, N. B.; MILAGRES, M. P.; GONÇALVES, A. C. A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: açai (*Euterpe*

*oleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dubia*), cajá (*Spondias lutea* L.) and umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, Great Britain, v. 44, n. 4, p. 1988-1996, 2011.

VIEIRA, M. M. S.; BEZERRA, J. M.; MEDEIROS, L. L.; SANTOS, A. F. dos; VENCESLAU, W. C. D. Conservação dos frutos do umbuzeiro em três de maturação e sob duas temperaturas de refrigeração. In: SEMANA ACADÊMICA DA ENGENHARIA DE ALIMENTOS DE POMBAL, 1., 2011. **Resumos...** Universidade Federal de Campina Grande, 2011a. 1 CD-ROM.

VIEIRA, M. M. S.; BEZERRA, J. M.; MEDEIROS, L. L.; SANTOS, A. F. dos; LOPES, M. F. Conteúdo de carboidratos em *Spondias* durante a fase pós-colheita sob refrigeração. In: SEMANA ACADÊMICA DA ENGENHARIA DE ALIMENTOS DE POMBAL, 1., 2011. **Resumos...** Universidade Federal de Campina Grande, 2011b. 1 CD-ROM.

WANG, C. Y. Chilling injury of tropical horticultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 9, p. 986-988, 1994.





# 7

## Processamento de produtos à base de umbu

José Barbosa dos Anjos  
Ana Cecília Poloni Rybka



## Introdução

Uma das principais fontes de renda dos pequenos agricultores no Nordeste, conforme já discutido em diferentes capítulos deste livro, é o extrativismo vegetal. Entre as plantas que proporcionam esta atividade, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é a espécie que mais se destaca, por causa da possibilidade do seu aproveitamento de diversas formas.

O umbu in natura é de grande valor cultural para o Semiárido brasileiro, porém, possui baixo valor comercial, uma vez que uma saca de 60 kg é vendida por menos de R\$ 20,00. Entretanto, o fruto processado, na forma de geleia, doce, suco ou polpa, é uma forma de agregar valor ao produto e gerar renda para agricultores que vivem do extrativismo do umbuzeiro, uma vez que a mesma saca pode ser vendida por preço bem superior (FOLEGATTI et al., 2002).

O suco de umbu, elaborado no Sertão Baiano, é comercializado a R\$ 2,50 a garrafa de 540 mL, assim, uma vez que cerca de 20 kg de umbu produzem até oito litros do suco, uma saca de umbu pode gerar renda de R\$ 110,00, ou seja, cinco vezes superior ao apurado com a comercialização do fruto in natura (BAHIA, 2011).

Diferentes exemplos de alimentos que podem ser obtidos a partir do processamento do umbu serão detalhados neste capítulo como formas atrativas, dos pontos de vista nutricional e comercial, para a diversificação de produtos agroindustriais e melhor aproveitamento da safra do umbuzeiro, uma vez que, após processados, os frutos apresentam maior valor agregado e vida de prateleira.

## Colheita dos frutos

Os frutos podem ser colhidos no estágio denominado de maturidade fisiológica “de vez” ou maduros (Figura 1). No entanto, os maduros são mais

sensíveis ao transporte, principalmente em estradas não pavimentadas, mesmo que bem acondicionados, não tendo a preferência na sua aquisição.

As fases de maturação do umbu são desde a maturidade fisiológica (quando o fruto começa a mudar para coloração verde-claro), passando pelo estágio no qual os frutos são conhecidos como “umbu inchado”, pouco firmes, mas ainda não maduro; o umbu maduro; e o sobremaduro (frutos após a maturação plena) (CAVALCANTI et al., 2000). Os frutos do primeiro estágio podem ser colhidos nas árvores. A vantagem desta coleta é que se pode obter frutos uniformes quanto ao estado de conservação, com maior vida útil pós-colheita para a comercialização. Os dos estágios seguintes, geralmente, se desprendem da planta e, assim, apresentam alguns danos, como rachaduras e apodrecimento, provenientes do ataque de insetos ou da senescência.

Foto: Nilton de Brito Cavalvanti



**Figura 1.** Frutos de umbu “de vez” e maduro.

Após a colheita, deve ser feita a seleção manual, lavagem dos frutos em água corrente e, posteriormente, imersão em solução de água com 20 ppm de cloro, para sanitização dos mesmos, por 30 minutos e, por fim, enxaguados em água corrente para retirar o excesso da solução de hipoclorito. A proporção necessária para se preparar uma solução com 20 ppm de cloro é de 100 mL de água sanitária comercial à base de hipoclorito de sódio com 2% de cloro ativo para cada 100 litros de água (ou 100 mL de água sanitária com 2,5% de cloro ativo em 125 L de água). O Hipoclorito de sódio próprio para alimentos é mais recomendável, já que a água sanitária contém outros compostos em sua formulação.

## Polpa

Na obtenção da polpa, os frutos devem ser processados in natura ou pré-cozidos inteiros com a casca, retirando apenas o pedúnculo. Para tal, os umbus podem ser colocados em recipiente com água, de forma que a última camada de frutos fique parcialmente descoberta, levando-se ao fogo por um período de 8 a 10 minutos após o início da fervura (Figura 2). Quando os frutos apresentarem coloração verde-claro, deve-se escorrer a água com uma peneira que não permita a passagem dos mesmos. A água do cozimento pode ser reservada para a produção de doces e geleias. Após a retirada da água, os frutos devem ser passados em uma peneira ou processados em liquidificador para a retirada das sementes e obtenção da polpa (Figura 3), ou em despulpadeira (Figura 4).

## Umbuzada

A umbuzada, provavelmente foi o primeiro processamento utilizado para o aproveitamento de frutos de umbu. É uma bebida tradicional na região Nordeste do Brasil, principalmente pela simplicidade na preparação e pelo sabor característico. Contudo, só é encontrada no período de

Fotos: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 2.** a) Umbus antes do cozimento; b) frutos após o cozimento.

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 3.** Polpa e sementes de umbus.

Fotos: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 4.** Umbus na despoldadeira (A) e extração da polpa (B).

ocorrência da safra, quando há frutos in natura sendo comercializados pelos agricultores (CAVALCANTI et al., 2007).

A umbuzada tradicional é um produto de consistência cremosa e cor verde-clara, composta por leite, açúcar (sacarose) e polpa obtida do cozimento dos frutos, que podem estar no estágio pré-maduro ao maduro. Existem diversas variações em seu preparo, visto ser um produto bastante artesanal. A porcentagem de cada ingrediente, a maneira e o tempo em que os frutos são cozidos, inteiros ou pedaços, a adição da polpa à sacarose ou ao leite, promovem variações no sabor, consistência e coloração da bebida.

Recomenda-se adicionar 1 L de leite e 250 g de açúcar (sacarose) a cada 500 g de polpa de umbu (Figura 5) e homogeneizar em liquidificador durante 5 minutos. A umbuzada pode ser consumida em seguida, ou após refrigeração.

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 5.** Ingredientes para umbuzada: polpa de umbu, leite e sacarose.

## Suco

A extração de sucos de frutas por arraste de vapor foi introduzida na região do Vale do São Francisco pela Embrapa Semiárido. É uma técnica que, se bem utilizada, pode ajudar os extrativistas da região semiárida do



Nordeste brasileiro a agregar valor aos produtos elaborados com frutos de umbu (ANJOS, 1999).

São colocados em extratora de sucos vegetais (Figura 6) cerca de 20 kg de frutos previamente higienizados e sanitizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio (água sanitária) à concentração de 200 ppm durante 15 minutos, lavando-se antes e depois os frutos com água filtrada em abundância. A extratora, também conhecida como suqueira, é um equipamento de aço inoxidável muito utilizado para extração artesanal de sucos por inserção de vapor. Para a elaboração de suco de umbu, recomenda-se utilizar a temperatura de 75 °C por 1 hora. Após este período, o suco deve ser envasado a quente em garrafas de vidro previamente esterilizadas e, em seguida, resfriado a uma temperatura aproximadamente de 12 °C, para que ocorra a pasteurização.

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 6.** Extrator de sucos vegetais (suqueira).

O suco de umbu pode ser envasado como produto já pronto para consumo, ou conservado para usos posteriores, incluindo a elaboração de geleias, doces, sorvetes e picolés (RESENDE et al., 2000).

## Geleia

A geleia de umbu é um concentrado composto por duas porções, uma de polpa, frutos ou água do cozimento dos frutos, e a outra de açúcar (sacarose), submetidos ao cozimento até que o conteúdo de sólidos solúveis alcance valores entre 65% e 70% (Figura 7).

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 7.** Geleia de umbu.

A sacarose age na obtenção de textura de geleia, melhora seu sabor e atua como conservante, retardando a deterioração do produto. Entretanto, quando em excesso, tende a cristalizar, alterando sua consistência e sabor.

## Doces

O tipo e a qualidade do doce dependem de vários fatores, que vão desde o estágio de maturação dos frutos de umbu, do tipo de equipamento utilizado, tacho ou panela, técnica de aquecimento, como fogo direto, óleo térmico ou vapor de água, procedimentos para o processamento, como homogeneização da massa, até o tipo de adoçante utilizado, entre sacarose, frutose, glicose, mel de abelha, entre outros procedimentos para

o processamento. A parte da fruta utilizada para a fabricação dos doces pode ser obtida pelo despulpamento ou com o resíduo da elaboração de suco (Figura 8).

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 8.** Frutos de umbu após a extração do suco.

## Doce de fruto de umbu cremoso e em massa

O doce em pasta (Figura 9a) pode ser considerado cremoso quando o mesmo for homogêneo e de consistência mole, não devendo possibilitar a realização de corte e, em massa, quando a pasta for homogênea e de consistência que possibilite o corte. Além da adição de compostos que auxiliam a elaboração dos doces, como pectina e ácido cítrico, que tornam o doce mais consistente, e da proporção dos ingredientes em geral, o tempo de preparo da pasta diferencia o doce em massa do doce cremoso, sendo o primeiro o que fica um maior tempo sendo elaborado, com consistência que possibilita o corte (Figura 9b).

Sugere-se que o doce em pasta seja feito a partir de uma mistura que contenha, no mínimo, 50 partes dos ingredientes vegetais para 50 partes em peso dos açúcares utilizados, a fim de diminuir a atividade de água do produto final, retardando, assim, a atividade de microrganismos e aumentando sua vida de prateleira. Misturam-se os ingredientes e leva-os ao fogo,



**Figura 9.** Doce de umbu em pasta(A) e doce de umbu em massa (B).

sempre homogeneizando a fim de evitar incrustações (massa grudada no tacho). Quando chegar ao ponto desejado, o doce é colocado nos recipientes de armazenamento.

O estágio de maturação do fruto (Figura 10), o tempo de cozimento e o rendimento do processamento podem influenciar na qualidade do doce de umbu, originando produtos de qualidade sensorial distinta. Doces elaborados por Cavalcanti et al. (2000), utilizando frutos de umbu classificados em quatro estádios de desenvolvimento, exigiram tempos diferenciados, tanto no pré-cozimento dos frutos para a obtenção da polpa, como na elaboração do doce, como podemos observar na Tabela 1.

## Doce de xilopódio de umbu

Buscando alternativas para que não seja realizada a retirada dos xilopódios de plantas adultas, foram desenvolvidas pesquisas objetivando a obtenção de xilopódios provenientes de plantas jovens, oriundas da sementeira das sementes acumuladas em currais, apriscos e obtidas de frutos, evitando-se, assim, danos às populações nativas de umbuzeiro (CAVALCANTI et al., 2004). Embora não seja recomendado, em algumas comunidades os agricultores extrativistas retiram os xilopódios das plantas adultas para produção de doce.

**Tabela 1.** Qualidade e quantidade de frutos, tempo médio de pré-cozimento de frutos, cozimento da massa (polpa + sacarose) e rendimento médio de polpa e de doce verificados na elaboração de quatro diferentes tipos de doces de umbu.

Estádio de maturação	Peso de frutos (kg)	Tempo de cozimento dos frutos (min.)	Quantidade de polpa (g)	Rendimento de polpa em relação ao fruto (%)	Tempo de cozimento do doce (min.)	Quantidade de doce produzida (g)	Rendimento de doce em relação à polpa (%)
1	1	10	750,25	75,02	45	675,29	90,00
2	1	11	730,37	73,04	30	660,34	90,41
3	1	10	620,18	62,02	27	460,57	74,26
4	1	9	700,22	70,02	19	490,63	70,09



Foto: Nilton de Brito Cavalcanti

**Figura 10.** Frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) em quatro diferentes estágios de maturação e aparência dos respectivos tipos de doces obtidos.

Nas plantas de umbuzeiro, aos 180 dias após a sementeira, o xilopódio atinge comprimento em torno de 28 cm e diâmetro, na porção tuberosa, de 6,5 cm, com peso médio fresco de 250 g (Figura 11). A partir desta fase, o xilopódio pode ser utilizado para o processamento de doce.



Fotos: Nilton de Brito Cavalcanti

**Figura 11.** Colheita de plantas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) para retirada dos xilopódios aos 180 dias (A) e doce de xilopódio de umbuzeiro (B).

Após a colheita, os xilopódios devem ser lavados em água corrente e, posteriormente, sanitizados em uma solução com 30 ppm de cloro ativo. O uso de água sanitária como agente sanitizante é desaconselhável por conter soda cáustica, alvejante, aroma (perfume), entre outros, mas, na prática, utiliza-se uma colher de sopa, o equivalente a 15 mL de água sanitária, para 10 L de água, por 30 minutos, seguida do enxágue com água potável. Logo depois, retira-se a casca e passa-se o xilopódio em um ralo para trituração. Posteriormente, deve-se espremer a massa para retirada do excesso de água.

No preparo do doce, recomenda-se que sejam utilizados os seguintes ingredientes: 1 kg de massa de xilopódio adicionado a 750 g de sacarose; pode-se adicionar, também, cravo, porções de polpa de goiaba, abacaxi, entre outros, para realçar o sabor e a aparência do doce de xilopódio de umbuzeiro (Figura 12).

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 12.** Doce de xilopódio de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda).

Mistura-se sacarose à massa que, posteriormente, deve ser levada ao fogo, mexendo constantemente, até que atinja o ponto de uma massa consistente e que permita o corte. Para atingir esse ponto, são necessários, aproximadamente, 35 a 40 minutos de cozimento. Quando o doce for retirado do fogo, deve ser colocado nos recipientes de armazenamento.

Quanto ao rendimento do doce do xilopódio do umbuzeiro, a quantidade proveniente de plantas de 180 dias é maior que a do obtido de

xilopódios retirados de plantas adultas. Isso ocorre porque o xilopódio nas plantas novas contém mais nutrientes, já que esta reserva é regularmente absorvida pela planta ao longo de sua vida, e a medida que se desenvolve, o xilopódio torna-se mais fibroso (Figura 13). De acordo com Cavalcanti et al. (2004), a elaboração de doce com xilopódios aos 180 dias tem rendimento médio de 86%, já o do doce do xilopódio de plantas adultas é de, aproximadamente, 45%.



Foto: Nilton de Brito Cavalcanti

**Figura 13.** Xilopódios de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) retirados de plantas adultas.

## Umbu cristalizado

A cristalização é uma técnica de conservação bastante antiga, e consiste em substituir grande parte da água presente naturalmente nos frutos por sacarose, resultando em aparência cristalina. Esta técnica retarda a deterioração da fruta, já que diminui a atividade de água e, conseqüentemente, aumenta sua vida de prateleira.

Existem diferentes maneiras de preparo do fruto para a obtenção de umbu cristalizado. Uma delas é baseada no açucaramento dos frutos de umbu maduros, a partir de sua imersão em sacarose e posterior secagem ao sol (não recomendável por causa do risco de contaminações) ou em estufa (forno). Os frutos devem ser secos até a obtenção de aspecto semelhante ao da uva passa.



Outra opção para cristalização do umbu, de modo a deixá-los mais macios, é ferver rapidamente os frutos em água, para murcharem levemente, e colocá-los em peneira a fim de escorrer bem a água de cozimento. Em seguida, colocá-los em solução de sacarose de cerca de 70 °Brix e imergir os frutos por completo, deixando ferver por 30 minutos. Depois de desligar a fonte de calor, os umbus seguem no recipiente com a calda por mais 24 horas. A operação é repetida por quatro ou 5 dias, fervendo por 30 minutos e deixando os frutos no recipiente com a calda por 24 horas. Ao final do processo, os umbus são retirados do tacho e colocados para escorrer em peneira, sob o sol (protegendo contra insetos e poeira) até que sequem bem. Pode-se ainda, passar os umbus em açúcar cristal, quando estiverem quase enxutos, e levar novamente ao sol, até secarem.

## Compota e doce de frutas em calda

A Resolução CNNPA nº 12, de 1978 (BRASIL, 1978) define compota, ou fruta em calda, como o produto obtido de frutas submetidas a cozimento incipiente, envasadas em lata ou vidro, praticamente cruas, cobertas com calda de sacarose, cujo teor de sólidos solúveis deve estar entre 14 °Brix e 40 °Brix. Já o doce de fruta em calda deve ser obtido de frutas cozidas em água e sacarose, envasadas em lata ou vidro e submetidas a um tratamento térmico adequado, com calda entre 30 e 65 °Brix. Esta resolução, 12/78, foi revogada pela resolução nº 272 de 2005 (BRASIL, 2005), mas, esta última não dispõe de novas definições.

Como o fruto do umbuzeiro não suporta cozimento sem se deformar, a melhor maneira para elaborar o doce em calda é previamente fazer furos nos frutos e colocá-los em xarope à base de sacarose (70 °Brix) à temperatura de 50 °C e submetê-los a vácuo (pressão negativa), de modo que a água do fruto seja substituída pelo xarope de sacarose.

A compota é elaborada com frutos de umbu em estágio de maturação “de vez”, os quais, depois de sanitizados, são colocados em imersão em xarope elaborado à base de água e sacarose e, posteriormente, envasados em potes de vidro, (Figura 14). Quando os frutos estão muito verdes e são submetidos ao excesso de cozimento, podem apresentar deformações, como enrugamento, após o envasamento, depreciando a qualidade do produto final.



Fotos: Nilton de Brito Cavalcanti

**Figura 14.** Frutos de umbu recebendo a calda açucarada (A) e compota de umbu em potes de vidro (B).

A calda para a elaboração de compotas é o resultado de uma solução de água com sacarose levada ao fogo, que depende da quantidade de sacarose, água, tempo de cozimento e temperatura (MATOS, 2007). Na prática, utilizam-se três tipos: a calda fina, calda média e calda grossa, elaboradas conforme formulações apresentadas na Tabela 2 (BRASIL, 1978). Na elaboração de compotas de umbu, a mais utilizada é a calda média.

O recomendável é que se disponha de equipamentos como termômetro, refratômetro (graduação Baumé e/ou em Brix), tabelas comparativas que possam aferir os sólidos solúveis totais da solução açucarada, a qual não deve ultrapassar 40 °Brix, além de dispositivos para medir o pH (potenciômetro ou papel indicador azul no intervalo de pH de 2,8 a 4,6). Deve-se ressaltar que um grau Baumé (Be) equivale a 1,8 °Brix.

**Tabela 2.** Elaboração de caldas tipo fina, média e grossa à base de sacarose e água.

Calda fina	Calda média	Calda grossa
1 kg de sacarose e 1 L de água	1,5 kg de sacarose e 1 L de água	2 kg de sacarose e 1 L de água

## Umbu desidratado

Uma das maneiras de elaborar o umbu desidratado é a partir da polpa de frutos de umbu maduros, prensada sobre uma superfície plana, seca ao sol durante o dia e recolhida à noite, sendo acondicionada ao abrigo da umidade. O processo se repete até a secagem total e, depois de seco, o material é armazenado em latas com farinha de mandioca, que tem a finalidade de reter a umidade do ambiente à semelhança da sílica. O material destina-se ao consumo no período de entressafra, podendo ser reidratado em água ou leite quente para a elaboração de alimentos à base de umbu (umbuzada, mingaus, sucos). O processo de desidratação também pode ser efetuado utilizando um forno para a geração de calor.

Outra maneira de preparar o umbu desidratado é utilizando frutos em estágio de maturação “de vez”, retirando-se as sementes e partindo os frutos ao meio. Em seguida, faz-se o congelamento e submete-se o material a uma sucção de ar quente, para promover a desidratação por sublimação (processo realizado sob pressão atmosférica, um tipo de liofilização simplificada para se obter material com pouca oxidação) (Figura 15). Neste tipo de desidratação, a secagem ao sol não é recomendada por gerar oxidação do fruto, promovendo cor marrom escura ao produto.

## Barra de cereal sabor umbu

Produto bastante consumido nos dias atuais, a barra de cereais é uma alternativa saudável e prática para o consumo de cereais e alimentos



Fotos: Nilton de Brito Cavalcanti

**Figura 15.** Frutos de umbu partidos (A) e frutos de umbu desidratados por (liofilização) sublimação (B).

integrais. São elaboradas a partir da extrusão da massa de cereais de sabor adocicado e agradável, fonte de vitaminas, sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos complexos (MURPHY, 1995). Os ingredientes devem ser combinados de forma adequada para garantir que possuam características de sabor, textura e propriedades físicas adequadas, particularmente em relação à atividade de água (IZZO; NINESS, 2001).

Os sabores de fruta mais comumente encontrados no mercado são: ameixa-preta, damasco, pera, maçã, coco, mamão e banana. No entanto, o potencial do umbu para este produto é grande, já que é rico em vitamina C, pouco calórico e de sabor diferenciado, além de possuir o apelo de “fruto do sertão”.

Sugere-se o preparo da barra de cereais sabor umbu com a seguinte formulação (AZOUBEL et al., 2008): 90 g de flocos de arroz, 90 g de aveia em flocos, 180 g de coco ralado, 180 g de uva passa, 100 g de açúcar mascavo e 360 g de polpa de umbu.

Prepara-se um xarope de aglutinação em recipiente de aço inoxidável, com o açúcar mascavo e a polpa de umbu, até o ponto de calda grossa. Em seguida, os demais ingredientes são misturados com a calda,

até a formação de uma massa, que é acondicionada em forma de alumínio previamente untada com óleo, assando-a em forno à temperatura de 280 °C por 20 minutos.

Após assada, a massa é cortada em retângulos de 10 cm x 2,5 cm. O rendimento da formulação é de 30 a 35 barras.

## Licor de umbu

Licores constituem uma boa alternativa para o aproveitamento de produtos regionais, agregando valor e possibilitando a geração de renda para famílias de pequenos agricultores.

A legislação brasileira para bebidas (BRASIL, 1997) define licor como bebida de graduação alcoólica de 15 a 54° em v/v%, a 20 °C, com percentual de sacarose superior a 30 g L<sup>-1</sup>, obtida pela mistura de álcool etílico potável ou aguardente simples desodorizada, com substâncias de origem vegetal ou animal, adicionada de sacarose, glicose, mel ou xarope de glicose.

A fabricação de licores de frutas é realizada tradicionalmente a partir da mistura de álcool etílico com um xarope de sacarose contendo pequenas quantidades de essências de frutas, sendo em seguida realizada a decantação ou filtração (PENHA et al., 2003). Licores de uma mesma fruta podem ser de diferentes qualidades sensoriais, dependendo da proporção adicionada, concentração de álcool etílico, tempo de maceração ou infusão e da adição de ervas.

Coelho et al. (2011) sugerem que os umbus sejam colhidos e lavados em água clorada a 10 ppm de cloro livre. Após a retirada do pedúnculo, os frutos devem ser cortados e imersos em álcool 45 °GL a 50 °GL em recipientes de vidro previamente esterilizados. Os frutos permanecem em maceração durante 30 dias, quando então a bebida é filtrada, decantada, sifonada e clarificada. Paralelamente, se elabora um xarope de sacarose a

65 °Brix, que é adicionado ao filtrado de umbu. O envelhecimento se dá por 90 dias, após os quais o licor é novamente filtrado até sua limpidez. O engarrafamento é realizado em garrafas de vidro com tampas de metal previamente esterilizadas.

Outra sugestão é elaborar o licor a partir de cachaça comercial e polpa de umbu, que ficam em maceração por 90 dias (AMORIM et al., 2009). Período após o qual é misturado o xarope de sacarose e água, e envelhecido por 30 dias. O licor é filtrado em microfibras após o envelhecimento, a fim de obter uma coloração mais clara. A graduação alcoólica desta formulação é de 15° GL e o teor de açúcares de 34 g L<sup>-1</sup>.

## Fermentado de umbu

A elaboração do fermentado de umbu, também denominado popularmente de “vinho” de umbu, constitui-se em mais uma alternativa para os produtores do semiárido brasileiro. Suas características podem se assemelhar a um vinho do tipo suave, após adição de sacarose ao produto final, com coloração e sabor parecidos com os de um vinho branco, dependendo dos procedimentos utilizados para a elaboração da bebida. A sua graduação alcoólica pode atingir entre 11 °GL e 11,5 °GL, com adição de sacarose e levedura *Saccharomyces cerevisiae*, sendo a bebida obtida a partir do suco de frutos de umbu maduros, ricos em pectina (BAHIA, 2011).

Entretanto, devido ao umbu ser rico em pectina, o fermentado ainda precisa ser mais bem estudado, uma vez que pode haver a formação excessiva de metanol na fermentação (RIZZON, 2006).

## Néctar

Néctar é a bebida não fermentada, obtida da dissolução, em água potável, da parte comestível da fruta e açúcares, destinado ao consumo

direto, podendo ser adicionado de ácidos. Em frutas que não possuam regulamento específico, deve conter, no mínimo, 30% (m/m) de polpa ou, em frutas que possuam bastante acidez e sabor muito forte, o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 20% (m/m) (BRASIL, 2003).

Para a elaboração do néctar de umbu, pode-se utilizar polpa congelada, favorecendo sua elaboração ao longo de todo o ano, ou o produto pode ser elaborado diretamente dos frutos inteiros selecionados pelo estágio de maturação, cor e sanidade, ou ainda, a partir de frutos descartados para a fabricação de outros produtos, como um doce em calda, por exemplo, mas com estado de sanidade adequado.

Não foram encontrados na literatura, até o momento, relatos da fabricação de néctar de umbu, mas, uma sugestão de elaboração para o pequeno produtor e agricultura familiar é dada a seguir.

Obtém-se a polpa de umbu dentro dos padrões de boas práticas e elabora-se o néctar com 40% de polpa, 13% de açúcar refinado e 47% de água. O néctar deve ser, então, aquecido até 90 °C por 1 minuto e colocado em garrafas de vidro previamente fervidas. Deve-se tampar as garrafas e invertê-las, mergulhando-as em água à temperatura ambiente e, em seguida, em água gelada (para evitar a quebra das garrafas por causa do choque térmico).

## Considerações finais

O umbuzeiro é uma planta que oferece múltiplas opções para seu aproveitamento. Utilizando-se as técnicas de processamento adequadas, é capaz de propiciar a geração de empregos, fortalecer a inclusão social por meio da criação de postos de trabalho, agregar valor e renda, além de contribuir para a preservação ambiental e segurança alimentar, com reflexos positivos diretos nos indicadores socioeconômicos regionais, conforme já apresentado nos capítulos anteriores.

A diversificada gama de produtos que pode ser obtida a partir do umbuzeiro permite que a safra seja mais bem aproveitada, uma vez que tende a minimizar a perda de frutos que poderiam se deteriorar se destinados somente ao mercado in natura, ou não serem colhidos. Os diferentes produtos apresentados ampliam a oportunidade de vendas em volume do fruto e ao longo do tempo, uma vez que a maioria deles apresenta maior vida de prateleira. Desta forma, recomenda-se a adoção destas práticas de processamento devido às vantagens já discutidas. No entanto, as formulações existentes ainda apresentam oportunidades de melhoria e, além disso, novas formulações podem e devem continuar a ser desenvolvidas, podendo representar um salto de qualidade e marketing para a promoção do umbuzeiro nos contextos social, ambiental e econômico.

## Referências

AMORIM, M. da R.; AZOUBEL, P. M.; OLIVEIRA, S. B. de; OLIVEIRA, S. S. B. Aceitação de licor de umbu. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 8., 2009, Campinas. **Ciência de alimentos no mundo globalizado: novos desafios, novas perspectivas.** Campinas: UNICAMP, 2009. 1 CD-ROM.

ANJOS, J. B. dos. **Extrator de sucos vegetais a vapor.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1999. 3 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 85). Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public\\_eletronica/visualiza\\_publicacao.php?op=vitipo&modo=tipo&tipo=COT](http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/visualiza_publicacao.php?op=vitipo&modo=tipo&tipo=COT)>. Acesso em: 8 mar. 2014.

AZOUBEL, P. M.; SILVA, I. R. A.; OLIVEIRA, S. B. de; ARAÚJO, A. J. de B.; AZEVEDO, L. C. de. Aceitação de barra de cereal saborizada com polpa de umbu. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UMBU, CAJÁ E ESPÉCIES AFINS, 2., 2008, Recife. **Anais...** Recife: IPA: UFRPE; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 1 CD-ROM.

BAHIA. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura. **Vinho de umbu é alternativa para os produtores do semiárido baiano.** Salvador, 2011. Disponível em: <<http://www4.seagri.ba.gov.br/noticias.asp?qact=view&exibir=clipping&notid=22625>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

BRASIL. Decreto nº. 2.314, de 4 de setembro de 1997. Regulamenta a lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 set. 1997. Seção 1, p. 19.549.

BRASIL. Instrução Normativa nº 12, de 04 de setembro de 2003. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical;



os padrões de identidade e qualidade dos sucos tropicais de abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba, graviola, mamão, manga, mangaba, maracujá e pitanga; e os padrões de identidade e qualidade dos néctares de abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba, graviola, mamão, manga, maracujá, pêssego e pitanga, constantes dos anexos I, II e III. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 set. 2003. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº 12, de 1978. Resolve aprovar as seguintes normas técnicas especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 jul. 1978. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/1278.htm>> Acesso em: 19 abr. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 2005. Resolve aprovar o “Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 set. 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/>> Acesso em: 25 abr. 2012.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de; BRITO, L. T. de L.; ANJOS, J. B. dos; ARAÚJO, F. P. de. **Doce de umbu**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 6 p. il. (Embrapa Semi-Árido. Instruções técnicas, 36).

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. A participação do extrativismo vegetal do fruto do imbuzeiro na formação da renda de pequenos agricultores no Nordeste Semi-Árido. **Economia Rural**, Viçosa, MG, v. 2, p. 34-37, 2002.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M.; ARAÚJO, G. G. L. de. Importância das folhas do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) na alimentação de caprinos e ovinos no Nordeste semi-árido. In: CONGRESSO BRASILEIRO SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 2002. 1 CD-ROM.

CAVALCANTI, N. de B.; ANJOS, J. B. ARAÚJO, F. P. **Doce de xilopódio de umbuzeiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Embrapa Semi-Árido. Instruções técnicas, 59).

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L.; ANJOS, J. B. dos. **Umbuzada**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. (Embrapa Semi-Árido. Instruções técnicas, 78).

COELHO, M. I. S.; ALBUQUERQUE, L. K. S.; MASCARENHAS, R. J.; COELHO, M. C. S. C.; NUNES I. C. Elaboração de licores de umbu com diferentes álcoois. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v.1, n.1, p. 41-46, 2011.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; ROCHA, A. S.; FERREIRA, G. F.; SILVA, A. S. Desenvolvimento do produto cristalizado de umbu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1 CD-ROM.

IZZO, M.; NINESS, K. Formulating nutrition bars with inulin and oligofructose. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 46, n. 3, p. 102-105, 2001.

MATOS, E. H. da S. F. **Processamento de frutas cristalizadas**: dossiê técnico. Brasília, DF: UNB, 2007. 19 p. il. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloads/DT/MTA5>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

MURPHY, P. Countlines and cereal bars. In: JACKSON, E. B. (Ed.). **Sugar confectionery manufacture**. Cambridge: Chapman & Hall, 1995. p. 287-297.

PENHA, E. M.; DELLA MODESTA, R. C.; GONÇALVES, E. B.; SILVA, A. L. S.; MORETTI, R. H. Efeito dos teores de álcool e açúcar no perfil sensorial de licor de acerola. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 33-42, 2003.

RESENDE, J. M.; ANJOS, J. B. dos; REIS, C. dos S.; CAVALCANTI, N. de B.; FLORI, J. E.; SAGGIN JUNIOR, O. J. Extração do suco de umbu (*Spondias tuberosa* A.C.) por saturação de vapor: caracterização química do suco e do resíduo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17.; FEIRA DE INSUMOS, EQUIPAMENTOS, TECNOLOGIA E SERVIÇOS PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E DE ALIMENTAÇÃO INSTITUCIONAL, 1., 2000, Fortaleza. **Livro de resumos...** Fortaleza: SBCTA: UFC, 2000. v. 3, p. 95 .

RIZZON, L. A. Composição do vinagre. In: MENEGUZZO, J.; RIZZON, L. A. (Ed.). **Sistema de produção do vinagre**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. (Embrapa Uva e Vinho. Sistemas de produção, 13). Disponível em: < <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre/composicao.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2012.



# 8

## Mercados

José Lincoln Pinheiro Araújo



## Introdução

O extrativismo do umbu é uma importante fonte de renda e absorção de mão de obra para as comunidades rurais, especialmente para os municípios da macrorregião do Semiárido, como os que ficam localizados na bacia do Submédio São Francisco.

Nesta área de produção, onde os umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arruda) chegam a produzir cerca de 15 mil frutos por árvore, algo em torno de 300 quilos safra/ano (EPSTEIN, 1998), os umbus são colhidos e vendidos em feiras livres e no segmento da agroindústria de polpa, doces e geleias. Efetivamente, esta atividade tem proporcionado aos produtores e suas famílias, durante o período da safra, que dura em torno de 3 meses, garantia de renda, visto que, em todos os anos, sejam de boa ou de má distribuição de chuvas, o umbuzeiro produz frutos. É importante destacar que, além do fruto, outros órgãos desta planta são úteis aos homens e aos animais como é o caso das raízes e das folhas. Nas raízes, são encontrados os xilopódios ou batatas, de sabor doce, agradável. Entretanto, este subproduto do umbuzeiro não pode ser retirado de forma indiscriminada, pois pode causar a morte da planta. As folhas são bem apreciadas por animais domésticos (bovinos, caprinos e ovinos) e por animais silvestres (veados, cágados, entre outros).

De acordo com o IBGE (2015), que classifica o umbu no rol dos produtos obtidos por meio do extrativismo vegetal, em 2014 a produção colhida e comercializada desta fruta foi de 7.466 toneladas. O Estado da Bahia é o maior produtor, respondendo por cerca de 90% deste total, vindo em segundo lugar Pernambuco, que é responsável por 5% da produção colhida e comercializada do fruto do umbuzeiro. É interessante ressaltar que a produção do umbu está quase que exclusivamente localizada na região Nordeste. A exceção fica por conta do norte de Minas Gerais, que também faz parte do Semiárido brasileiro, respondendo por aproximadamente 2%

da produção brasileira de umbu. De acordo com a maioria dos estudos que tratam da extração do umbu, como os realizados por Cavalcanti et al. (2001) e Santos e Oliveira (2001), apenas cerca de 20% dos frutos são colhidos, ou seja, a maior parte da produção, que é perdida no campo, não é computada nas estatísticas oficiais.

## O agronegócio do umbu

Estima-se que o agronegócio do umbu gira, atualmente, em torno de 10 milhões de reais por ano, estando o maior montante desta cifra agregado aos elos da cadeia produtiva no que se referem à comercialização do fruto in natura (Tabela 1). Entretanto, com o crescente incentivo tanto por parte do governo federal, principalmente em relação à pesquisa (Embrapa), ao desenvolvimento (Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA) e a comercialização (Companhia Nacional de Abastecimento – Conab), como por parte dos governos estaduais, notadamente da Bahia e de Pernambuco, por meio de suas secretarias de Agricultura e Desenvolvimento Agrário, como também por intermédio de diversas organizações do terceiro setor,

**Tabela 1.** Quantidade de frutos de umbu comercializados por estado no Brasil em 2014.

Estados	Toneladas
Bahia	6.442
Pernambuco	382
Minas Gerais	149
Rio Grande do Norte	259
Paraíba	79
Piauí	92
Alagoas	31
Ceará	31

Fonte: IBGE (2015).

como é o caso do Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (Irrpaa) e da Caritas Internacional, que atuam no processo de organização dos produtores familiares e de transferência de tecnologia, a expectativa é de uma rápida expansão das agroindústrias comunitárias de processamento deste fruto, situação que proporcionará uma ampliação substancial no tamanho do agronegócio do umbu, visto que o processamento do fruto para as formas de polpa, doce e geleia agregam ao produto um expressivo valor econômico.

Outro aspecto bastante favorável à comercialização do umbu é que se trata de um produto único no mundo, visto que, o umbuzeiro, só existe no Semiárido brasileiro e essa singularidade oferecida pela biodiversidade da Caatinga, possibilita a agregação de valor ao produto e a abertura de novos mercados internacionais (SIQUEIRA, 2012). Atenta a este aspecto, a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex) assinou, no início do ano de 2013, um convênio com a Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coopercuc), no qual são contempladas diversas ações de incentivos aos negócios e exportação do umbu e de outras frutas típicas da região (AMEAÇADO DE EXTINÇÃO..., 2013).

## Circuito tradicional de comercialização do umbu

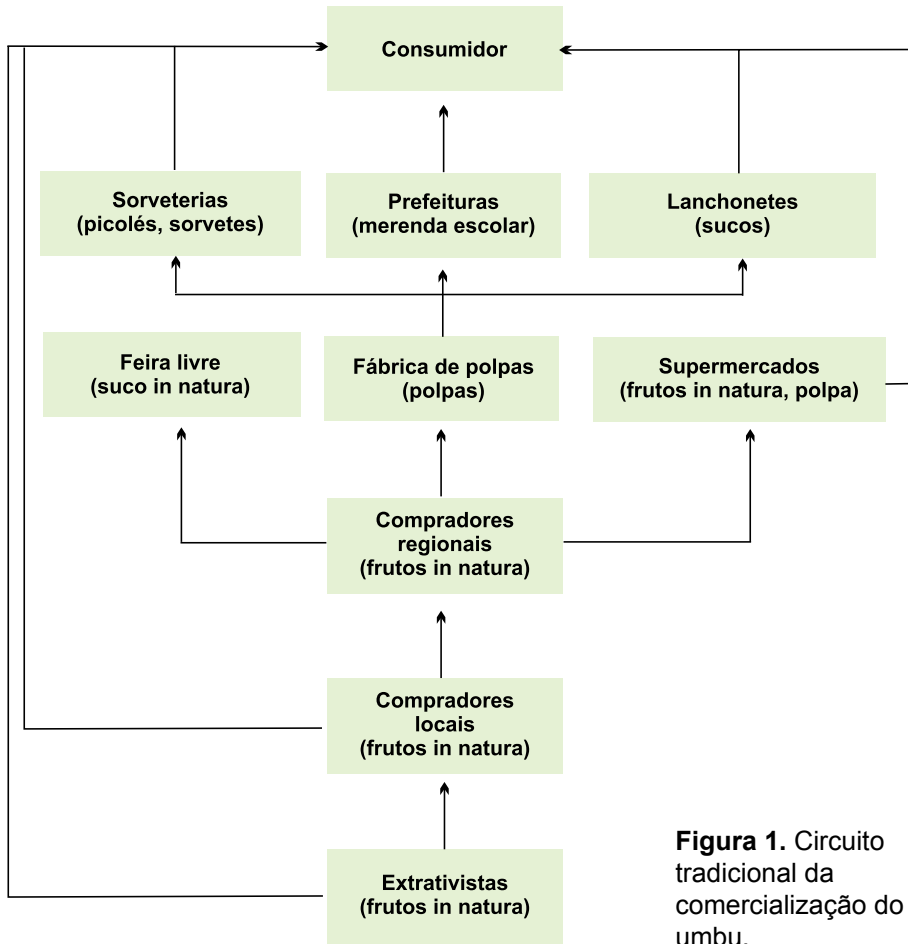
O fruto é, indubitavelmente, o principal produto do umbuzeiro em termos de valor econômico e social, visto que se constitui em uma das principais alternativas de geração de renda para os produtores familiares do Semiárido brasileiro, região onde se concentram os maiores bolsões de pobreza do País. De acordo com informações levantadas pelo IBGE (2015), atualmente, na região da bacia do Submédio do São Francisco, que é um dos principais polos de exploração do umbuzeiro, se comercializa anualmente 2.300 toneladas de umbu. Os municípios localizados no lado baiano



desta região, respondem por quase 90% deste total. É importante enfatizar que a maior parte da produção de fruto do umbu não é comercializada por ser perdida em baixo da copa da planta ou consumida no pastejo direto dos animais.

A colheita é feita manualmente, e os frutos são colhidos “de vez” (período em que o fruto ainda conserva a coloração verde, mas já iniciou o processo de maturação) para facilitar o transporte. O comércio é feito à beira das rodovias, em mercados e feiras, e os frutos são vendidos por volume, quilo, litro ou dúzia. A comercialização também é realizada diretamente com os atravessadores nas comunidades rurais, quando os frutos são colocados em caixas ou sacos e levados para as despulpadoras e para os principais centros de consumo, que são as capitais e as cidades de grande porte da região Nordeste. Nos mercados das grandes cidades, são vendidos em bandejas de isopor contendo cerca de dez a 12 frutos selecionados, envolvidas por polietileno transparente.

O circuito tradicional da comercialização do umbu (Figura 1) apresenta, geralmente, os seguintes elos: o extrativista e seus familiares, que colhem os frutos na Caatinga, tanto em áreas cercadas como em fundo de pastos (áreas soltas de Caatinga que são utilizadas de forma coletiva pelos produtores para pastejo de seus rebanhos), e os vendem para um intermediário local (primeiro atravessador), que adquire o produto nas comunidades rurais e o transporta para os principais centros de consumo (grandes cidades e capitais da região Nordeste). Nestes grandes mercados ele repassa o umbu para o intermediário regional (segundo atravessador) que distribui o fruto ainda in natura para as fábricas de polpas, para os supermercados, casas de frutas e feiras livres. Em relação às fábricas de polpas, depois de realizarem o processamento do fruto, estas unidades beneficiadoras comercializam a polpa em embalagens de 100 g para os supermercados e lanchonetes e em embalagens de 1 kg para as sorveterias e escolas. Com relação ao elo dos consumidores, os indivíduos que adquirem o produto via supermercados podem comprá-lo na forma in



**Figura 1.** Circuito tradicional da comercialização do umbu.

natura (Figura 2) e na forma de polpa, que é a mais comum. Nas feiras livres, o umbu é vendido somente na forma in natura (Figura 3).

É interessante ressaltar que o fruto do umbuzeiro tanto é consumido na forma in natura como na forma de umbuzada, que é uma espécie de suco ou vitamina de umbu com leite. Entretanto, é necessário assinalar que neste organograma de comercialização do fruto do umbuzeiro existem alguns atalhos como a venda do fruto diretamente ao consumidor nas margens

Foto: Marcelino Lourenço Ribeiro Neto



**Figura 2.**  
Comercialização  
do umbu em  
supermercado

Foto: José Lincoln P. Araújo



**Figura 3.** Comercialização do umbu em feira livre.

das rodovias, pelo primeiro intermediário ou pelos próprios catadores ou seus familiares, que ficam nos postos de combustíveis ou próximos de lombadas, onde abordam os ocupantes dos veículos em viagens (Figura 4).



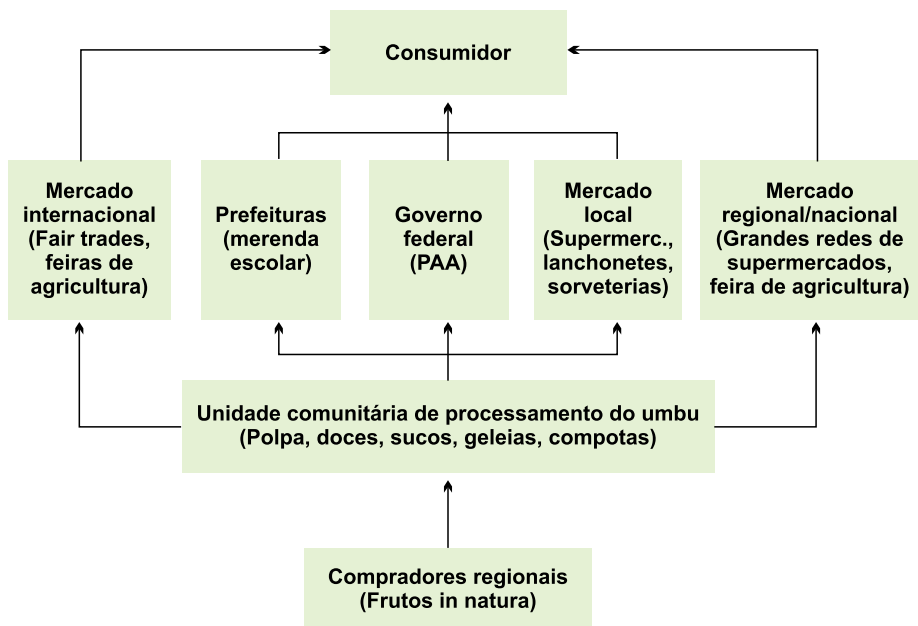
Foto: José Barbosa dos Anjos

**Figura 4.** Catador de umbu, comercializando o fruto em rodovia.

## Circuito de comercialização do umbu atualmente recomendado

O circuito de comercialização do umbu recomendado pela pesquisa e pelos órgãos de desenvolvimentos e de assistência técnica e extensão rural é composto pelos seguintes elos (Figura 5): extrativistas e seus familiares, que colhem os frutos na Caatinga, tanto em áreas cercadas como em fundo de pastos e os encaminham para uma fábrica comunitária de processamento do fruto, que é administrada por uma cooperativa, como é o caso da Coopercuc, que se localiza no Município de Uauá, BA, ou por uma ou várias associações de produtores familiares como é o caso da Agroindústria do Pajeú, Água Verde e Maxixeiro (Agropam), localizada no Município de Dormentes, PE.

Nestas fábricas, o beneficiamento do umbu deve ser realizado de forma planejada, com vistas ao lançamento dos produtos (polpas, sucos, doces, compotas e geleias) nos mercados regional, nacional e até internacional. Os principais clientes destas unidades de processamento de umbu são as prefeituras dos municípios vizinhos para utilização nas merendas das escolas e creches municipais e o governo federal por meio do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Estas unidades de processamento também comercializam seus produtos nos supermercados, sorveterias e lanchonetes das cidades do entorno. Ainda, em termos de mercado interno, os produtos originados do umbu, que são processados nestas fábricas comunitárias, alcançam os grandes centros de consumo da região Nordeste, como é o caso de Salvador, Recife e Fortaleza, além de São Paulo e Rio de Janeiro, onde são comercializados principalmente nas grandes redes de supermercado, como é o caso dos produtos da Coopercuc que são vendidos na rede



**Figura 5.** Circuito recomendado para a comercialização do umbu.

Pão de Açúcar. Com relação ao mercado externo, o exemplo também é da Coopercuc que, por meio de certificação orgânica e *fair trade* (comércio justo), exporta doces, geleias e compotas de umbu para os principais mercados consumidores da União Europeia (Alemanha, França, Áustria e Reino Unido).

É importante assinalar, também, que outro elo importante do circuito de mercado do umbu é a venda dos produtos em feiras de agricultura, tanto nacional quanto internacional, como é o caso da Feira de Nuremberg na Alemanha, que é a maior feira de produtos orgânicos do mundo (Figura 6), evento do qual a Coopercuc se utiliza para, a cada ano, ampliar sua carteira de clientes.

A comercialização do umbu processado agrega um expressivo valor ao produto e traz como consequência direta uma melhoria na renda dos produtores familiares associados às fábricas de processamento do fruto.



Foto: José Barbosa dos Anjos

**Figura 6.** Doce de umbu comercializado na Feira de Nuremberg, na Alemanha.

Para se ter uma percepção da valorização do produto com o beneficiamento do fruto, com a venda de um saco com 60 kg de umbu in natura, o agricultor obtém, junto ao atravessador, o valor aproximado de R\$ 15,00. Entretanto, esta mesma quantidade de fruto produz 40 garrafas de suco de 500 mL e 50 potes de doce de 250 g que, comercializados, geram uma receita bruta de R\$ 205,00 e uma renda líquida de R\$ 144,78, cifra que é cerca de 10 vezes superior ao valor obtido com a venda do fruto in natura (Tabela 2).

**Tabela 2.** Agregação de valores decorrentes do beneficiamento de 60 kg de umbu in natura.

Produto	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Sucos de umbu em garrafas de 500 ml	40	2,00	80,00
Potes de doces de umbu em embalagens de 250 g.	50	2,50	125,00
<b>Receita bruta</b>			<b>205,00</b>
Insumos/serviços	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Açúcar em kg	2,5	1,85	4,62
Garrafas vazias	40	0,60	24,00
Potes de plásticos	50	0,32	16,00
Mão de obra em horas	6	2,60	15,60
<b>Total de custos</b>			<b>60,22</b>
<b>Renda líquida</b>			<b>144,78</b>

Fonte: Adaptado de Santos e Oliveira (2001).

## Caracterização e funcionamento da agroindústria comunitária Coopercuc

A Coopercuc foi fundada por um grupo de 45 agricultores familiares com o objetivo de organizar a comercialização dos produtos gerados de

plantas nativas da Caatinga e tendo como referência os produtos derivados do umbuzeiro. Essa organização de produtores familiares nasceu das bases dos movimentos sociais (Comunidades Eclesiais de Base, grupos de catequese, sindicatos) e teve como embrião um pequeno grupo de 20 mulheres que se reunia e, mesmo de forma artesanal, utilizava o umbu na preparação de alguns produtos. Posteriormente, foi criado o grupo denominado de Unidos dos Sertões, com a participação de 30 comunidades rurais localizadas nos municípios de Canudos, Uauá e Curaçá (COOPERCUC, 2004; DANTAS, 2010).

Os produtos elaborados pelo grupo Unidos dos Sertões eram comercializados em feiras municipais, sendo a primeira barraca montada na cidade de Uauá. Com a boa aceitação dos produtos, sentiu-se a necessidade de ampliar a oferta e melhorar a qualidade dos produtos para atender as exigências de mercados de maior poder aquisitivo. Com a perspectiva de melhorar a organização da produção, o grupo partiu para a fundação da Coopercuc, constituída em abril de 2003 e legalizada em 28 de junho de 2004, com sede em Uauá, BA (COOPERCUC, 2004; DANTAS, 2010).

A partir de 2006, deu-se início na cooperativa ao processo de certificação orgânica, com a estratégia de garantir de forma diferenciada e segura produtos orgânicos para o mercado nacional e internacional. A primeira venda feita pela cooperativa foi para a Conab, por meio do PAA do governo federal, que contribuiu para o fortalecimento da agricultura familiar, com base na segurança alimentar e no combate à pobreza. Foi a primeira experiência da cooperativa com vendas institucionais, o que também ajudou a estruturá-la do ponto de vista organizacional, impulsionando a comercialização para o mercado externo.

Com um quadro atual de 145 associados, a Coopercuc tem a missão de contribuir para o fortalecimento da agricultura familiar visando à produção ecologicamente correta, economicamente viável, socialmente justa e solidária, contribuindo com a melhoria das condições de vida sustentável das comunidades rurais nos municípios de Canudos, Uauá e Curaçá, localizados no lado baiano da bacia do Vale do Submédio do São Francisco, em uma das áreas mais representativas do Semiárido brasileiro (COOPERCUC, 2011, não paginado).



Ao longo de sua trajetória, a cooperativa vem desenvolvendo a autogestão cooperativista em torno da organização, beneficiamento e comercialização dos produtos da agricultura familiar, principalmente de derivados dos frutos do umbuzeiro. Atualmente, trabalha na fabricação de polpas, doces, geleias, sucos, compotas e caldas com grande aceitação nos mercados nacional e internacional. Seu trabalho tem por base quatro eixos: social, ambiental, cultural e econômico (COOPERCUC, 2011). Hoje, a cooperativa engloba 18 associações rurais com 18 miniunidades de beneficiamento de frutas (Figura 7) e a unidade central de processamento, que fica localizada na cidade de Uauá (Figura 8).

Anualmente, 200 toneladas de frutos de umbu são processadas pela Coopercuc com o certificado de orgânico nacional e internacional pela Ecocert - Brasil, certificadora de produtos orgânicos, sendo comercializadas

Foto: José Barbosa dos Anjos



**Figura 7.** Cerimônia de inauguração de uma das 18 minifábricas da Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coopercuc).



Foto: José Barbosa dos Anjos

**Figura 8.** Unidade central de beneficiamento da Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coopercuc), onde um grupo de associados registra um carregamento de doces e geleias de umbu destinado ao mercado externo.

no mercado nacional e internacional. Mesmo tendo o umbu como referencial, a Coopercuc também desenvolve produtos a partir de outras espécies vegetais da Caatinga como o maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.) (Figura 9). Além da certificação orgânica, todos possuem a certificação de *fair trade*, um tipo de comércio que objetiva a proteção do meio ambiente e uma economia social e justa. Atualmente, de acordo com gestores da Coopercuc, cerca de 450 famílias da região têm a renda complementada em 30% com a comercialização dos produtos derivados do umbuzeiro. Tal incremento de renda ocorre com a intervenção dessa organização.

Em termos de mercado externo, a Coopercuc tem na Biofach, evento que é realizado em Nuremberg, na Alemanha, e que se constitui atualmente na maior feira ecológica do mundo, a base para a conquista de novos

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 9.** Produtos elaborados e comercializados pela Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coopercuc).

clientes. Graças ao apoio do MDA, todos os anos, esta cooperativa tem exposto e comercializado produtos do umbu e do maracujá-do-mato na forma de doces, geleias, polpas, compotas, dentre outros (Figura 9). De acordo com gestores da mesma, na versão 2014 da Biofach, que foi realizada no mês de fevereiro, abriram-se novos mercados dentro do macromercado da União Europeia para os produtos derivados do umbuzeiro. Atualmente 25% da produção da Coopercuc destinam-se ao mercado externo, sendo a União Europeia o principal destino das exportações. Para se ter uma ideia da importância de tal mercado para esta agroindústria, em 2014 a mesma fechou negócio com uma empresa da Áustria, comercializando 10 mil potes de produtos à base do fruto do umbuzeiro.

Com relação ao mercado interno, no qual a Coopercuc comercializa, hoje, 75% de sua produção, 50% deste total tem como cliente o governo, principalmente por meio do PAA, que é coordenado pelo MDA e objetiva diminuir a insegurança nutricional no País e apoiar a aquisição de alimentos de agricultores familiares, com a isenção de licitação, a preços compatíveis aos praticados nos mercados regionais. O restante da produção é

comercializado nas feiras de agricultura familiar e nas redes de supermercados localizadas nas principais cidades e capitais da região Nordeste e também nos grandes centros de consumo do País como Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília.

É importante destacar o Festival Regional do Umbu, que é um evento anual, realizado no mês de fevereiro na cidade de Uauá, BA, com objetivo dar mais visibilidade ao trabalho executado pela Coopercuc. Em 2015 aconteceu a sua sexta edição, que reuniu, na abertura, mais de 2.000 pessoas e representantes de diversos órgãos governamentais das esferas estadual e federal. Atualmente, o evento se constitui em uma das mais expressivas formas de demonstração de força da agricultura familiar no Semiárido brasileiro (Figura 10).



Foto: Nilton de Brito Cavalcanti

**Figura 10.** Mesa redonda sobre tecnologias de convivência com o Semiárido no VI Festival Regional do Umu, evento patrocinado anualmente pela Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coopercuc).

Os produtores que participaram tomaram conhecimento, por meio de palestras, mesas redondas e oficinas, de importantes iniciativas que confirmam a viabilidade da convivência com o Semiárido, a partir, principalmente, da valorização da Caatinga (Figura 10). Além disso, discutiram sobre a importância da execução do trabalho em grupo, ou seja, da utilização da tecnologia social para a geração de seus produtos. Já os visitantes presentes no IV Festival Regional do Umbu foram atraídos pelos concursos culturais, shows e principalmente pela culinária à base de umbu, com produtos como sorvetes, caldas, manjares, tortas recheadas, licor, nego bom, além dos já conhecidos doces, compotas e geleias.

## Caracterização e funcionamento da agroindústria comunitária Agropam

A Agropam, instalada no Município de Dormentes, que fica localizado no lado pernambucano da bacia do Vale do Submédio do São Francisco, inaugurada no final de 2010, é fruto de um convênio do Governo do Estado de Pernambuco, por meio do Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural, e as associações de produtores das comunidades rurais de Pajeú, Água Verde e Maxixeiro (Figura 11). Este projeto foi inspirado no modelo bem sucedido da Coopercuc, que utiliza o processamento dos frutos nativos da Caatinga notadamente o umbu, como estratégia para melhorar a renda e a qualidade de vida dos produtores familiares do Semiárido.

Em visita às áreas de extração do umbu da Agropam, foram obtidos dados repassados pelos dirigentes da associação, apontando uma produtividade média do umbuzeiro na região, que pode chegar a 250 kg/planta por safra, com uma frequência de seis árvores distribuídas naturalmente em um hectare. De acordo com esses dados obtidos, no total das áreas de todos os associados, existem, atualmente, cerca de 3.000 árvores de



Foto: Nilton de Brito Cavalcanti

**Figura 11.** Agroindústria Agropam e sede da associação dos produtores da comunidade rural do Pajeú, em Dormentes, PE.

umbuzeiro. Entretanto, apenas 400 estão sendo exploradas, havendo, conseqüentemente, uma expressiva perda de produção.

O umbu, que nesta região apresenta o seu período típico de extração entre os meses de dezembro até março, é coletado pelos catadores em dias alternados, sendo colhida, por dia, uma média de 50 kg por catador, valor próximo ao apresentado por Cavalcante (2001), em estudo sobre a importância econômica do extrativismo do umbuzeiro em oito comunidades rurais localizadas nos municípios de Jaguarari e Uauá, no Semiárido baiano, onde foi registrada uma extração média diária de 47 kg de umbu por pessoa.

A Agropam recebe em torno de 1.000 kg de umbu in natura em cada dia de extração dos frutos. É interessante assinalar que, como há uma grande variabilidade genética entre as plantas do umbuzeiro nessa região, os frutos coletados são de vários tamanhos, situação que provoca uma desuniformidade no rendimento de polpa.

Com relação à produção no ano de 2011, que foi o primeiro ano de funcionamento da agroindústria, foram produzidos 7.000 kg de pré-polpa que, depois de preparada, fica armazenada em bombonas (uma espécie de tambor de plástico), onde pode preservar as características organoléticas inalteradas por até 1 ano.

Na produção da polpa, procedimento que é feito em determinados dias de cada mês, durante todo o ano, abre-se a bombona e finaliza-se o processo de elaboração da polpa e, em seguida, o produto é envasado em embalagens plásticas de 1 kg e armazenados em freezers (Figura 12). Em seguida, é destinado para a merenda escolar do Município de Dormentes que, até o momento, é o único cliente institucional da Agropam, recebendo 400 kg de polpa por mês ao preço de R\$ 3,00 por quilo. Segundo os diretores desta agroindústria comunitária, já está em fase final a celebração de um contrato de fornecimento de polpa para a merenda escolar do

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti



**Figura 12.** Polpa de umbu produzida e comercializada pela Agropam, em embalagem de 1 kg.

município vizinho de Santa Filomena, situação que possibilitará um incremento financeiro para a organização, que tem a meta de, em curto prazo, fornecer polpa de umbu para todas as prefeituras dos municípios vizinhos, tais como Afrânio, Santa Cruz da Venerada e Petrolina.

Com relação aos demais produtos fabricados na Agropam, doces, geleias e sucos (Figura 13), a comercialização está restrita às feiras de agricultores familiares, pois ainda falta a documentação da Agência Pernambucana de Vigilância Sanitária (Apevisa), atestando que as instalações desta agroindústria comunitária atendem aos requisitos estabelecidos pela mesma. Entretanto, de acordo com os diretores da Agropam, para a obtenção deste documento está faltando apenas uma última visita de técnicos da Apevisa às instalações da fábrica.



**Figura 13.** Geleia e doce de umbu produzido pela Agropam.

A meta, em curto e médio prazo, é distribuir todos os produtos derivados do umbu nos supermercados e demais estabelecimentos afins, das cidades circunvizinhas e, inclusive, em Petrolina e Juazeiro, que juntas



formam o maior aglomerado urbano da região semiárida brasileira. Em longo prazo, a meta é melhorar ainda mais a qualidade dos produtos para vendê-los nas principais cadeias de supermercados das capitais do Nordeste e dos grandes centros de consumo do centro-sul do Brasil, e também alcançar o mercado internacional, notadamente a União Europeia, por meio do mecanismo do comércio justo.

## Considerações finais

O processamento e a comercialização dos frutos do umbuzeiro por meio de agroindústrias comunitárias constituem-se, efetivamente, em uma importante alternativa para complementar a renda dos produtores rurais da região semiárida brasileira, além de ampliar o emprego e a mão de obra ao longo do ano. Outro ganho importante desta forma associativa de gestão é a conscientização por parte dos agricultores da necessidade de explorar racionalmente as espécies frutíferas do Bioma Caatinga, notadamente o umbuzeiro. Neste sentido, já está havendo, em vários estados do Nordeste, um movimento crescente de enriquecimento da Caatinga com o plantio de mudas enxertadas de umbuzeiro.

Quanto à viabilidade econômica do cultivo do umbuzeiro, as iniciativas de exploração existentes ainda são muito incipientes para se permitir alguma análise de rentabilidade, visto que, ainda, não se dispõe de dados consistentes acerca da idade que um umbuzeiro cultivado alcançaria na fase adulta, período em que a sua produtividade média passaria a estar equiparada com a produtividade média registrada entre os umbuzeiros nativos, que pode chegar a 250 kg por safra. Além disso, até o momento, nada se sabe sobre a vida útil comercial das árvores cultivadas.

No entanto, é interessante salientar que iniciativas privadas já estão em curso. Dentre elas, destaca-se a implementada em Januária, MG, com 10 hectares de umbuzeiros implantados com irrigação por gotejo

selecionando-se aqueles que produzem os maiores frutos. O projeto foi instalado em 1997 e parte das plantas apresentou início de produção aos 10 anos. Na safra 2012–2013 foram produzidas cerca de 40 toneladas de frutos, que foram comercializados in natura no mercado do Sudeste. Vale ressaltar que, por causa da alta qualidade, os frutos tiveram plena aceitação e renderam a primeira receita financeira significativa para o produtor, que agora começa a amortizar os custos de manutenção. Apesar do lento retorno financeiro, sua produção estará garantida por, pelo menos, dezenas de anos e de forma crescente, constituindo-se em uma verdadeira poupança verde.

Esta modalidade de empreendimento que, sem dúvida, exige vocação, merece uma análise mais ampla do que, simplesmente, tempo de retorno, para se concluir sobre sua viabilidade econômica. O acompanhamento consistente dos resultados deste projeto, entre outros, bem como de experimentos instalados na Embrapa Semiárido permitirá, em curto a médio prazo, a disponibilização de informações mais precisas para o aprimoramento de sua análise econômica.

## Referências

AMEAÇADO de extinção, umbuzeiro depende de investimento e pesquisa. São Paulo: Terra, 2013. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/ameacado-de-extincao-umbuzeiro-depende-de-investimento-e-pesquisa,edb68a2ee314e310VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html>>. Acesso em: 26 abr. 2013.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de; BRITO, L. T. de L. Imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): cultivo apropriado para o Semi-Árido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 1 CD-ROM.

COOPERCUC. **Nossa história**. Uauá, 2004. Disponível em: <<http://www.coopercuc.com.br/quem-somos/nossa-historia/>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

COOPERCUC. **Coopercuc é referência internacional**. Uauá, 2011. Disponível em: <<http://www.coopercuc.com.br/coopercuc-cooperativa-e-referencia-internacional/>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

DANTAS, J. **História de desafios e conquistas**. Uauá: Coopercuc, 2010. Disponível em:<<http://planetaorganico.com.br/arquivos/05-%20Jussara%20Dantas%20-%20COOPERCUC.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2015.

EPSTEIN, L. A riqueza do umbuzeiro. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 2, n. 3, p. 31-34, nov. 1998.

IBGE. **Sistema de Recuperação Automática – SIDRA**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

SANTOS, E de O. C.; OLIVEIRA, A. C. N. Importância sócio-econômica do umbu para os municípios de Canudos, Uauá e Curaçá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001. 1 CD-ROM.

SIQUIERA, J. A. (Org.). **Flora das caatingas do Rio São Francisco**: história natural e conservação. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson; Petrolina: Univasf, 2012. 556 p.



# *Livraria* *Embrapa*

Na Livraria Embrapa, você encontra  
livros e e-books sobre agricultura, pecuária,  
negócio agrícola, etc.

Para fazer seu pedido, acesse:  
**[www.embrapa.br/livraria](http://www.embrapa.br/livraria)**

ou entre em contato conosco  
**Fone: (61) 3448-4236**  
**Fax: (61) 3448-2494**  
**[livraria@embrapa.br](mailto:livraria@embrapa.br)**

Você pode também nos encontrar nas redes sociais:



[facebook.com/livrariaembrapa](https://facebook.com/livrariaembrapa)



[twitter.com/livrariaembrapa](https://twitter.com/livrariaembrapa)

*Impressão e acabamento*  
**Embrapa Informação Tecnológica**

O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação  
do Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma frutífera endêmica do Bioma Caatinga, explorada preponderantemente de forma extrativista, para a venda dos frutos in natura ou por meio do beneficiamento em minifábricas, junto a associações e cooperativas com base na agricultura familiar.

A partir da década de 1980, consolidou-se a percepção de que a preservação da espécie estava ameaçada diante de algumas pressões, principalmente antrópicas. Em vista da preocupação com sua conservação, a Embrapa Semiárido iniciou o desenvolvimento de algumas estratégias.

Este livro reúne o esforço de pesquisadores da Embrapa Semiárido e de seus parceiros, nos últimos 30 anos, com o objetivo de contribuir para o aproveitamento sustentável do umbuzeiro.

A obra *Umbuzeiro: avanços e perspectivas*, destina-se a pesquisadores, professores, estudantes e demais interessados no tema.