

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
UNIDADE ACADEMICA DE SERRA TALHADA – UAST
CURSO DE AGRONOMIA

CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E QUALIDADE DE FRUTOS DE
UMBUZEIRO EM CLIMA SEMIÁRIDO DO ESTADO DE PERNAMBUCO

TAMÍRES EDUVIRGEM DAS DORES

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
UNIDADE ACADEMICA DE SERRA TALHADA – UAST
CURSO DE AGRONOMIA

CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E QUALIDADE DE FRUTOS DE
UMBUZEIRO EM CLIMA SEMIÁRIDO DO ESTADO DE PERNAMBUCO

TAMÍRES EDUVIRGEM DAS DORES

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal Rural de Pernambuco -
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como
requisito básico para conclusão do curso.

Orientadora: Elma Machado Ataíde

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

D695c Dores, Tamíres Eduvirgem das

 Caracterização fenológica e qualidade de frutos de umbuzeiro em clima semiárido do estado de Pernambuco/ Tamíres Eduvirgem das Dores. – Serra Talhada, 2019.

 54f.: il.

 Orientadora: Elma Machado Ataíde

 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

 Inclui referências.

 1. Umbuzeiro. 2. Fenologia vegetal. 3. Caatinga. I. Ataíde, Elma Machado, orient. II. Título.

CDD 636

**CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E QUALIDADE DE FRUTOS DE
UMBUZEIRO EM CLIMA SEMIÁRIDO DO ESTADO DE PERNAMBUCO**

TAMÍRES EDUVIRGEM DAS DORES

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal Rural de Pernambuco -
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como
requisito básico para conclusão do curso.

Orientador (a): Elma Machado Ataíde

APROVADA em _____ **de** _____ **de** _____

Dr. Marcelo de Souza Silva

(UNESP)

Dr^a. Cláudia Helena C. Matos de Oliveira

(UFRPE/ UAST)

Dr^a. Elma Machado Ataíde

(Orientadora)

**SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL**

2019

DEDICO

A minha família que sempre está ao lado, me apoiando e dedicando a mim seu amor e carinho e a minha madrinha (em memória). Eles são exemplos de pessoas as quais me incentivaram a ser uma pessoa melhor lutando por um futuro promissor, através dos estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o dom da vida, e a força para lutar pelos meus sonhos e principalmente por está comigo em todos os meus momentos.

A minha mãe Severina Eduvirgem das Dores, por ser uma mulher tão incrível e especial, por ela eu tento ser o melhor que eu posso.

Ao meu pai José Manoel de Moura, por todo apoio e amor dedicado, desde meu 1º aninho de idade, por ter me protegido, quando eu mais precisei de cuidados e por cuidar de mim até hoje.

A minha madrinha Maria Romão de Souza Santana (em memória) por ter me dado todo incentivo inicial e necessário para chegar até aqui, pelos ensinamentos e pelo amor dedicado.

A minha Madrinha Karla Romão, esta, teve uma importante contribuição em todo este processo.

Aos meus irmãos: Tatiane de Moura e Leomir do Nascimento e aos meus sobrinhos: Fabrício Moura, Mateus Moura, Mikaelly Moura, Julia Moura e Almir Nascimento, sei o quanto torcem por mim e querem bem.

As filhas da minha madrinha: Karolyne Valois, Noelly Romão, Barbara Romão. Amo vocês!

Aos meus melhores amigos que são como irmãos. Reconheço o quão fundamental fora o carinho, o apoio e os conselhos doados por eles, quando precisei, também por me receberem om tanto carinho, quando voltava para casa. Não posso deixar de citar: Monique Alcebíades, Daniel Lima, Camilla Alcebíades e Luciana Mendes.

Ao meu grande núcleo familiar, composto por um número desconhecido de parentes, porém especialmente, aos meus tios e primos, por torcerem por mim e ajudarem, como podiam.

Aos amigos que fiz durante a graduação, pela amizade que construímos durante estes cinco anos de curso, em especial à Patrícia Apolinário, Jardel Moreira, Erison Martins, Tamíres Araújo, Simone Santos, Adriana Nunes e Yuri Rafael. Sentirei falta das conversas, cuidado, amor doado, apoio, risos, puxões de orelha, brincadeiras e discussões, vocês fazem parte da minha história e permanecerão em minha vida. O “centrão” permanecerá!

A Antônio Gênesis, amigo da graduação, por toda ajuda e tempo dedicado, este foi fundamental, para que este trabalho fosse realizado.

A Adriana da Silva Nunes e Maria Agda, minhas companheiras de república, com estas, pude ter um lar e uma família do coração. Obrigada por ter contado com vocês quando mais precisei e por toda paciência. Irmãs, eu amo vocês!

A Thiago Moreira da Costa, meu gerente durante o período de 2011 a 2014, em que trabalhei na Nipponflex Indústria e Comércio LTDA (Filial 25 – Vitória de Santo Antão – PE). Quando mais precisei do seu apoio, este foi fundamental, para que eu iniciasse o curso, além de toda contribuição para a minha formação profissional.

A Professora Elma Machado Ataíde por aceitar ser minha orientadora, pelas horas dedicadas à minha orientação, pelo exemplo de profissional, pelos ensinamentos, conselhos e suas pertinentes contribuições, para a realização deste trabalho.

Aos professores do curso por nos proporcionarem seus valiosos conhecimentos, em especial aqueles que foram mais que professores quando mais precisamos, pelos conselhos dados e olhar de cuidado.

Aos funcionários da UFRPE/UAST, pois sabemos, o quanto estes são fundamentais para o pleno funcionamento da unidade. Meu agradecimento aos auxiliares de serviços gerais, motoristas, técnicos administrativos, técnicos de laboratório, seguranças, pois sempre foram muito solícitos quando precisei.

A UFRPE, por nos proporcionar a oportunidade de realizarmos um curso superior. Oportunidade esta, tão importante para o nosso crescimento profissional, e que futuramente permitirá ter e prover uma vida digna para minha família.

A todos, com muito carinho eu digo: Deus os abençoe, Obrigada!

"...não é sobre chegar até aqui, é sobre não desistir. Se você tem um sonho, lute por ele. Existe uma disciplina. Não é sobre quantas vezes você foi rejeitado, caiu e teve que levantar. É quantas vezes você fica em pé, levanta a cabeça e segue em frente".

Lady Gaga

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	I
LISTA DE TABELAS.....	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT	VI
INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1. Importância social e econômica da fruticultura	18
2.2. Produção de frutas nativas no semiárido brasileiro	19
2.3. Produção e importância socioeconômica do umbu.....	20
2.4. Origem, classificação botânica e descrição do umbuzeiro	21
2.5. Biologia floral	23
2.6. Fenologia	23
2.7. Exigências climáticas do umbuzeiro.....	24
2.8. Atributos de qualidade dos frutos	25
3. OBJETIVOS.....	26
3.1. Geral.....	26
3.2. Específicos	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1. Caracterização da área experimental	27
4.2. Caracterização dos acesos analisados	28
4.3. Análise estatística	29
4.4. Avaliações fenológicas	29
4.5. Curvas de crescimento dos frutos	30
4.5.1. Taxa de crescimento dos frutos.....	31

4.6.	Avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos	31
4.6.1.	Avaliações físicas dos frutos.....	31
2.1.1.	Avaliações físico-químicas dos frutos.....	32
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1.	Avaliações fenológicas	34
3.2.	Curvas de crescimento dos frutos	39
3.2.1.	Formato dos frutos.....	43
2.1.1.	Taxa de crescimento	44
2.2.	Avaliações da qualidade de pós-colheita do fruto	46
2.2.1.	Avaliações físicas dos frutos.....	46
2.2.2.	Avaliações físico-química	49
CONCLUSÃO.....		52
REFERÊNCIAS		53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABF – Anuário brasileiro da fruticultura

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

PNDF - Plano Nacional de Desenvolvimento da Fruticultura

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

SIGSAB - Sistema de Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido Brasileiro

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização das plantas de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arruda Câmara) utilizadas no estudo.	28
Tabela 2. Médias do número de dias dos estádios de dormência a indução a floração, estágio da floração: botões florais a antese das flores, e a frutificação: formação e crescimento dos frutos até ponto de colheita (Estádio De vez”) em três acessos de umbuzeiro, no ciclo agrícola 2017/2018, Serra Talhada /PE.	34
Tabela 3. Taxa de fixação de frutos, indução vegetativa e abortamento de flores de umbuzeiro no ciclo agrícola 2017/2018, Serra Talhada /PE.	37
Tabela 4. Médias do número de dias do desenvolvimento dos frutos de umbuzeiro nas suas diferentes fases da frutificação no ciclo agrícola 2017/2018, Serra Talhada /PE.	38
Tabela 5. Valores, médias e Desvio Padrão (D.P) para, Comprimento (C), Diâmetro (D), Peso do Fruto (PF), Peso da Casca (P C), Peso da Polpa (PP), Peso do Carço (PCAR), Formato do Fruto (FF) porcentagens para, Rendimento de Polpa (RP), Rendimento de Casca (RC) e Rendimento do Carço (RCAR) do acesso 1, Serra Talhada, abril de 2018.....	46
Tabela 6. Valores, médias e Desvio Padrão (D.P) para, Comprimento (C), Diâmetro (D), Peso do Fruto (PF), Peso da Casca (P C), Peso da Polpa (PP), Peso do Carço (PCAR), Formato do Fruto (FF) porcentagens para, Rendimento de Polpa (RP), Rendimento de Casca (RC) e Rendimento do Carço (RCAR) do acesso 2, Serra Talhada, abril de 2018.....	47
Tabela 7. Valores, médias e Desvio Padrão (D.P) para, Comprimento (C), Diâmetro (D), Peso do Fruto (PF), Peso da Casca (P C), Peso da Polpa (PP), Peso do Carço (PCAR), Formato do Fruto (FF) porcentagens para, Rendimento de Polpa (RP), Rendimento de Casca (RC) e Rendimento do Carço (RCAR) do acesso 3, Serra Talhada, Pernambuco, abril de 2018.	47
Tabela 8. Valores, médias e Desvio Padrão (D.P) isolados e geral para °Brix (SS) e Índice tecnológico (SSxRP/100) dos acessos um, dois e três, Serra Talhada, Pernambuco, abril de 2018.	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista parcial do Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada, PE, julho de 2019.	27
Figura 2. Temperatura, precipitação (mm) e umidade relativa (%) do município de Serra Talhada, PE, no período de 01 de novembro de 2017 a 30 de março de 2018. Fonte: INMET.	28
Figura 3. Vista parcial dos acessos de umbuzeiros estudados estudadas. Serra Talhada, PE, janeiro, 2018.....	29
Figura 4. Identificação dos ramos (A), Avaliação do crescimento dos frutos (B), Serra Talhada, Pernambuco, janeiro, 2018.	30
Figura 5. Diâmetro do fruto (A), Comprimento do fruto (B), Massa dos frutos (C), Massa da polpa (D), Massa da casca (E), Massa de semente (F), Serra Talhada, Pernambuco, abril, 2018.	32
Figura 6. Teor de Sólidos Solúveis (SS), Serra Talhada, Pernambuco, abril, 2018.....	33
Figura 7. Dormência das gemas (A); Diferenciação das gemas (B); Emissão das primeiras folhas (C); Desenvolvimento das primeiras folhas (D); Início dos primórdios de botões florais (E); Desenvolvimento dos botões – Fase 1 (F); Desenvolvimento dos botões – fase 2 (G); Desenvolvimento dos botões (Botões brancos) – fase 3 (H), Antese (I); Plena floração (j), Emissão apenas de primórdios florais (k), Fixação e abscisão das estruturas florais e frutos (L). Serra Talhada, janeiro de 2018. Fonte: Dores T. E., 2018.	35
Figura 8. R1- Diferenciação da fase floral para a fase de frutos – (Formação dos frutos); R2 - Frutos com pétalas presas ; R3 - Frutos verdes - (Queda das pétalas e fixação dos frutos); R4- Frutos verdes (5 a 8mm); R5 – Frutos verdes – (8 a 10 mm comprimento); R6 - Frutos verdes - (10 a 15 mm comprimento); R7 - Frutos verdes – (15 a 20 mm comprimento); R8 - Frutos verdes – (20 a 25 mm comprimento); R9 - Frutos próximo a “De Vez”- (25 a 30 mm comprimento); R10 - Frutos “De vez” – (30 a 36 mm comprimento), Serra Talhada, Dezembro 2017 a abril de 2018.....	39
Figura 9. Comprimento e diâmetro (mm); durante o crescimento dos frutos de três acessos umbuzeiros, a partir de 40 dias após antese, Serra Talhada, Pernambuco, janeiro a abril de 2018.	41
Figura 10. Formato dos frutos de umbuzeiros durante o crescimento, a partir de 40 dias após antese, Serra Talhada, Pernambuco, janeiro a abril de 2018.....	44

Figura 11. Taxa de crescimento dos frutos (mm) durante o crescimento dos umbus, a partir de 40 dias após antese, Serra Talhada, Pernambuco, janeiro a abril de 2018.	45
--	----

DORES, Tamíres Eduvirgem. Caracterização fenológica e qualidade de frutos de umbuzeiro em clima semiárido do estado de Pernambuco, 2019. 57p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Pernambuco, Brasil.

RESUMO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) é espécie pertencente à família Anacardiaceae, endêmica do Semiárido brasileiro, não existindo relatos da sua ocorrência em outras regiões do planeta. A planta tem grande importância socioambiental e econômica para o bioma caatinga, pois sobrevive muito bem às condições hostis do clima semiárido. No entanto, os estudos com esta frutífera são escassos em todos os âmbitos da pesquisa. Notadamente no que se refere a seu comportamento fenológico e qualidade dos frutos, com isso, objetivou-se com este trabalho caracterizar os estádios fenológicos e qualidade de frutos de umbuzeiro em clima semiárido do estado de Pernambuco. O experimento foi realizado com a cultura do umbuzeiro, no período novembro de 2017 a abril de 2018, utilizando-se três acessos adultos, situadas no Parque Estadual Mata da Pimenteira, município de Serra Talhada-PE. A caracterização física e físico-química dos frutos foi realizada no Laboratório de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Os dados foram obtidos do INMET e avaliados por meio de estatística descritiva, onde cada valor representa as médias e o desvio padrão para as variáveis estudadas por planta e a correlação simples entre a duração de cada estágio fenológico (em dias) e cada variável no período do estudo. Para avaliação da fenologia do umbuzeiro no ciclo agrícola, 2017/18, realizou-se as avaliações do número de dias do florescimento à frutificação, seguido do número de dias da frutificação a colheita. Analisou-se também a curva e taxa de crescimento dos frutos. Para as avaliações da qualidade dos frutos determinou-se os seguintes atributos físicos: Diâmetro (mm), comprimento (mm), formato, massa (g) e rendimento do fruto (%), polpa, casca e caroço. Para os atributos de físico-químico determinou-se: o teor de sólidos solúveis (SS %) e índice tecnológico. Nas condições Semiárido pernambucano a média do número de dias entre a formação dos frutos e colheita para os três acessos avaliados foram de aproximadamente, 129,3 dias e o período médio entre a antese floral e a formação dos frutos foi de 3,5 dias. A curva que representa o crescimento dos umbus, teve comportamento sigmoideal. Com relação aos atributos de qualidade o acesso três, foi a que apresentou o maior rendimento de polpa, (72,63%, $\pm 2,46$ %), enquanto que o acesso dois apresentou o menor valor (65,56%, $\pm 5,62$ %). O teor médio de sólidos solúveis para os frutos dos três acessos foi 14,33 %. Portanto, há potencial para comercialização dos frutos dos acessos de umbuzeiros estudados no mercado de frutas frescas. Por ser uma frutífera passível de exploração econômica e possuir alto potencial de produção em condições Semiárida, esta, se constitui numa ótima alternativa para promover a melhoria da renda dos agricultores familiares, que produzem sob a condição de sequeiro, justificando a necessidade de maior atenção para cultura. Diante disto, entende-se que para haver a exploração comercial da cultura do umbuzeiro, é necessário que se fomente a realização de mais pesquisas, capazes de gerar informações que chegue a população alvo.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa* Arr. Câm., Fenologia, Umbu, Caatinga, Atributos de qualidade.

ABSTRACT

DORES, Tamires Eduvirgem. Phenological characterization and fruit quality of umbuzeiro in the semi-arid climate of the State of Pernambuco, Brazil, 2019. 57p. Monografia (Graduation in Agronomy) - Federal Rural University of Pernambuco / Academic Unit of Serra Talhada, Pernambuco, Brazil.

Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) is a species belonging to the Anacardiaceae family, endemic to the Brazilian semiarid region, and there are no reports of its occurrence in other regions of the planet. The plant has great socio-environmental and economic importance for the Caatinga biome, as it survives very well the hostile conditions of the semiarid climate. However, studies with this fruit are scarce in all areas of research. Notably with regard to its phenological behavior and fruit quality, this study aimed to characterize the phenological stages and fruit quality of umbuzeiro in semiarid climate of the state of Pernambuco. The experiment was carried out with umbuzeiro culture, from November 2017 to April 2018, using three adult accessions, located in the Mata da Pimenteira State Park, Serra Talhada-PE. The physical and physicochemical characterization of the fruits was carried out at the Chemistry Laboratory of the Federal Rural University of Pernambuco of the Serra Talhada Academic Unit. Data were obtained from INMET and evaluated using descriptive statistics, where each value represents the means and standard deviation for the variables studied per plant and the simple correlation between the duration of each phenological stage (in days) and each variable in the period. of the study. To evaluate the umbuzeiro phenology in the 2017/18 agricultural cycle, we evaluated the number of days from flowering to fruiting, followed by the number of days from fruiting to harvest. The curve and rate of fruit growth were also analyzed. For fruit quality assessments the following physical attributes were determined: Diameter (mm), length (mm), shape, mass (g) and fruit yield (%), pulp, rind and stone. For the physicochemical attributes it was determined: the soluble solids content (SS%) and technologist index. Under Pernambuco semi-arid conditions, the average number of days between fruit formation and harvest for the three evaluated accessions was approximately 129.3 days and the average period between floral anthesis and fruit formation was 3.5 days. . The curve representing umbus growth had sigmoidal behavior. Regarding quality attributes, access three presented the highest pulp yield ($72.63\% \pm 2.46\%$), while access two presented the lowest value ($65.56\% \pm 5\%$). , 62%). The average soluble solids content for fruits of the three accessions was 14.33%. There is potential for commercialization of fruits from the accesses of umbuzeiros studied in the fresh fruit market. Because it is a fruit tree that can be economically exploited and has a high production potential under semi-arid conditions, it is a great alternative to improve the income of family farmers who produce under rainfed conditions, justifying the need for greater attention to culture. Given this, it is understood that to have commercial exploitation of the culture of umbuzeiro, it is necessary to promote the conduction of more research, capable of generating information that reaches the target population

Key words: *Spondias tuberosa* Arr. Câm., Phenology, umbu, Caatinga, Quality attributes

INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos setores de maior destaque do agronegócio brasileiro, está presente em todas as regiões do Brasil, com cultivos em condições de climas diferentes, justificando a grande diversidade de frutíferas produzidas no País (MAPA, 2018). No Ranking Mundial o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com colheita significativa para Laranja, Banana, Abacaxi, Melancia, Castanha-de-Caju e Mamão (ABF, 2018). O País fica atrás, apenas de China e Índia e juntos os três países, respondem por 45,9% do total mundial e têm suas produções destinadas principalmente aos seus mercados internos. Com uma área plantada de aproximadamente 1.034.708 ha-1, a cadeia produtiva da fruticultura no Brasil gera mais de 5 milhões de empregos diretos e indiretos, respondendo por 16% dos empregos gerados pelo agronegócio do País (MAPA, 2018).

No Nordeste com atenção especial para o Semiárido, a fruticultura é uma atividade agrícola privilegiada, pois as condições climáticas são favoráveis ao seu cultivo, também é beneficiada pela boa oferta de mão de obra, e apesar da restrição hídrica, o segmento de frutas nesta região cresce 4% ao ano, de forma que o setor chega a gerar 46 mil empregos, 34,8% do total empregado no setor no Brasil. (VIDAL; XIMENES, 2017). Embora a fruticultura apresente este destaque regional, faltam dados, bem como, estudos para as frutíferas exploradas de forma alternativa/extrativista por agricultores de baixa renda, pois as principais frutíferas produzidas nesta região são as exóticas, as quais foram adaptadas às estas condições, todavia, sabe-se que espécies nativas, mesmo que pouco explorada economicamente são consideradas fonte de renda para muitas famílias nordestinas (VIDAL; XIMENES, 2017).

A falta de representatividade das espécies nativas no mercado frutícola pode ser devido ao fato destas espécies serem pouco explorada comercialmente, predominando-se o extrativismo e a exploração de subsistência, praticada por agricultores familiares. Desta forma é importante incentivar o seu cultivo e a sua exploração, especialmente aquelas com melhor adaptação às suas condições da região para proporcione maior retorno econômico. Dentre as frutíferas com potencial a ser explorada economicamente, merece destaque a cultura do umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr. Câm.), que é endêmica da região semiárida, cujos frutos apresenta elevado valor nutricional e muito apreciado, tanto no mercado interno quanto externo, para o consumo 'in natura' como processado na forma de geleias, licores, doces,

entre outros, agregando valor ao produto e permitindo o desenvolvimento social e econômico da região (NEVES E CARVALHO, 2005).

Neste contexto a produção umbu, torna-se uma importante possibilidade de estratégia de produção por parte desses produtores, uma vez que se estima, que os negócios com umbu giram em torno de 6 milhões de reais por ano. No período de colheita, contudo, mesmo tendo um grande potencial socioeconômico, há poucos estudos sobre a espécie, principalmente sobre a viabilidade econômica de sua produção, de forma, que a espécie é pouco explorada em escala comercial (ARAÚJO et al., 2016).

Considerando que esta cultura apresenta comportamento reprodutivo com grande variabilidade genética e com potencial a ser explorado economicamente, é de suma importância estudar os aspectos fenológicos, assim como a caracterização física e físico-química dos frutos uma vez que pesquisas apontam que os estudos fenológicos das espécies vegetais são importantes para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas florestais, para o entendimento da reprodução das plantas, relações ecológicas, além de permitir estabelecimento da época em que os recursos, como as folhas, flores, frutos e sementes estão disponíveis, bem como o desenvolvimento da cultura e a tecnologias da produção. (SILVA et al., 1979).

Diante disto, objetivou-se com este trabalho caracterizar os estádios fenológicos e qualidade de frutos de umbuzeiro em clima semiárido do estado de Pernambuco, visando identificar a duração dos diferentes estádios fenológicos do umbuzeiro em condições semiárida do estado ; estudar o crescimento dos frutos do umbuzeiro durante o seu desenvolvimento na planta; avaliar o comportamento fenológico de umbuzeiro, para fortalecimento da cadeia produtiva em base sustentável e econômica nas regiões de clima semiárido deste mesmo estado e analisar as características físicas e físico-químicas dos frutos dos acessos estudados, mediante as condições do semiárido pernambucano.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância social e econômica da fruticultura

A fruticultura é uma atividade econômica que se baseia na produção de frutas, tendo como finalidade o abastecimento do mercado interno, externo e muitas vezes, como atividade de subsistência praticada pela agricultura familiar. No entanto, os grandes impactos causados por este segmento do agronegócio, tanto de forma positiva, como negativa, no agronegócio brasileiro estão relacionados a produção exercida pelos médios e grandes produtores (BATISTA; SILVA; ARAÚJO, 2015).

A área cultivada com frutas no Brasil em 2017 superou 2 milhões de hectares com uma produção de mais de 40 milhões de toneladas (4,8% da produção mundial). Estes números permitiram que a fruticultura movimentasse em torno de 35 bilhões de dólares em 2017, colocando o mercado de frutas do Brasil como o terceiro maior do mundo, depois da China e Índia, respondendo por 45,2% de toda produção mundial. (ANUÁRIO DA FRUTICULTURA, 2018).

Quanto as exportações de frutas, nozes e castanhas, em 2017, estas corresponderam a 2017, a aproximadamente 878 mil toneladas. Mesmo o País sendo apontado, como grande produtor mundial de frutas, ele é apenas, o décimo quinto exportador de frutas, com 2,5 % do volume produzido, destacando-se como grande consumidor da sua produção (MAPA, 2018).

A fruticultura no Brasil destaca-se ainda, por gerar expressivo resultado em termos de geração de empregos em toda cadeia produtiva, desde a produção no campo, como na agroindústria, no agroturismo, quanto fornecedores de insumos e serviços. Estima-se que o setor gera aproximadamente 5 milhões de empregos, correspondendo a 16% de todos os empregos do agronegócio. Este cenário, somado a uma relevante contribuição à economia, sustentabilidade social e ambiental das propriedades rurais, gerando mais empregos e renda em áreas onde a produção de alimentos, ainda não é viável, como em algumas áreas do semiárido do Nordeste brasileiro (PNDF, 2018).

A região Nordeste apresenta características de clima tropical, com uma área estimada em 1.548.672 km² e população de 56.760.780 milhões de habitantes (IBGE, 2018). A agricultura nessa região é um fator importante para sobrevivência de pelo menos 50% da população, apesar das restrições hídricas e das condições do solo, desta forma a fruticultura apresenta grande importância econômica e social, cuja região responde por 27% da produção nacional (VIDAL; XIMENES, 2017).

Dentre as frutíferas produzidas na região Nordeste, destaca-se o cultivo de coco, goiaba, banana, mamão, manga, maracujá, abacaxi e melão, sendo estas responsáveis por ocupar lugar de destaque na formação da receita, tanto a nível regional, como estadual. (ALVES, 1990). Vale ressaltar que destas frutíferas mencionadas, apenas três são nativas: abacaxi, goiaba e maracujá, de modo que, quando se trata da fruticultura alternativa ou extrativista, praticada por agricultores familiares os dados são escassos (VIDAL; XIMENES, 2017).

2.2. Produção de frutas nativas no semiárido brasileiro

O semiárido brasileiro, responde por 56,46% do Nordeste, além do norte de Minas Gerais, as quais caracterizam-se pela escassez de chuvas, com aproximadamente 12% da população brasileira (SIGSAB, 2014). O Bioma Caatinga, exclusivamente brasileiro é o mais expressivo da região Nordeste, ocupa cerca de 850 mil Km² ou 10% do território nacional e abrange, em parte ou no todo, os Estados do Ceará, Bahia, Sergipe, Pernambuco, Alagoas, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, além de pequenas áreas do Maranhão e de Minas Gerais. Nesse Bioma, existem cerca de 900 espécies de plantas. (BATISTA; SILVA; ARAÚJO, 2015).

A caatinga é conhecida por apresentar uma enorme variedade de paisagens, com relativa riqueza de espécies vegetais que possuem mecanismos adaptativos para sobreviver a longos períodos de estiagem e temperaturas elevadas, sem perder em produtividade (BATISTA; SILVA; ARAÚJO, 2015).

Neste sentido, diversas ações acerca da convivência com o semiárido vêm sendo debatidas, no sentido de estimular atividades produtivas que sejam apropriadas ao meio ambiente, ou seja, que levem em consideração a conservação e a sustentabilidade dos recursos naturais da região. Dentre as estratégias de convivência, tem se destacado o estudo e a utilização de espécies nativas e adaptadas ao ambiente semiárido. O extrativismo, quando praticado de forma sustentável, pode gerar renda para muitas famílias e contribuir para a conservação da Caatinga, protegendo a diversidade de plantas e animais, as nascentes, o curso de água e a riqueza cultural dos seus povos (CONTI; PONTEL, 2013).

Apesar de a fruticultura irrigada ser responsável por grande parte do valor de produção do setor no Nordeste, existem também cultivos de sequeiro de relevante impacto para geração de postos de trabalho na região, como a cajucultura, no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte e da cacauicultura no sul da Bahia. Portanto, devido às restrições hídricas e

de solo, um pequeno percentual da área do semiárido é passível de irrigação (VIDAL; XIMENES, 2017).

Para Ortega; Sobel (2010), nos perímetros irrigados, os produtores que obtêm maior sucesso são aqueles de maior porte e mais estruturados, pois possuem mais acesso a conhecimento técnico e de mercado. E na fruticultura de sequeiro predomina o pequeno produtor. Para que possam garantir sua produção sob condições de sequeiro, estes devem-se buscar alternativas, que possam ser desenvolvidas a partir de suas possibilidades de produção, pois sabe-se, que existe no mercado frutíferas, seja a própria espécie ou variedades mais resistentes a seca. Neste contexto a produção do umbu para região destaca-se como importante alternativa de produção de frutas da região.

2.3. Produção e importância socioeconômica do umbu

O umbuzeiro é uma espécie frutífera que chega a produzir entre 28 e 32 mil frutos por planta, algo em torno de 350 quilos safra/ano. Embora apresente grande potencial socioeconômico sua exploração não ocorre em grande escala comercial (LIMA; ARAÚJO; ESPINDÓLA, 2000). Em muitas microrregiões nordestinas o período da colheita do umbu, tem se tornado a principal atividade econômica para muitas famílias, sendo os frutos colhidos comercializados em feiras livres e destinados as agroindústrias de beneficiamento de polpas, seja na forma ‘*in natura*’ ou através de polpa (SANTOS; OLIVEIRA, 2002).

Ainda de acordo com estes mesmos autores exploração extrativista do fruto tem oferecido uma grande oportunidade para as famílias do sertão, no sentido de ter uma renda garantida todos os anos no período da safra, além de oferecer alimento de excelente qualidade para a população do campo e da cidade (SANTOS; OLIVEIRA, 2002). O fruto apresenta ainda, sabor agradável e aroma peculiar. O umbu é uma boa fonte de compostos bioativos e seu consumo pode contribuir substancialmente na dieta dos indivíduos (ARAÚJO et al., 2016). Este fator contribui para o expressivo valor comercial no mercado interno, especialmente para a agroindústria, onde o umbu é processamento/industrializado para a produção de refresco, doces, polpas sorvetes e “umbuzada” (TURINI, 2010). Estima-se que os negócios com umbu gira em torno de 6 milhões de reais por ano na colheita, beneficiamento e comercialização do fruto (ARAÚJO et. al., 2016)

A produção de umbu nos principais estados produtores do Brasil, a Bahia é responsável por 88%, do volume nacional, seguido de Pernambuco com 4% e Rio Grande do

Norte com 2%. O restante da produção é originário dos chapadões semiárido, Minas Gerais e Piauí. (CONAB, 2014),

Os frutos do umbuzeiro apresentam importância econômica pelo apelo “exótico” para mercados de outras regiões do Brasil, como o Sul e Sudeste, bem como, para o mercado externo, o que vem estimulando o aumento da produção. No entanto, o umbu é mais consumido no Nordeste, principalmente na safra (dezembro a março), mas devido à baixa vida pós-colheita, raramente é consumido *in natura* em outras regiões (BATISTA; SILVA; ARAÚJO, 2015).

A utilização dos recursos naturais da Caatinga de forma sustentável sempre foi um desafio no meio rural nas áreas de produção dependente de chuva. Essa frutífera dá aos sertanejos grande lição de convivência com o clima quente e seco, já que todos os anos, independente do período seco ou de chuva tem produção, além de ser uma fonte de renda considerável para os sertanejos (SANTOS; OLIVEIRA, 2002).

Esta frutífera tem potencializado o surgimento de empreendimentos agroindustriais capazes de criar bases econômicas para a agricultura familiar em áreas de produção em sequeiro, permitindo que esta espécie tenha grande importância econômica através do extrativismo realizadas pelas comunidades rurais do semiárido. (ARAÚJO et al., 2016),

Considerando que o umbuzeiro é uma espécie tropical, com comportamento reprodutivo pouco estudado, apresenta grande variabilidade genética e desconhecem as populações nativas, veem-se a importância de pesquisas, principalmente relacionadas aos aspectos morfológicos do ciclo produtivo e caracterização física e físico-químicos de frutos desta espécie.

2.4. Origem, classificação botânica e descrição do umbuzeiro

Os primeiros relatos que se têm sobre a existência do umbuzeiro datam da época da colonização do Brasil (MENDES, 1990). Mas três séculos se passaram para que ocorresse a descrição científica da planta, sendo esta, realizada por Manuel de Arruda Câmara, o responsável por classificar a frutífera, como espécie *Spondias tuberosa*, família Anacardiaceae (NEVES; CARVALHO 2005). A palavra imbu e a variação umbu têm origem no tupi-guarani “Y’m’bu”, que significa “árvore que dá de beber”, em alusão à água contida nos túberos, a planta é popularmente conhecida ainda, como ombu, ambu e giqui. Em inglês, é conhecido por brazilian-plum (CORRÊA, 1978),

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) pertence ao gênero *Spondias*, este gênero possui, aproximadamente 17 espécies, das quais sete encontram-se distribuídas na América Tropical e 10 na Ásia Tropical. No entanto, o umbuzeiro é uma árvore xerófita endêmica do semiárido brasileiro (PRADO; GIBBS, 1993). A área de ocorrência no Brasil é limitada pela Mata Atlântica, Cerrado e região pré-amazônica (SANTOS, 1997).

A planta é conhecida por apresentar vida longa, podendo chegar a mais de 100 anos, atinge altura de 4 a 6 m, copa umbeliforme, tronco curto, podendo atingir diâmetro de 10 a 15 m (CARVALHO, 1986).

O sistema radicular é formado por raízes longas, espalhadas horizontalmente, próximas à superfície do solo, e singular, pois nas raízes, estão localizados os xilopódios, que são órgãos de reserva (túberas) constituídos de tecidos lacunosos e que servem para armazenar água, mucilagem, glicose, tanino, amido, ácidos, nutrientes, entre outros. Estas estruturas podem atingir 20 cm de diâmetro e são, geralmente, encontradas entre 10 cm e 30 cm de profundidade. Esses órgãos são muito importantes, pois são os principais responsáveis pela tolerância dessa frutífera à seca (NEVES; CARVALHO, 2005).

O caule apresenta de 3-5 ramificações principais, que podem ocorrer desde a base ou até a 1 m de altura do solo (PIRES, 1990). Apresenta casca morta de espessura média entre 2 mm a 5 mm, áspera e rígida, de cor cinza claro a negro e uma casca viva, de espessura média entre 5 mm e 12 mm, avermelhada internamente e que, por incisão, apresenta exsudato transparente e resinoso (LIMA, 1982).

As folhas são pecioladas, alternas, compostas imparipenadas e glabras/pilosas. Quando adultas, observam-se de 3 a 7 folíolos oblongo ovalados, com base obtusa ou cordada, ápice agudo ou obtuso, com cerca de 2-4 cm de comprimento, 2-3 cm de largura e margens serrilhadas ou inteiras lisas (GOMES, 1990). Pode apresentar pilosidades, característica esta que facilita os mecanismos de dissipação de energia, mantendo a temperatura das folhas próximas à do ar, geralmente tomam coloração avermelhada no início da estação seca anual, para depois cair. (LIMA, 1982).

As flores são periféricas, brancas, perfumadas, melíferas, dispostas em panículas terminais de 10 cm a 15 cm que são actinomorfas, cálice com 4 a 5 sépalas e uma corola com 4 a 5 pétalas valvadas. O fruto do umbuzeiro é uma fruta saborosa e nutritiva, rica em minerais, amido e vitamina C (PIRES, 1990).

2.5. Biologia floral

O umbuzeiro é uma espécie Alógama, andromonóica, com inflorescências do tipo panícula, contendo aproximadamente 50 % de flores hermafroditas e 50 % masculinas, esta última com estigma e estilete rudimentares (PIRES; OLIVEIRA, 1986.). A andromonoicia pode ser uma vantagem adaptativa para o umbuzeiro, visto que o custo de maturação de seus frutos é alto. Esta espécie apresenta também autoincompatibilidade do tipo gametofítica (LEITE; MACHADO, 2010). No umbuzeiro suas flores hermafroditas produzem mesma quantidade de pólen e com mesma viabilidade que as masculinas, e, por isso, acredita-se que a espécie esteja num estágio ainda mais basal dentro da família Anacardiaceae (PELL, 2004).

A floração do umbuzeiro ocorre no final da estação seca, antes das primeiras chuvas, geralmente de novembro a fevereiro, com pico de florescimento em dezembro. A emissão das inflorescências se dá antes das folhas. As flores masculinas se concentram na base da inflorescência, enquanto as hermafroditas, do meio para o ápice. Ambas são pentâmeras, com 10 estames, cinco longos e cinco curtos, com filetes brancos e anteras amarelas, sendo as hermafroditas maiores. A antese inicia-se às 5 h da manhã, sendo que às 6 h as flores já se encontram totalmente abertas. As masculinas permanecem abertas ao longo do dia, senescendo na manhã do dia seguinte, enquanto as hermafroditas permanecem abertas e funcionais por dois ou três dias (NADIA; MACHADO; LOPES, 2007).

A entomofilia é a principal forma de polinização das flores de umbuzeiro. Ela ocorre entre 6 e 16 h, com picos entre 6 e 8 h da manhã. No período final de florescimento, as visitas ocorrem até às 15 h. Os principais polinizadores do umbuzeiro são as abelhas. As vespas são consideradas polinizadores secundários (NADIA; MACHADO; LOPES, 2007). Ainda segundo estes mesmos autores, embora o número de flores hermafroditas, com potencial de produção de frutos seja grande e a viabilidade polínica seja alta, a eficiência reprodutiva do umbuzeiro é extremamente baixa, observaram que através de polinização natural, apenas 0,58 % das flores produziram frutos.

2.6. Fenologia

O umbuzeiro é uma planta caducifólia, durante o período de estiagem perde totalmente as folhas e após as primeiras chuvas reveste-se destas novamente, comportamento característico de plantas xerófitas, o que garante a sobrevivência da planta na estação seca. A

abscisão das folhas ocorre para redução da superfície transpiratória e, conseqüentemente a perda de água (NEVES; CARVALHO, 2005).

As folhas entram em processo de senescência no início da estação seca, quando a planta fica totalmente desfolhada e em dormência vegetativa até a ocorrência das primeiras chuvas. Já a abscisão total das folhas ocorre cerca de 1 a 2 meses após a última precipitação e o lançamento das primeiras flores pode ser observado ainda sob condições de seca (LIMA FILHO, 1988). Logo após a formação das inflorescências aparecem as primeiras folhas localizadas à base do pedicelo. Estas folhas, ao atingirem a maturidade fisiológica irão provavelmente prover os fotossintetizados necessários ao crescimento e desenvolvimento inicial dos frutos (SILVA; SILVA, 1974).

O crescimento vegetativo do umbuzeiro é exponencialmente incrementado, logo após as primeiras chuvas, normalmente no período de ocorrência da maior precipitação. Este valor poderá, também, variar anualmente, de acordo com a intensidade e distribuição da precipitação (NEVES; CARVALHO, 2005).

Para Lima Filho (1988), a frutificação plena ocorre aproximadamente 25 dias após o início da floração e a maturação dos frutos em torno de 120 dias, todavia, o início e duração das fases fenológicas do umbuzeiro poderão variar, de acordo com as ocorrências dos eventos climáticos observados para cada região.

Quanto a fenologia e caracterização de frutos de umbuzeiro é uma estratégia de extrema importância para o desenvolvimento do agronegócio do umbu na região semiárida, uma vez que são poucas as informações quanto às características referentes à sua fenologia e a qualidade dos frutos.

2.7. Exigências climáticas do umbuzeiro

As frutíferas possuem diferentes exigências, de forma que estas são classificadas em frutíferas de clima temperado, clima subtropical e de frutíferas de clima tropical. Portanto faz-se necessário a avaliação climática, de uma região, para poder se fazer a escolha de qual frutífera poderá ser implantada e qual a época do ano mais adequada para isso (SIQUEIRA, 2000). Apesar da sua complexidade a avaliação climática, consiste no levantamento de informações relacionadas ao clima como a precipitação média anual e mensal, temperatura média anual, número de horas de frio, risco de ocorrência de geadas em uma determinada época e região (FRONZA; JANNER, 2014).

No Nordeste as temperaturas médias anuais variam entre 23 e 27%, com amplitude térmica diária de no máximo 10°C sendo. Também, bastante favoráveis a frutífera tropical. A insolação, em torno de 2300 a 2.800 horas ano, são fatores climáticos bastante positivos, acelerando o desenvolvimento e reduzindo o ciclo das culturas (VIDAL; XIMENES, 2017).

A área de vegetação natural do umbuzeiro é considerada limitada, sendo comum ser encontrado em áreas de Caatingas elevadas, e na região Agreste dos estados do Nordeste, no Sudeste a espécie é encontrada no norte de Minas Gerais (MENDES,1990). A região onde se encontra a espécie foi classificada por Giacometti (1993, como Centro 6: Centro Nordeste/Caatinga, uma vez que é considerado o centro de alta diversidade e domesticação da espécie, pois vários autores constataram a ocorrência de elevado número de acessos da espécie nesta região. O Centro 6 inclui a caatinga dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e a Chapada Diamantina na Bahia. Tendo como coordenada os paralelos 2°S e 14°S e os meridianos 37° a 42° W.

A região Semiárida apresenta temperaturas elevadas quase todo o ano, as precipitações são irregulares e ocorrem em média 300 a 500 mm por ano. A umidade também é muito baixa, tornando o clima seco, sendo comum ocorrer a ausência de chuvas por vários meses, que leva o agricultor a ter muitos prejuízos, principalmente, para a agricultura e pecuária da região do sertão (SUDENE, 1973). No entanto, isto não é um fator limitante para o umbuzeiro, pois a espécie se adapta muito bem, a áreas com temperaturas entre 13 °C a 38 °C, umidade relativa entre 30% e 80%, pluviosidade anual de 400 mm a 800 mm e 2.000 a 3.000 horas de insolação (DUQUE, 1980).

A possibilidade de se produzir frutíferas que sejam adaptadas a este clima e resistam a tais adversidades, poderá diminuir estes prejuízos, sendo, uma boa sugestão de cultivo de fruta em escala comercial para a região do semiárido, o umbuzeiro. Fruta muito apreciada pelos brasileiros, devido a seus atributos qualitativos, se bem conduzida e processada, pode se agregar valor a esta de forma que a mesma contribuirá para a renda da família.

2.8. Atributos de qualidade dos frutos

A forma dos frutos de umbuzeiro varia entre arredondados ovoides e oblongos, apresentando diversidade também no tamanho, com diâmetro entre 2 cm a 4 cm e pesando 10 g a 20 g, é uma drupa elipsóide, glabra ou levemente pilosa, com a extremidade próxima, em relação ao pedúnculo, mais afunilado do que a distal (SILVA; SILVA, 1974).

Normalmente, o fruto, quando maduro é de coloração amarela esverdeada, com pericarpo coriáceo e polpa succulenta de sabor agridoce, tendo no centro um caroço grande. O endocarpo ou caroço, de tamanho variado, é formado por três camadas: a externa, denso-fibrosa; intermediária, pouco fibrosa; e a interna, semelhante à externa., é muito resistente e contém a semente propriamente dita (PIRES, 1990).

Apresenta orifícios por onde penetra a água e saem o eixo embrionário e os cotilédones, por ocasião da germinação das sementes (MENDES, 1990). Possui também cinco óculos unisseminados; porém, somente uma semente é bem-desenvolvida, sendo capaz de germinar. Logo após a germinação, o desenvolvimento é rápido, não ocorrendo dormência epicotilar (SILVA et al., 1980).

O umbu é uma fruta saborosa e nutritiva, rica em minerais, amido e vitamina C. Representa uma das principais fontes de vitamina C de que dispõe a população da zona semiárida nordestina. Em média, os sólidos solúveis totais, medido em °Brix, são de 11,6 (NEVES; CARVALHO,2005).

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Objetivou-se com este trabalho caracterizar os estádios fenológicos e qualidade de frutos de umbuzeiro em clima semiárido do estado de Pernambuco.

3.2. Específicos

- Verificar a duração dos diferentes estádios fenológicos do umbuzeiro em condições semiárida do estado de Pernambuco;
- Estudar o crescimento dos frutos do umbuzeiro durante o seu desenvolvimento na planta;
- Avaliar o comportamento fenológico de umbuzeiro, para fortalecimento da cadeia produtiva em base sustentável e econômica nas regiões de clima semiárido do estado de Pernambuco;
- Analisar as características físicas e físico-químicas dos frutos dos acessos estudados, mediante as condições do semiárido pernambucano.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental

As avaliações fenológicas foram realizadas com a cultura do umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr. Câm), no período novembro de 2017 a abril de 2018, utilizando-se três acessos adultos, situadas no Parque Estadual Mata da Pimenteira, município de Serra Talhada-PE. A caracterização física e físico-químicas dos frutos foi realizada no Laboratório de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, PE (Figura 1).



Figura 1. Vista parcial do Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada, PE, julho de 2019.

Os acessos encontram-se na área sob as coordenadas de 07°59'31" de latitude Sul e 38°17'54" de longitude a Oeste de Greenwich, com altitude de 530 m. O clima é classificado como semiárido, quente e seco. (KÖPPEN,1931) A região apresenta anualmente, médias térmicas superiores a 25°C e pluviosidade média anual de 650 mm anual, com chuvas irregulares. Concentradas nos meses de março a abril e umidade relativa do ar de 62,8%. O solo da região é Latossolo Vermelho Amarelo e a vegetação caatinga hiperxerófila (BEZERRA et al., 2010)

As análises das variáveis climáticas, temperaturas, umidade relativa e precipitação ocorridas no período das avaliações foram realizadas mediante a obtenção dos dados do INMET (Figuras 2). As avaliações consideraram as diferentes fases fenológicas desde os estádios de dormência, seguido da floração e da frutificação.

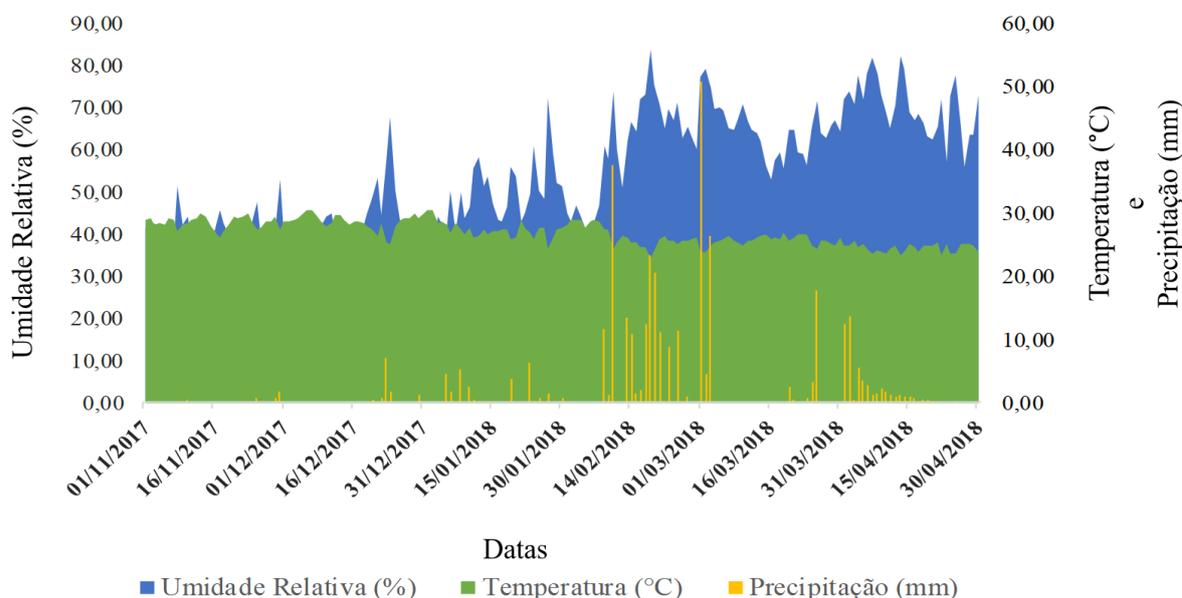


Figura 2. Temperatura, precipitação (mm) e umidade relativa (%) do município de Serra Talhada, PE, no período de 01 de novembro de 2017 a 30 de março de 2018. Fonte: INMET.

4.2. Caracterização dos acessos analisados

Os acessos avaliados no momento da identificação, se encontravam sem folhas e no início do período de reprodutivo. Quando ambas começaram a apresentar folhas (Figura 3), foi realizada as estimativas da altura e posterior medição do diâmetro do caule (DCA), diâmetro da opa (DCO) e altura do caule até a 1° bifurcação (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização das plantas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) utilizadas no estudo.

Acessos	Altura	Diâmetro do Caule (DCA)	Diâmetro da copa (DCO)	Altura do caule até a 1° Bifurcação
1	5,7 m	2,0 m	11,35 m	0,13 m
2	6,6 m	1,4 m	14,45 m	0,14 m
3	4,9 m	1,93 m	11,80 m	0.60 m



Figura 3. Vista parcial dos acessos de umbuzeiros estudados. Serra Talhada, PE, janeiro, 2018

4.3. Análise estatística

Os dados foram avaliados por meio de estatística descritiva, onde cada valor representa a média geral e o desvio padrão, para cada variável avaliada dos três acessos e a correlação simples entre a duração de cada estágio fenológico (em dias) e cada variável meteorológica (temperatura, umidade relativa e precipitação) no período do estudo.

4.4. Avaliações fenológicas

Para a avaliação dos estádios fenológicos do umbuzeiro foram identificados e etiquetados 15 ramos, aleatoriamente em quatro quadrantes das plantas (Figura 4 A). Posteriormente, foram avaliadas as fases do estágio da floração até a frutificação, mediante a contagem do número de dias necessários para atingir cada uma destas fases. Para isso foi utilizada uma escala fenológica adaptada por (GAUTIER, 1988), conforme descrição abaixo:

- **Número de dias do florescimento à frutificação:** para obtenção dos dados referentes à duração deste estágio fenológico, foi contado o número de dias do início do florescimento a frutificação.
- **Número de dias da frutificação a colheita:** para avaliação deste ciclo, contou-se o número de dias compreendidos entre o início da frutificação e o início da colheita dos frutos.

4.5. Curvas de crescimento dos frutos

Para a avaliação da curva de crescimento dos frutos, foram selecionados e identificados 10 ramos ao acaso nos quadrantes da copa dos acessos. Vale ressaltar que havia ramos que continham mais de um fruto, para estes, foi realizada uma média para os dois frutos. Em cada fruto identificado, foi realizada a medição do comprimento (mm) e diâmetro (mm), com auxílio de paquímetro (Figura 3B). As avaliações foram realizadas em intervalos de três dias, cerca de 40 dias após a antese, quando os ramos continham frutos com tamanhos variando de 8 a 10 mm e já não apresentavam risco de queda.



Figura 4. Identificação dos ramos (A), Avaliação do crescimento dos frutos (B), Serra Talhada, Pernambuco, janeiro, 2018.

Para avaliar o comportamento dos frutos quanto ao seu formato durante o desenvolvimento foi realizada a relação entre o comprimento (mm) e diâmetro (mm) dos frutos, cuja metodologia e conceitos utilizados para esta característica estão detalhados no item 4.6.1.

As curvas de crescimento dos frutos para as variáveis DT e DL seguiram modelo não linear, do tipo sigmoidal, uma vez que este é o modelo mais comum para análises de crescimento de frutos. As equações foram ajustadas utilizando-se o programa gráfico 'Sigma Plot', com o modelo não linear: $f = a / (1 + \exp(-(x - x_0) / b))$

Para a relação DL/DT, que diz respeito ao formato do fruto, as curvas das três variedades foram melhor ajustadas a um modelo exponencial Decay. A equação matemática seguiu o seguinte padrão: $f = a * \exp(-b * x) + c * \exp(-d * x)$.

4.5.1. Taxa de crescimento dos frutos

A taxa de crescimento dos frutos foi realizada mediante o acompanhamento do crescimento dos mesmos, de modo que a cada última leitura realizada (referentes ao comprimento e diâmetro dos frutos), fazia-se a subtração dos resultados obtidos da leitura anterior e dividia-se pela quantidade de dias (3 dias – intervalo utilizado para as avaliações). Os resultados obtidos foram utilizados para expressar o crescimento dos frutos no intervalo das leituras, este procedimento foi repetido para as 33 leituras realizadas (média de 96 dias), sendo a leitura inicial, considerada a leitura zero. A curva da taxa de crescimento foi obtida a partir do programa gráfico ‘Sigma Plot’, cuja a equação matemática que melhor se ajustou foi a do tipo polinomial cúbic: $f=y_0+a*x+b*x^2+c*x^3$

4.6. Avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos

A avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos dos três acessos de umbuzeiro, foi realizada mediante avaliação das características físicas e físico-químicas. Foram avaliados 10 frutos de cada acesso. As avaliações físicas e físico-químicas foram realizadas, após a colheita, quando os frutos apresentaram estágio de maturação ‘De vez’.

4.6.1. Avaliações físicas dos frutos

Foram avaliadas as seguintes características:

- **Diâmetro do fruto:** foi obtido com auxílio de paquímetro, com aferições da região equatorial do fruto e expresso em milímetros (mm). (Figura 4A)
- **Comprimento do fruto:** foi obtido com auxílio de uma de um paquímetro, medindo-se da região peduncular ao ápice do fruto e resultados expressos em milímetros (mm); (Figura 4B)
- **Formato do fruto:** foi obtido mediante a relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto. Relação <1 – frutos achatados, relação $= 1$ – frutos arredondados e relação > 1 – frutos alongados.
- **Massa dos frutos:** foi aferida mediante a pesagem dos frutos em balança digital, resultados expressos em gramas; (Figura 4C)

- **Massa da polpa:** a polpa de cada fruto foi pesada separadamente em balança digital, resultados expressos em gramas (g); (Figura 4D)
- **Rendimento de polpa:** Determinado através da equação: $R = \text{massa da polpa} / \text{peso total do fruto} \times 100$;
- **Massa da casca:** Foi obtida mediante pesagem da casca do fruto em balança analítica, resultados expressos em gramas (g); (Figura 4E)
- **Rendimento de casca:** adquirido através da equação: $R = \text{peso da casca} / \text{peso total do fruto} \times 100$;
- **Massa do caroço:** foi obtido mediante pesagem das sementes úmidas de cada fruto, resultados expressos em gramas (g); (Figura 4F)
- **Rendimento do caroço:** as sementes úmidas do fruto foram pesadas separadamente e seu rendimento determinado através da equação: $R = \text{massa das sementes} / \text{peso total do fruto} \times 100$.

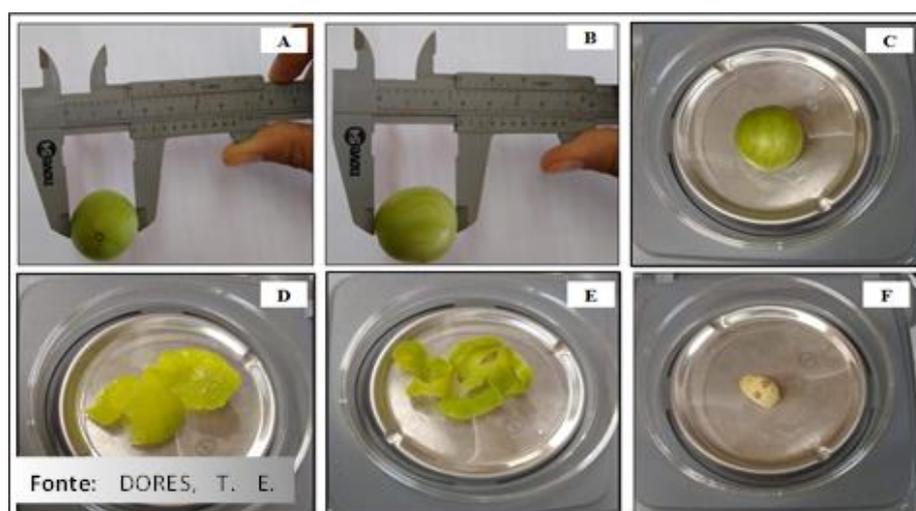


Figura 5. Diâmetro do fruto (A), Comprimento do fruto (B), Massa dos frutos (C), Massa da polpa (D), Massa da casca (E), Massa de semente (F), Serra Talhada, Pernambuco, abril, 2018.

2.1.1. Avaliações físico-químicas dos frutos

Mensuradas mediante a determinação das seguintes características:

- **Sólidos solúveis (SS):** foi determinado por meio da leitura refratométrica direta de uma alíquota da polpa homogeneizada, em refratômetro digital com

resultados expressos em °Brix, seguindo compensação de temperatura automática, segundo critérios da AOAC (2005)

- **Índice tecnológico:** determinado pela expressão $SS \times \text{Rendimento de polpa} / 100$ (CHITARRA; CHITARRA. 2005).



Figura 6. Teor de Sólidos Solúveis (SS), Serra Talhada, Pernambuco, abril, 2018.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliações fenológicas

As avaliações referentes ao ciclo fenológico do umbuzeiro foram realizadas no período de novembro de 2017 a abril de 2018, com avaliações desde o estágio de dormência, em 21/11/2017, quando as gemas diferenciadas iniciaram a formação do estágio de floração, inicialmente com botões florais, seguido o estágio de frutificação, desde a antese das flores até o estágio “De vez” (Tabela 1).

Tabela 2. Médias do número de dias dos estádios de dormência a indução a floração, estágio da floração: botões florais a antese das flores, e a frutificação: formação e crescimento dos frutos até ponto de colheita (Estádio De vez”) em três acessos de umbuzeiro, no ciclo agrícola 2017/2018, Serra Talhada /PE.

DURAÇÃO DAS FASES FENOLÓGICAS EM DIAS						
	Gema dormente	Gema Diferenciada (Indução floral)	Botões florais	Floração (antese)	Formação dos frutos	Frutos ‘De vez’
Acessos	Nov/2017	Nov/2017	Nov/2017	Dez/2017	Dez/2017	Abr/2018
1	Identif	4,0	5,0	9,3	2,9	123,9
2	Identif.	5,0	4,0	9,2	3,1	127,1
3	Identif	4,0	8,0	8,7	3,8	136,9
Média		4,3	5,6	9,1	3,5	129,3
D. P.		0,5	1,2	0,7	0,3	5,4

*Desvio Padrão

Quando avaliadas as fases fenológicas dos três acessos de umbuzeiro, pode-se verificar que período compreendido entre o estágio de dormência das gemas (Figura 7 A) até a indução floral (Figura 7E) foi obtida com uma média de 4,3 dias, cujo desenvolvimento ocorreu em três fases (Figura 7B, C e D), seguido deste estágio para iniciar os primórdios dos botões florais (Figura 7E) foi necessário uma média de 5,6 dias, quando neste estágio observou cinco fases (Figura 7 E.F, G, H e I). Do estágio do primórdio de botões florais para a antese das flores (Figura 7D), foi necessário uma média de 9,1 dias e da antese para a formação dos frutos obteve-se um média de 3,5 dias. A partir deste estágio, foi necessário uma média de 7,4 dias para ocorrer a fixação de frutos com pétalas (Figura 7k), mas com grande abscisão de estruturas florais e frutos (Figura 7L), sendo observado maior fixação dos mesmos, após abscisão das estruturas florais. Pode-se observar ainda, que após a

diferenciação da gema figura (7B), pode-se ocorrer emissão, apenas de primórdios florais (Figura 7K), apenas primórdios foliares (Figura 7D), ou primórdios foliares e primórdios florais no mesmo ramo (Figura 7E, F, G e J).

Z

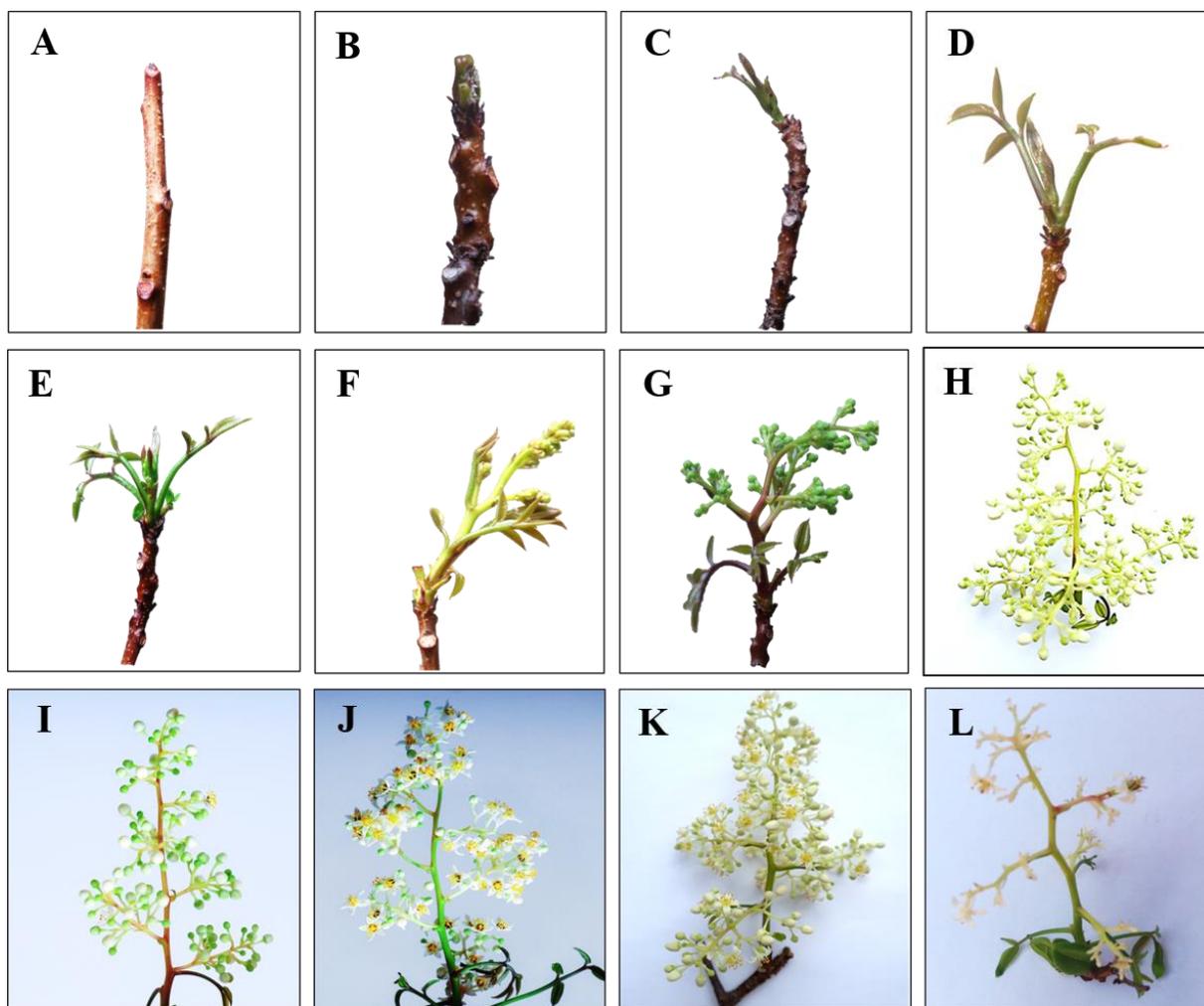


Figura 7. Dormência das gemas (A); Diferenciação das gemas (B); Emissão das primeiras folhas (C); Desenvolvimento das primeiras folhas (D); Início dos primórdios de botões florais (E); Desenvolvimento dos botões – Fase 1 (F); Desenvolvimento dos botões – fase 2 (G); Desenvolvimento dos botões (Botões brancos) – fase 3 (H), Antese (I); Plena floração (j), Emissão apenas de primórdios florais (k), Fixação e abscisão das estruturas florais e frutos (L). Serra Talhada, janeiro de 2018. Fonte: Dores T. E., 2018.

Verificou-se para os ramos avaliados que o período de dormência e diferenciação da gema, bem como o período de floração ocorreram no mês de novembro/2017, enquanto que a ocorrência dos botões florais a antese, foram constatadas de novembro/2017 a dezembro/2018. Já o desenvolvimento dos frutos ocorreu de dezembro/2017 a abril/2018 nos ramos identificados, porém o umbuzeiro não apresenta uniformidade na sua reprodução, de modo que foi observado a ocorrência de todas essas fases ao mesmo tempo no período

avaliado. Essas observações corroboram com os resultados obtidos por Cavalcanti et al., (2000), quando verificaram que o início e duração das fases fenológicas do umbuzeiro podem variar anualmente, de acordo com as ocorrências de eventos climáticos da região.

No sertão pernambucano Lima Filho (2011), verificou que as fases do umbuzeiro compreendido entre dormência da gema até o estágio da floração ocorreram nos meses de novembro a janeiro. Enquanto, a fase de frutificação ocorreu nos meses de dezembro a abril. No sertão de Alagoas, o período de floração inicia-se em setembro e estende até dezembro (NEVES; CARVALHO, 2005). Enquanto Pires (1990), identificou o período de floração na mesma região, de outubro e dezembro. Ainda segundo este mesmo autor na região do Agreste de Pernambuco, entre janeiro e março ocorre a floração e a frutificação entre março e junho.

Para o período de frutificação foram superiores aos observados por Cavalcanti; Lima e Brito (2008), que obtiveram para período médio entre a marcação do botão floral e a abertura das flores nas safras 2003/4 e 2004/5 valores iguais a 7 e 6 dias, respectivamente. Nas safras de 2005/6 e 2006/7, o período médio entre a marcação do botão floral e a abertura das flores foi de 6 e 6,2 dias, respectivamente. No período de abertura das flores ocorreram pequenos volumes de precipitação com uma média de 2,95 mm nos anos de observação. Para este trabalho o volume de chuva neste período foi correspondente a 0,21 mm, sendo a temperatura média do período igual a 28,82 °C, U.R.39,46 % (Figuras 2 e 3).

Ao avaliar a temperatura, umidade relativa do ar (Figura 2) e chuvas (Figura 3), no período do presente trabalho, verificou-se temperatura de 28,4 °C, umidade de 40,88 % e precipitação de 0,02 mm. Vale destacar que as médias destas variáveis foram semelhantes às obtidas por Cavalcanti et al., (2000), quando observaram o início do ciclo reprodutivo do umbuzeiro com ausência de precipitações, e temperatura e umidade relativa com valores mais críticos.

Vale ressaltar ainda que durante as avaliações de fenológicas do presente Trabalho, observou-se elevada taxa de abortamento das estruturas reprodutivas (flores e frutos), de forma que não foram todos os ramos que fixaram frutos, bem como não foram todos os ramos que emitiram primórdios florais e por sua vez, permaneceram durante todo o período do estudo na fase vegetativa (Tabela 3).

Tabela 3. Taxa de fixação de frutos, indução vegetativa e abortamento de flores de umbuzeiro no ciclo agrícola 2017/2018, Serra Talhada /PE.

Acessos	Fixação	Indução vegetativa	Abortamento
1	26,66 %	26,66%	46,66 %
2	13,33 %	33,33%.	53,33%
3	26,66 %	40%	33,33 %

Verifica-se, portanto, que o acesso um, apresentou uma porcentagem 26,66 % de fixação dos frutos até o ponto de colheita, sendo 46,66% o abortamento dos frutos no período de fixação e 26,66 % dos ramos não diferenciaram para a fase de floração, permanecendo no estágio vegetativo. Já para o acesso 2, obteve-se uma porcentagem de 13,33 % para a fixação os frutos até o ponto de “De vez”, evidenciou-se ainda para esta planta a maior taxa de abortamento, pois 53,33% dos frutos foram abortados após a sua formação e 33,33% dos ramos não apresentou diferenciação da fase vegetativa para a de floração. O acesso três apresentou a mesma taxa de fixação de frutos até o ponto de colheita do acesso um, sendo esta correspondente a 26,66 %, já a porcentagem de abortamento verificada foi de 33,33%. Esta planta foi a que apresentou maior porcentagem de ramos que não diferenciaram, de forma que 40% das gemas destes permaneceram da fase vegetativa (Tabela 3).

Apesar do umbuzeiro apresentar elevado número de flores hermafroditas, com potencial de produção de frutos e alta viabilidade polínica, a eficiência reprodutiva desta espécie é extremamente baixa, de modo que a polinização natural apresenta uma taxa de 0,58 % de flores capazes de produzirem frutos. (NADIA; MACHADO; LOPES, 2007).

Em relação a fase de frutificação (Figura 8), verificou-se para os três acessos de umbuzeiros avaliados, que a partir de R1 - Estádio de formação dos frutos, foi necessária uma média de 7,4 dias para ocorrer a fixação de frutos com pétalas. O período compreendido entre o R2 - Estádio de formação dos frutos e R3 - Estádio de frutos verdes com pétalas, foi em média 8,4 dias, foi neste estágio, que se observou a queda das pétalas e também a maior fixação dos frutos. Deste estágio, para dar-se início a R4 - Estádio de frutos verdes com média de comprimento correspondente de 5 a 8 mm de comprimento, necessitou-se 7,5 dias em média. Quando os frutos atingiram o R5 - Estádio uma média de 8 a 10 mm de comprimento, foi necessário uma média de 11,3 dias. Já para chegar ao comprimento de fruto de 10 a 15 mm, foi observado uma média de 13,0 dias, sendo a média de 10,5 dias identificadas para o estágio em que os frutos atingiram de 15 a 20 mm (Tabela 4).

Tabela 4. Médias do número de dias do desenvolvimento dos frutos de umbuzeiro nas suas diferentes fases da frutificação no ciclo agrícola 2017/2018, Serra Talhada /PE.

ESTÁDIOS DE FRUTIFICAÇÃO	MESES	ACESSOS			MÉDIA	D.P
		1	2	3		
		DIAS				
R1	-	-	-	-	-	-
R2	DEZ/2017	6,5	6,6	9,0	7,4	1,2
R3	DEZ/2017	7,3	8,6	9,3	8,4	3,0
R4	DEZ/2017	6,5	7,4	8,5	7,5	3,5
R5	JAN/2018	9,8	13,8	10,2	11,3	1,8
R6	JAN/2018	14,7	12,2	12,2	13,0	1,2
R7	JAN/2019	9,3	12,4	9,8	10,5	1,4
R8	FEV/2019	9,8	11,9	30,0	17,2	9,1
R9	MAR/2019	37	36,9	29,7	28,9	11,4
R10	ABR/2019	23	17,3	18,2	19,5	2,5
Formação dos frutos – Estádio “De vez”		123,9	127,1	136,9	129,3	5,4

*Desvio Padrão

Entre os estádios que os frutos atingiram de 15 a 20 mm e o estágio em que o fruto passaram a medir por volta de 20 a 25 mm de comprimento, obteve-se uma média correspondente a 17,2 dias. Para os estádios em que os frutos aparentavam próximo a “De vez” com comprimentos entre 25 e 30 mm, registrou-se uma média de 28,9 dias. Já para o último estágio avaliado, quando os frutos apresentavam tamanhos de 30 a 36 mm de comprimento, observou-se uma média de 19,5 dias (Todos estádios podem ser observados na figura 8). Vale ressaltar que ocorre variação desta média de acesso para acesso, podendo estas variações serem observadas na tabela 2, bem como o desvio padrão. A média dos números de dias entre a formação dos frutos e colheita para os acessos 1, 2 e 3, foram 123,9, 127,1 e 136,9, respectivamente (Tabela 4).

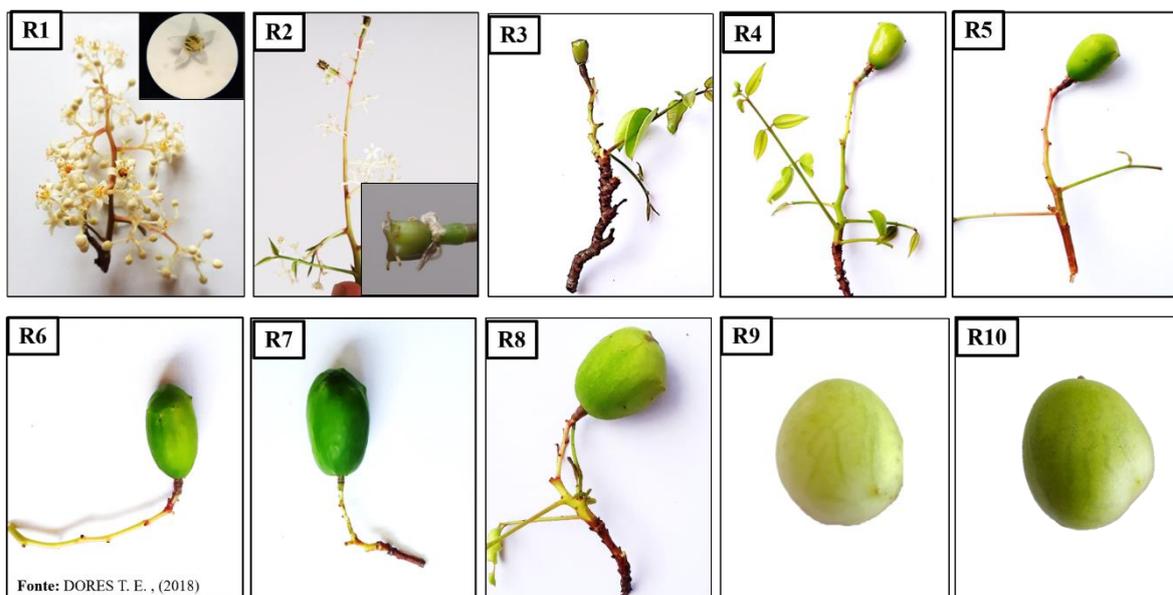


Figura 8. R1- Diferenciação da fase floral para a fase de frutos – (Formação dos frutos); R2 - Frutos com pétalas presas ; R3 - Frutos verdes - (Queda das pétalas e fixação dos frutos); R4- Frutos verdes (5 a 8mm); R5 – Frutos verdes – (8 a 10 mm comprimento); R6 - Frutos verdes - (10 a 15 mm comprimento); R7 - Frutos verdes – (15 a 20 mm comprimento); R8 - Frutos verdes – (20 a 25 mm comprimento); R9 - Frutos próximo a “De Vez”- (25 a 30 mm comprimento); R10 - Frutos “De vez” – (30 a 36 mm comprimento), Serra Talhada, Dezembro 2017 a abril de 2018.

Cavalcanti, Lima e Brito (2008) com estudo semelhante a este, verificaram, que início da frutificação nos anos analisados ocorreu na maioria das plantas no período de setembro a outubro. Em que o período médio entre a abertura das flores e o início da frutificação foi de 12,03 dias. Já o período médio entre o início da frutificação e a maturação plena dos frutos foi de 123,8 dias na safra de 2003/4, e de 125,3 dias na safra de 2004/5, e de 125,7 dias na safra de 2005/6 e de 126,4 dias nas safras de 2006/7, com isso, verifica-se que os números encontrados por Cavalcanti, Lima e Brito (2008), foram próximos ao obtidos no referente estudo, embora não se tenha avaliado até o estágio “De vez”.

3.2. Curvas de crescimento dos frutos

Verificou-se que as curvas de crescimento dos frutos das três plantas avaliadas, tanto para comprimento, quanto diâmetro, tiveram comportamento sigmoideal em função do número de dias após antese (Figura, 9). Vale ressaltar que para este trabalho o desenvolvimento dos frutos foi dividido nas seguintes fenofases: R1- Diferenciação da fase floral para a fase de

frutos – Formação dos frutos; R2 - Frutos com pétalas presas ; R3 - Frutos verdes - (Queda das pétalas e fixação dos frutos); R4 - Frutos verdes (5 a 8 mm); R5 – Frutos verdes – (8 a 10 mm comprimento); R6 - Frutos verdes - (10 a 15 mm comprimento); R7 - Frutos verdes – (15 a 20 mm comprimento); R8 - Frutos verdes – (20 a 25 mm comprimento); R9 - Frutos próximo a “De Vez”- (25 a 30 mm comprimento); R10 - Frutos “De vez” – (a 36 mm comprimento), (Figura 9). No entanto, dimensionamento do diâmetro e o comprimento dos frutos foram iniciados cerca de 40 dias após a antese, no estágio em que os frutos foram considerados verdes comprimento de 8 a 10 mm, quando estes foram considerados totalmente fixados, não correndo risco de abscisão/queda, resistindo, portanto, as avaliações, uma vez que os frutos se mostravam muito sensíveis a danos físicos, e caindo poderiam comprometer a pesquisa.

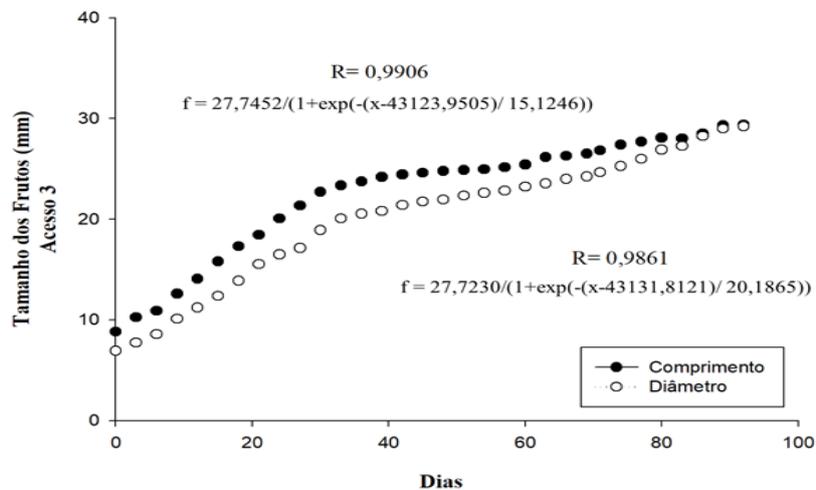
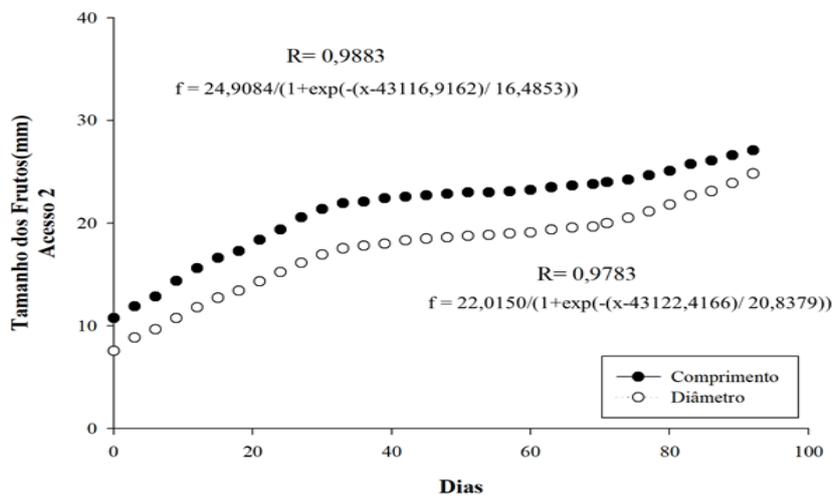
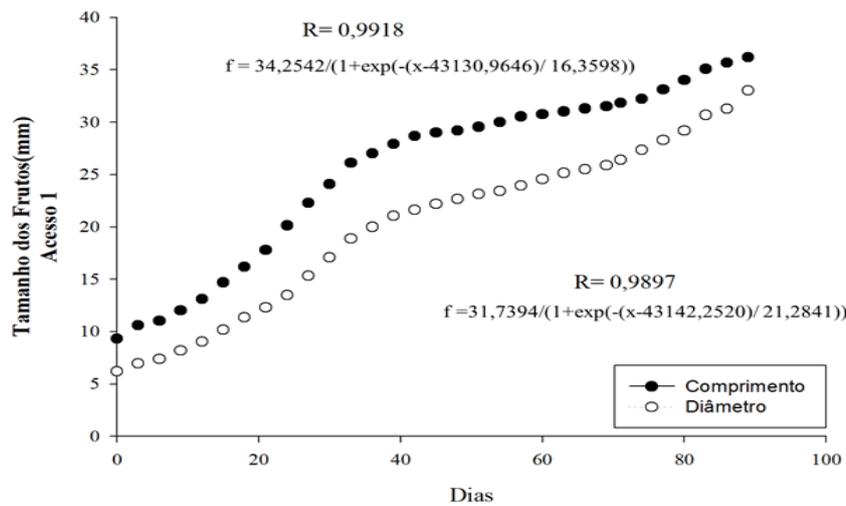


Figura 9. Comprimento e diâmetro (mm); durante o crescimento dos frutos de três acessos umbuzeiros, a partir de 40 dias após antese, Serra Talhada, Pernambuco, janeiro a abril de 2018.

Observou-se, portanto, que durante o início das avaliações o crescimento dos frutos ocorria de forma mais rápida, quando estes apresentavam em média 8 mm para comprimento e 7 mm para diâmetro, este comportamento se estendeu até o momento que os frutos apresentavam médias de comprimento correspondente a 15 mm de comprimento, sendo esse período de aproximadamente 12 a 15 dias do início das avaliações. A partir do momento em que os frutos atingem o crescimento de 15 a 25 mm, verifica-se uma mudança na curva de crescimento, há uma maior elevação do crescimento dos frutos, sendo sempre menor para diâmetro e maior para o comprimento, esse comportamento se repete para os três acessos. Esse período ocorre em média aos 18 dias da avaliação, se prolongando até os 40 dias para o acesso um e 30 dias para o acesso dois, 36 dias para o acesso três (Figuras, 9).

A curva de crescimento dos frutos demonstra uma estabilização do crescimento dos frutos após o período supracitado, voltando os frutos a ter crescimento a partir de uma média de 72 dias das avaliações. O comportamento apresentado no acesso um, se repete para os outros acessos avaliados. No entanto, os frutos do acesso dois, atingiram o ponto de maturação fisiológica com dimensionamento menores, isto é, quando seus frutos apresentaram dimensões de 27,08 e 24,83 mm. Já o acesso três, tiveram seus frutos colhidos quando estes atingiram médias em torno de 29,40 mm, para comprimento e 29,21 mm para o diâmetro, evidenciando o formato arredondado apresentado (Figuras, 9).

Quando estudado a evolução do crescimento e da maturação de frutos de cajazeira (*Spondias mombin* L.), Moura et al., (2003) verificaram que na fase 1 do fruto que classificaram como (F.1), o crescimento propriamente dito, o fruto estendeu-se até aproximadamente 97 dias após a abertura da flor, na qual observou-se maior taxa de crescimento, caracterizado pelo aumento do comprimento e diâmetro, e do acúmulo de pesos fresco e seco. O volume do fruto aumentou continuamente durante todo período de desenvolvimento, resultante principalmente, do aumento do comprimento na primeira e segunda fases. O aumento do volume do fruto é proporcionado pelo aumento do número e tamanho das células, as quais são constituídas inicialmente de protoplasmas e na sequência do crescimento, formação dos vacúolos e acúmulo de carboidratos e outros compostos (AWAD,1993). O crescimento primário de frutos é devido principalmente a um aumento em volume de célula (HULME, 1970).

Moura et al., (2003) verificaram ainda que na fase de maturação dos frutos, que ocorreu por volta 97 aos 117 dias após a antese, e foi caracterizada por uma desaceleração da

taxa de crescimento, os frutos apresentaram taxas mais baixas de aumento de comprimento e diâmetro, e acúmulo de pesos fresco e seco.

Estudos realizados para o desenvolvimento, fisiologia da maturação e indicadores do ponto de colheita de frutos da umbugueira (*Spondias* sp.), evidenciou que até cerca de 117 dias da antese (DAA), não foi observado aumento relevante no tamanho durante a maturação e maturação dos frutos avaliados. Os frutos da umbugueira, aos 117 DAA, mediam 23,9 mm de diâmetro e 29,7 mm de comprimento, atingindo o amadurecimento aos 147 DAA, com, em média, 23,43 mm e 29,95 mm, respectivamente. Este autor evidenciou ainda que, o formato da umbugueira é ovoide, e sua fase de enchimento dá-se paralela ao crescimento longitudinal, também não sendo observado aumento significativo no crescimento a partir dos 127 DAA, ou seja, durante a maturação (DANTAS et al., 2014).

Durante o desenvolvimento, por ter feito estudos com relação as dimensões (médias do comprimento e diâmetro), volume, com o incremento de massa fresca, foi evidenciado que o acúmulo de massa provoca o aumento no volume e nas dimensões dos frutos, eventos fortemente regulados por hormônios durante o crescimento e a maturação dos frutos (MC ATEE et al., 2013).

Dantas et al., (2014) evidenciaram que o padrão de crescimento dos frutos da umbugueira é sigmoidal simples, observando-se crescimento rápido no início do desenvolvimento dos frutos, quando se iniciou a fase de maturidade fisiológica, seguido de um crescimento lento e estabilidade. Diante disto, evidenciou-se no presente trabalho, que o padrão de crescimento dos frutos do umbuzeiro, apresenta curva de crescimento sigmoidal simples, pois, observou-se crescimento rápido dos frutos no início do seu desenvolvimento, seguido crescimento lento, estabilidade e um leve crescimento ao final.

3.2.1. Formato dos frutos

Quanto ao formato dos frutos avaliados, verifica-se que estes são alongados no início do desenvolvimento, para os três acessos, todavia, os frutos do acesso três apresentaram formato arredondado ao final das avaliações permanecendo os frutos das demais com formato alongado, percebe-se também, que há diferença entre o comprimento e o diâmetro diminuem, configurando que o fruto em um determinado momento tem uma diminuição do crescimento do comprimento e aumento crescimento do diâmetro (Figura 10).

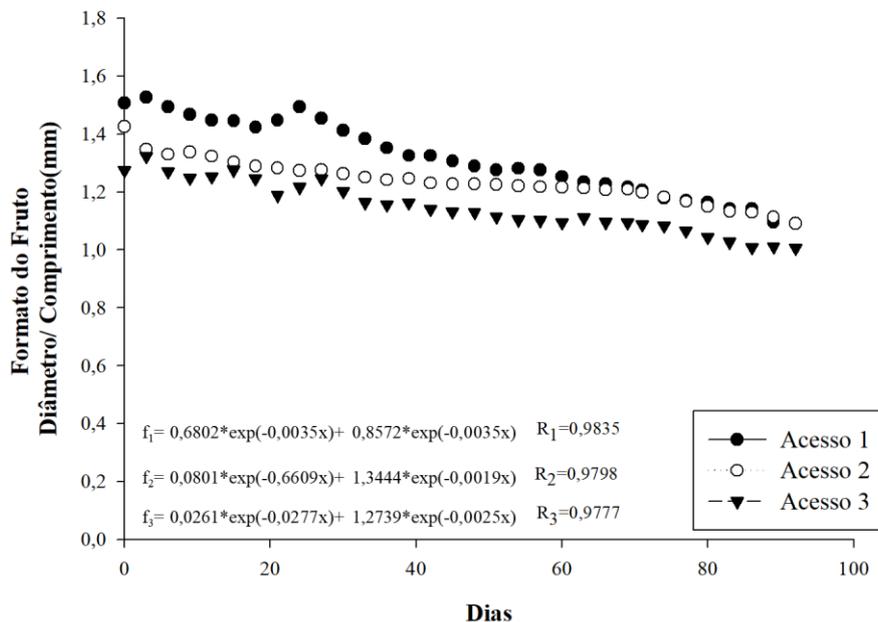


Figura 10. Formato dos frutos de umbuzeiros durante o crescimento, a partir de 40 dias após antese, Serra Talhada, Pernambuco, janeiro a abril de 2018.

2.1.1. Taxa de crescimento

Avaliando-se a taxa de crescimento para os frutos das 3 plantas, verifica-se que está tem crescimento acentuado nos primeiros 20 dias de avaliação, logo após esse período essa taxa começa a ter um decréscimo. Esse comportamento se estende até os 60 dias, a partir da avaliação inicial, porém para o comprimento as taxas de crescimento são menores do que para o diâmetro, que neste período apresentam taxas de crescimento maiores. No período de 60 a 72 dias percebe-se uma estabilização do crescimento dos frutos, e por volta de uma média 72 dias os frutos voltam a demonstrar crescimento, todavia o destaque é para o diâmetro que continua apresentando maiores taxas que o comprimento dos frutos. Esse comportamento caracteriza a fase de maturação dos frutos (Figuras 11).

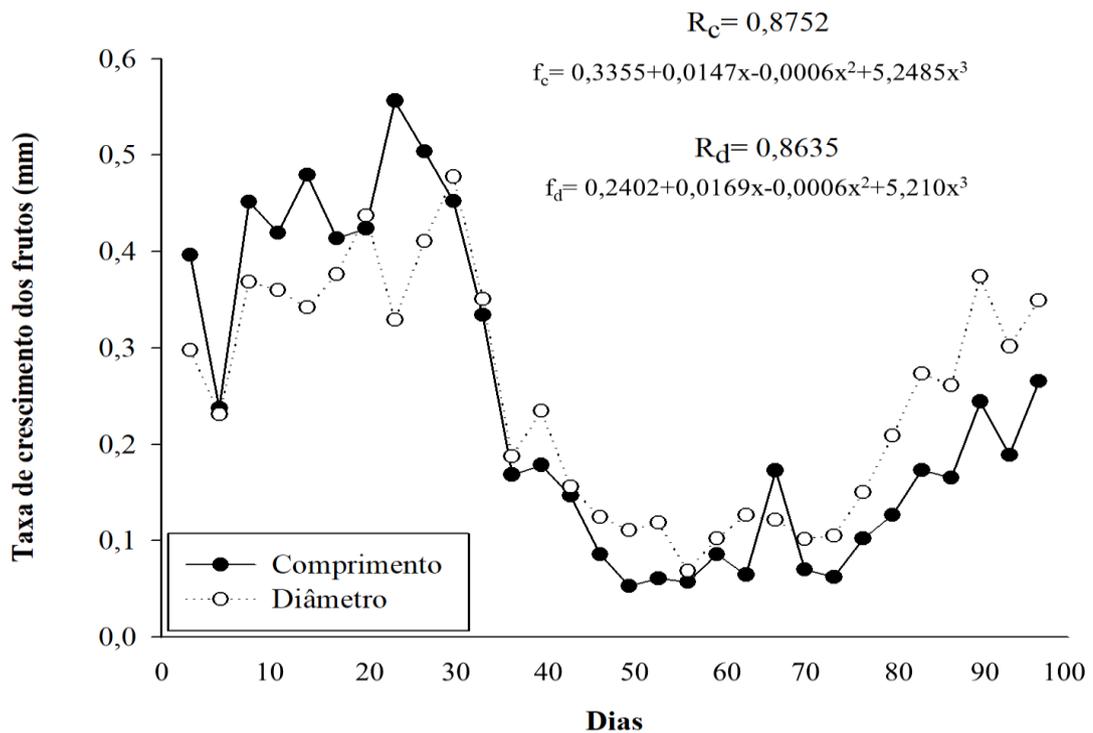


Figura 11. Taxa de crescimento dos frutos (mm) durante o crescimento dos umbus, a partir de 40 dias após antese, Serra Talhada, Pernambuco, janeiro a abril de 2018.

O conhecimento referente taxa e também da curva de crescimento dos frutos é muito importante para o mercado de frutas de modo que o acompanhamento destas tem sido objeto frequente de pesquisas científica. Para a cultura do umbuzeiro, praticamente não existem estudos referentes à taxa de crescimento de frutos, apesar de alguns parâmetros de qualidade, como diâmetro e comprimento, serem fundamentais no ato da comercialização, quer seja no mercado interno ou caso deseje-se comercializar a fruta para exportação (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001). O conhecimento sobre a curva de crescimento dos frutos possibilita, por exemplo, saber, até que ponto a planta necessita de certos nutrientes, bem como, a sua necessidade hídrica, podendo diante disso, auxiliar no manejo da irrigação, uma vez que frutos em crescimento demandam maiores quantidades de água e solutos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) é imprescindível que haja suprimento adequado de água e nutrientes à planta neste período para que haja o melhor desenvolvimento do fruto.

Matos et al., (2014), reforçam essa informação, pois os mesmos relatam que, mediante o conhecimento das diferentes fases fenológicas envolvidas no seu desenvolvimento do fruto, pode-se identificar períodos críticos, como a época de maior ganho de massa ou a época de início da maturação para definir os períodos de colheitas, possibilitando, assim, produção com melhor qualidade.

As alterações quantitativas que ocorrem durante o crescimento do fruto resultam principalmente no ganho de peso e volume do mesmo. Esta fase sofre muita influência de fatores exógenos, como temperatura, radiação solar e precipitação, além de fatores endógenos, como características genéticas e fisiológicas. De acordo com Coombe (1976), o volume final do fruto está ligado basicamente ao número, densidade e volume das células dos tecidos deste órgão. O mesmo autor afirma ainda que o volume das células é o fator que sofre maior influência das condições de cultivo.

2.2. Avaliações da qualidade de pós-colheita do fruto

2.2.1. Avaliações físicas dos frutos

Os valores referentes aos parâmetros de qualidade física dos frutos para os três acessos de umbuzeiro avaliados no presente estudo encontram-se descrito nas tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5. Valores, médias e Desvio Padrão (D.P) para, Comprimento (C), Diâmetro (D), Peso do Fruto (PF), Peso da Casca (P C), Peso da Polpa (PP), Peso do Caroço (PCAR), Formato do Fruto (FF) porcentagens para, Rendimento de Polpa (RP), Rendimento de Casca (RC) e Rendimento do Caroço (RCAR) do acesso 1, Serra Talhada, abril de 2018

Fruto	C (mm)	D (mm)	F.F. C/D	PF (g)	PCAS (g)	PP (g)	PCAR (g)	RP (%)	RCAS (%)	RCAR (%)
1	36,23	31,14	1,16	20,11	3,65	14,16	2,30	70,41	18,16	11,43
2	36,33	32,02	1,13	20,23	3,44	14,21	2,58	70,24	17,02	12,75
3	36,33	32,95	1,10	20,70	4,00	14,62	2,08	70,63	19,31	10,06
4	37,62	32,98	1,14	21,59	3,26	16,25	2,08	75,27	15,12	9,61
5	36,38	32,15	1,13	22,28	3,77	15,72	2,79	70,59	16,91	12,50
6	36,85	33,59	1,10	20,47	3,49	14,84	2,14	72,49	17,03	10,47
7	34,70	29,70	1,17	20,26	3,74	14,44	2,08	71,28	18,48	10,24
8	35,75	32,61	1,10	19,36	3,24	14,00	2,12	72,33	16,71	10,96
9	34,73	29,36	1,18	19,73	3,23	14,43	2,07	73,16	16,38	10,47
10	36,68	33,09	1,11	21,02	3,53	15,41	2,08	73,32	16,80	9,88
Média	36,16	31,96	1,13	20,57	3,54	14,81	2,23	71,97	17,19	10,84
D.P.	0,86	1,38	0,3	0,82	0,24	0,71	0,24	1,55	1,12	1,02

Tabela 6. Valores, médias e Desvio Padrão (D.P) para, Comprimento (C), Diâmetro (D), Peso do Fruto (PF), Peso da Casca (P C), Peso da Polpa (PP), Peso do Caroço (PCAR), Formato do Fruto (FF) porcentagens para, Rendimento de Polpa (RP), Rendimento de Casca (RC) e Rendimento do Caroço (RCAR) do acesso 2, Serra Talhada, abril de 2018.

Fruto	C (mm)	D (mm)	F.F. C/D	PF (g)	PCAS (g)	PP (g)	PCAR (g)	RP (%)	RCAS (%)	RCAR (%)
1	26,43	24,95	1,06	8,67	1,88	5,10	1,69	58,81	21,64	19,55
2	27,65	26,59	1,11	11,18	2,14	7,65	1,38	68,44	19,18	12,38
3	29,90	26,84	1,11	11,27	1,96	7,99	1,32	70,89	17,42	11,68
4	28,85	25,59	1,13	11,43	2,23	7,26	1,94	63,50	19,50	17,00
5	28,46	23,71	1,20	10,41	1,95	7,34	1,12	70,54	18,73	19,99
6	30,25	27,98	1,08	13,67	2,02	10,37	1,29	75,85	14,75	9,40
7	26,05	24,87	1,05	9,80	1,78	6,53	1,49	66,58	18,20	15,21
8	23,87	20,82	1,15	6,12	1,36	3,73	1,03	60,94	22,21	16,84
9	25,59	23,65	1,08	8,44	1,74	5,30	1,40	62,80	20,56	16,64
10	25,66	25,36	1,05	9,64	2,22	5,52	1,90	57,28	23,06	19,66
Média	27,27	25,04	1,10	10,06	1,93	6,68	1,46	65,56	19,53	15,84
D.P.	1,98	1,90	0,05	1,95	0,25	1,77	0,29	5,62	2,35	3,46

Tabela 7. Valores, médias e Desvio Padrão (D.P) para, Comprimento (C), Diâmetro (D), Peso do Fruto (PF), Peso da Casca (P C), Peso da Polpa (PP), Peso do Caroço (PCAR), Formato do Fruto (FF) porcentagens para, Rendimento de Polpa (RP), Rendimento de Casca (RC) e Rendimento do Caroço (RCAR) do acesso 3, Serra Talhada, Pernambuco, abril de 2018.

Fruto	C (mm)	D (mm)	F.F. C/D	PF (g)	PCAS (g)	PP (g)	PCAR (g)	RP (%)	RCAS (%)	RCAR (%)
1	30,07	29,80	1,00	15,02	2,25	11,15	1,62	74,27	14,96	10,77
2	28,76	29,03	0,99	13,55	2,28	9,71	1,56	71,67	16,82	11,51
3	30,33	29,67	1,00	14,49	2,29	10,51	1,70	72,51	15,79	11,70
4	28,70	28,49	1,00	12,65	2,36	8,47	1,82	66,94	18,63	14,42
5	30,55	30,30	1,00	15,09	2,11	11,53	1,45	76,40	13,97	9,63
6	29,15	29,66	1,00	13,33	2,26	9,54	1,53	71,61	16,95	11,44
7	30,06	29,60	1,00	14,56	2,27	10,62	1,68	72,92	15,56	11,52
8	30,30	29,60	1,00	15,13	2,31	11,19	1,62	74,00	15,28	10,72
9	30,48	29,67	1,05	15,17	2,23	11,36	1,59	74,86	14,69	10,45
10	29,55	28,46	1,05	13,62	2,17	9,69	1,76	71,16	15,90	12,95
Média	29,80	29,43	1,01	14,26	2,25	10,38	1,63	72,63	15,85	11,51
D.P.	0,67	0,56	0,02	0,86	0,07	0,94	0,11	2,46	1,26	1,28

Constata-se, que o acesso um, foi o que apresentou maiores valores para diâmetro e comprimento dos frutos chegando a tamanhos iguais a 36,85 mm de comprimento e 33,59 mm de diâmetro (Tabelas 5, 6 e 7) e o acesso 2 os menores com 23,87 mm comprimento e 22,80 mm diâmetro, sendo estes resultados eram esperados, uma vez que os frutos do acesso um eram maiores e os do acesso dois os menores. Os valores encontrados neste trabalho, se aproximam, aos encontrados por Moura, et al., (2017), que encontrou os seguintes valores para diâmetro longitudinal de 34,8 mm ($\pm 0,47$ mm), diâmetro transversal de 32,6 mm ($\pm 0,47$ mm), peso fresco do fruto de 22,3 g ($\pm 7,60$ g), peso fresco do caroço de 2,89 g ($\pm 0,99$ g), peso fresco da polpa de 11,5 g ($\pm 5,45$ g).

Quando fez esta avaliação, Pires (1990) registrou diferenças quanto às dimensões e as formas dos frutos em seus estudos de modo que estes variaram de 26,5 mm a 42,9 mm de comprimento e de 22,4mm a 39,1 mm de diâmetro. Os valores encontrados neste trabalho se encontram dentro dos intervalos encontrados por este autor, no entanto, percebe-se que o mesmo encontrou valores superiores para comprimento, do mesmo modo inferiores para diâmetro. A diversidade observada indica a alta variabilidade entre genótipos para parâmetros de qualidade dos frutos (OLIVEIRA et al., 2014; DANTAS-JÚNIOR, 2008).

O umbu é um fruto climatérico, completa sua maturação após a colheita. Assim, os frutos devem ser colhidos quando estiverem bem formados e se apresentarem no estágio “De vez” ou próximo a ele, geralmente isto ocorre, quando a cor da casca começa a mudar de verde-escura para verde clara brilhante a ligeiramente amarelada (NEVES E CARVALHO, 2005). Nesse estágio, a textura da casca apresenta-se mais lisa em relação ao fruto ainda verde.

Narain et al. (1991), realizaram um estudo na qual atestaram ser o estágio ‘De vez’ o mais apropriado para a colheita, tanto do ponto de vista físico, quanto do ponto de vista químico. Já Neves e Carvalho, (2005), verificaram que os frutos no estágio “De vez” são mais pesados e volumosos, apresentando também um maior percentual de polpa (64,62%) em relação às demais partes do fruto, os mesmos encontraram percentual de 54,48 e 54,24 para frutos verdes e maduros, respectivamente. Segundo estes mesmos autores os frutos no estágio “De vez” apresentam maior consistência, o que proporciona maior resistência ao transporte, além de influenciar positivamente para a sua vida útil. Para o presente trabalho os frutos foram colhidos quando apresentaram a cor esverdeada-amarelo no estágio supracitado.

Quanto ao formato do fruto, quando realizada a relação entre o comprimento e o diâmetro dos mesmos, verificou-se que a relação entre o comprimento e o diâmetro dos frutos

iguais 1 indicaram que os frutos apresentaram formato arredondado, já valores maiores que 1, indicaram que os frutos eram alongados. Pode-se afirmar com isso, que os acessos um e dois, só apresentaram frutos alongados no momento da colheita, enquanto que o acesso 3 apresentaram em sua maioria frutos arredondados (Tabela 5,6 e 7).

De acordo com Maia (2004) o fruto é uma drupa elipsoidal, glabra ou levemente pilosa, arredondada, medindo de 2 cm a 5 cm, que apresenta epicarpo de espessura variável, de cor amarelo esverdeada. Já Moura et al., (2017), classifica o fruto do umbuzeiro como drupa de formato ovoide ou oblongo com casca fina de coloração verde a amarelada quando maduro. Para Maia (2004) o fruto apresenta mesocarpo de sabor adocicado e endocarpo de tamanho variado, a semente apresenta tegumento constituído por testa tegumento de consistência membranosa que, juntamente com o endocarpo, formam o caroço.

No presente trabalho para as avaliações de rendimentos, encontrou-se para o acesso um, rendimento de polpa (71,97%, $\pm 1,55$ %), rendimento de casca (17,19%, $\pm 1,12$ %) e rendimento de caroço (10,84%, $\pm 1,02$) (Tabela 5). O acesso dois foi a que apresentou menor rendimento de polpa com (65,56%, $\pm 5,62$ %), porém o maior rendimento de casca (19,53%, $\pm 2,35$ %) e rendimento de caroço (15,84% $\pm 3,46$), (Tabela 6). Já o acesso três apresentou rendimento de polpa, (72,63%, $\pm 2,46$ %), rendimento de casca (15,85%, $\pm 1,26$ %) e rendimento de caroço (11,51%, $\pm 1,28$), sendo esta a planta que apresentou maior rendimento de polpa (Tabela 7).

2.2.2. Avaliações físico-química

Encontrou-se nestas avaliações valores médios para o teor de sólidos solúveis, expresso em °Brix semelhantes para os acessos um, dois e três, cujos valores foram 14,53 %, 14,75%, 13,73 %, respectivamente, sendo o acesso dois o que apresentou o melhor resultado para o teor de sólidos solúveis (°Brix) e o acesso três o menor. Quanto ao índice tecnológico (SS/RP) os valores encontrados foram 10,46 para o acesso um, 9,70 para acesso dois e 9,96 para o acesso 3. Já para a média geral obteve-se um valor correspondente a 14,33 para o teor de sólidos solúveis (°Brix) com Desvio padrão de ($\pm 0,57$) e 10,04 para índice tecnológico com desvio padrão de ($\pm 0,55$) (Tabelas 8).

Tabela 8. Valores, médias e Desvio Padrão (D.P) isolados e geral para °Brix (SS) e Índice tecnológico (SSxRP/100) dos acessos um, dois e três, Serra Talhada, Pernambuco, abril de 2018.

Frutos	°Brix (SS) %			Índice Tecnológico			Média geral Acessos	
	Acesso 1	Acesso 2	Acesso 3	Acesso 1	Acesso 2	Acesso 3	°Brix (SS) %	Índice Tecno lógico
1	14,25	15,00	13,00	10,03	8,82	9,66	14,08	9,51
2	15,25	15,50	14,25	10,71	10,61	10,21	15,00	10,51
3	13,75	15,00	12,50	9,71	10,63	9,06	13,75	9,80
4	14,25	14,00	13,25	10,73	8,89	8,87	13,83	9,50
5	14,00	14,75	13,25	9,88	10,40	10,12	14,00	10,14
6	15,00	15,50	16,75	10,87	11,76	11,99	15,75	11,54
7	14,25	15,50	13,00	10,16	10,32	9,48	14,25	9,99
8	15,00	13,75	14,00	10,85	8,38	10,36	14,25	9,86
9	14,75	15,00	13,00	10,79	9,42	9,73	14,25	9,98
10	14,75	13,50	14,25	10,81	7,73	10,14	14,17	9,56
Média	14,53	14,75	13,73	10,46	9,70	9,96	14,33	10,04
D.P.	0,47	0,71	1,15	0,43	1,18	0,82	0,57	0,55

De acordo com os resultados obtidos, pode-se verificar que houve pequena variação para o teor de sólidos solúveis para os frutos dos diferentes acessos, sendo as médias superiores às encontradas por Campos (2007), que observou valor de 9,1 % para umbu no estádio “De vez” e 12,3% para umbus maduros. Embora no presente trabalho o umbu foi no estádio “De vez” teor de SS” foi superior. No entanto, diversos trabalhos relatados por Lima & Silva (2016), destacam que devido à variabilidade genética, os SS podem variar de 7,5% a 14,8%. Os frutos estudados neste trabalho chegaram a apresentar valores de SS (%) superiores, evidenciando o potencial de qualidade, para consumo in natura. Ainda para esta variável Moura et al., (2017), observaram valores de sólidos solúveis de 11,3% ($\pm 0,19\%$). A diversidade observada está de acordo com outros estudos, indicando alta variabilidade entre genótipos para parâmetros de qualidade dos frutos (OLIVEIRA et al., 2014; DANTAS-JÚNIOR, 2008).

Neves e Carvalho, (2005) ao realizar estudo semelhante a este observou que os valores referentes ao teor de Sólidos Solúveis (SS %) são maiores nos frutos maduros; entretanto, como é um fruto climatérico, se for colhido no estádio “De vez”, esses valores tendem a aumentar. Quando estudada a evolução do crescimento e da maturação de frutos de cajazeira, fruto pertencente ao mesmo gênero do umbuzeiro, Moura et al., (2003) observaram que os SS

(%) apresentaram elevação acentuada a partir dos 110 dias após a antese, quando atingiu o estágio de maturação fisiológica. Foi observado ainda, um aumento contínuo dos Sólidos Solúveis Totais - SST (%) durante o crescimento do fruto, isso até os 123 dias após a antese correspondente ao estágio maduro. Vale ressaltar que os frutos analisados atingiram ponto de maturidade fisiológica em média de 113 a 134 dias.

A elevação dos SST ocorre devido a uma acentuada conversão do amido, em açúcares (LOMBARDI et al., 2000). Pesquisas com umbu revelam que durante o desenvolvimento dos frutos, ocorre aumento no teor de sólidos solúveis devido à hidrólise do amido e da pectina (MOURA, 2003). Com isso pode-se atribuir os valores para teor de sólidos solúveis encontrados neste trabalho à variabilidade apresentada pelos acessos, bem como para o fato dos umbus terem sido colhidos no ponto de maturação fisiológica (Estádio “De vez”).

CONCLUSÃO

Nas condições do Semiárido Pernambucano a média do número de dias entre a formação dos frutos e colheita para os acessos estudados, foi de aproximadamente, 129,3 dias. O período médio entre a antese floral e a formação dos frutos foi de 3,5 dias. As curvas de crescimento dos frutos apresentaram comportamento sigmoideal. Com relação aos atributos de qualidade avaliados, o acesso três apresentou o maior rendimento de polpa, (72,63%, $\pm 2,46$ %), já o acesso dois apresentou o menor valor (65,56%, $\pm 5,62$ %). Quanto ao teor médio de sólidos solúveis para frutos dos três acessos foi correspondente a 14,33 %, contudo, os três acessos apresentaram resultados semelhantes, cujos valores foram 14,53 %, 14,75%, 13,73 %, porém o acesso dois apresentou o melhor resultado. Portanto há potencial para comercialização dos frutos dos acessos de umbuzeiros estudados no mercado de frutas frescas, assim como para indústria. Por ser uma frutífera passível de exploração econômica e possuir alto potencial de produção em condições Semiárida, esta, se constitui numa ótima alternativa para promover a melhoria da renda dos agricultores familiares, que produzem sob a condição de sequeiro, justificando a necessidade de melhor atenção para a frutífera. Diante disto, entende-se que para haver a exploração em escala comercial da cultura do umbuzeiro, é necessário que se fomente a realização de mais pesquisas, capazes de gerar informações que chegue a população alvo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J.R.; VALSECHI, O. **Guia de composição de frutas**. Piracicaba: Instituto Zimotécnico, ESALQ-USP, 1996. (Boletim, 21)
- ALVES, C. J. A. **Fruticultura no Nordeste: potencialidades e inovações tecnológicas**. Cruz das Almas, BA., EMBRAPA CNPMF, 1990
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2018 / Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. Disponível em: http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wpcontent/uploads/2018/04/FRUTICULTURA_2018_dupla.pdf. Acesso em 18 jan. 2019
- ARAÚJO, F. P.; AIDAR, S. T.; MATTA, V. M.; MONTEIRO, R. P.; MELO, N. F.; **Extrativismo do umbu e alternativas para a manutenção de áreas preservadas por agricultores familiares em Uauá, BA** / Francisco Pinheiro de Araújo et al... [Et al.]. — Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 114 p., 1993. il. ISBN 85-213-0761-6.
- BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA, L. C. M. **Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Universitária UFPE, p. 657-693, 2003.
- BATISTA, F.R.C. SILVA; M. A. S; ARAÚJO, V. S. **Uso sustentável do umbuzeiro: estratégia de convivência com o semiárido**; Campina Grande: INSA, 2015. 15p.: il. ISBN: 978-85-64265-23-3 1. Umbu – semiárido – Brasil. 2. Umbu – colheita – processamento. 3. Plantio – colheita – conservação; III Instituto Nacional do Semiárido.
- BEZERRA, S. A.; CANTALICE, J. R. B.; CUNHA FILHO, M.; SOUZA, W. L. S. Características hidráulicas da erosão em sulcos em um cambissolo do semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 34:1325-1332, 2010.
- CARVALHO, V. C. de. Structure et dynamique de la végétation en milieu tropical Semiaride: la Caatinga de Quixaba (Pernambuco, Brésil) du terrain a l'analyse des donnees MSS/Landsat. 1986. 332 f. These (Doctoract) – Université de Toulouse – Le Mirail, Toulouse.
- CAMPOS, C. O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita**. 2007. 113 f. IN: Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.
- CAVALCANTI, N. de B.; LIMA, J. L. S.; 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.
- CAVALCANTI, N. de B.; LIMA, J. L. S.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Fenologia reprodutiva do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) no Semi-Árido do Nordeste brasileiro. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 47, n. 272, p. 421-439, 2000.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **PIB do agronegócio 2018**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 20. Jan. 2019

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Póscolheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

COELHO, K. B.; SOUSA, E P. **A Fruticultura como fator de desenvolvimento do Município de Petrolina–PE – O Caso do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho**. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/12/12P528.pdf>; Acesso em: 19. Jan. 2019

COOMBE, B. G. **The development of fleshy fruit**. Annual Revista Plant Physiology, Palo Alto, v. 27, pag. 207-228, 1976.

CONTI, I.L.; PONTEL, E.; **Transição paradigmática na convivência com o Semiárido**. In: Irio Luiz Conti e Edni Oscar Schroeder (orgs.). *Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e Protagonismo Social*. Editora IABS: Brasília/DF, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Umbu (fruto)**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_18_11_36_14_umbuagosto2014.pdf. Acesso em: 19. Jan. 2019.

CORRÊA, M. P. **Umbuzeiro**. In: PIO CORREIA, M. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, IBDF, 1978. v. 6, p. 336.

DANTAS, A. L.; SILVA, S. de M.; DANTAS, R. L.; SOUZA, A. S. B. de S.; SCHUNEMANN, A. P. P. **Desenvolvimento, fisiologia da maturação e indicadores do ponto de colheita de frutos da umbugueleira (*Spondias* sp.)**. Jaboticabal – SP: **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, pag. 33-42, 2016.

DANTAS JUNIOR, O. R. **Qualidade e capacidade antioxidante total de frutos de genótipos de umbuzeiro oriundos do Semi-árido nordestino**. Areia: UFPB, 90 p., 2008. IN: Tese de doutorado. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE.

DAVENPORT, T. L.; NÚÑEZ-ELISA, R. **Reproductive physiology**. In: LITZ, R. E. (Ed.) *The mango: botany, production and uses*. Wallingford: CAB International, p. 69-146, 1997.

DAVENPORT, T. L. **Citrus flowering**. *Horticultural Reviews*, New York, v. 12, p. 349-408, 1990.

DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 1ª ed., 266 p., 2016.

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

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. **Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo “solo” comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF**. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n. 3, v. 23, pag. 541 -545, 2001.

FRONZA, D.; JANNER, J.; **Implantação de pomares**– Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico; Rede e-Tec Brasil, 2014. 126 p.: il.; 28 cm. ISBN 978-85-63573-65-0

GIACOMETTI, D. C. **Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil**: In: Simpósio nacional de recursos genéticos de fruteiras nativas, 1992, Cruz das Almas. Resumos... Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1993. p.13-27.

GOMES, R. P. **O umbuzeiro**. In: GOMES, P. Fruticultura brasileira. 9 11. ed. São Paulo: Nobel, 1990. p. 426-428.

HULME, A. C. **The Biochemistry of fruits and their Products**. London: Academic Press, 1970, p. 618.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE; (Brasil). **Produção agrícola municipal (IBGE)**. Tabelas. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 19. Jan. 2019.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, SP: RiMa, 2000. 531 p.

LEITE, A. V. L.; MACHADO, I. C. **Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil**. Journal of Arid Environments, v. 74, p. 1374-1380, 2010.

LIMA, M. A. C.; SILVA, S. M. **Qualidade e conservação pós-colheita**. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 176-215, 2016.

LIMA FILHO, J. M. P. **Ecofisiologia do Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 51 p., 2011. Documentos 240, ISSN 1808-9992.

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. 1.091-1.094, 1988.

LIMA, F. L. N.; ARAÚJO, J. E. V.; ESPINDÓLA, A. C. M. **Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 29 p. (Série frutas nativas, 6).

LIMA, J. L. S. **Reconhecimento de trinta espécies arbóreas e arbustivas da Caatinga através da morfologia da casca**. 1982, 144 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LOMBARDI, S. R. B.; MORAES, D. de M.; CAMELATTO, D. **Avaliação do Crescimento e da Maturação Pós-Colheita de Pêras da Cultivar Shinsseiki**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 35, n.12, dez. 2000.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, pag. 413, 2004.

MATOS, V. A. T.; PIVETTA, F.; PAIVA SOBRINHO, S.; TISSIANI, A. S. O.; PEREIRA, A. P. M. S.; RAMOS, F. T.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. **Temperaturas basais e exigência térmica para a maturação de caju**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 969-977, 2014.

McATEE, P.; KARIM, S.; SCHAFFER, R.; DAVID, K. **A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening**. Frontiers in Plant Science, Lausanne, v. 4, n. 79, pag. 1-7, 2013.

MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semi-árido**. Mossoró, ESAM, 1990. 66p. (Coleção Mossoroense, Série C - v. 554).

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA; (Brasil). **Plano Nacional de Desenvolvimento da Fruticultura**-Publicado: 27/02/2018 16h42. Última modificação: 27/02/2018 18h43. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-lanca-plano-de-fruticultura-em-parceria-com-o-setor-privado>. Acesso em: 19. Jan. 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: MAPA/ACE, 2018.

MINISTÉRIO DO INTERIOR: SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE (Brasil); **Plano de ação contra as calamidades públicas de secas e enchentes** – 1973; Ilheus: Sudene/FEANE 1973.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A. **Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. Biotropica**. v. 32, p. 811-823, 2000.

MOURA, N. R.; FERREIRA, M. A. R.; PASSOS, T. O.; LIMA, A. R.; CASTRO, C. D. P. C.; RYBKA, A. C. P.; OLIVEIRA, V. R.; FREITAS, S. T. **Qualidade físico-química e características biométricas de frutos de umbuzeiro do banco de germoplasma da Embrapa Semiárido**. In: Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 12, 2017, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, pag. 271-276, 2017.

MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; MARTINS, L. P.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. **Evolução do Crescimento e da Maturação de Frutos de Cajazeira (*Spondias mombin* L.)**. Proceedings of The Interamerican Society for Tropical Horticulture, vol. 47, pag. 231-233, 2003.

NADIA, T.C.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**, v. 30, n. 1, p. 89-100, 2007.

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*)**. Food Chemistry, Barking, n. 44, p. 255-259, 1992.

NEVES, O.S. C.; CARVALHO, J. G.1; **Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**; Ano XI - Número 127; Lavras – 2005.

OLIVEIRA, C. L.; SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P.; CHAVES, A. R. M.; AIDAR, S. de T. **Peso de frutos e produtividade de sete acessos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em Petrolina, PE**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2014, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. Pag. 223-228. (Embrapa Semiárido. Documentos, 261).

OMETTO, J. C. Bioclimatologia tropical. São Paulo. **Ceres**, 1981. p.390-398.

PELL, S.K. 2004. **Molecular systematics of the cashew Family (Anacardiaceae)**. Dissertation, Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Baton Rouge.

- PIRES, M.G.M. **Estudo Taxonômico e Área de Ocorrência de Umbuzeiro** (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) No Estado de Pernambuco. Brasil. Recife. UFRPE, 1990. 290 p. dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R. de. **Estrutura floral e sistema reprodutivo do umbuzeiro**. Petrolina: Embrapa, 1986. 2 p. (EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em Andamento, 50).
- PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America. **Annals of Missouri Botanical Garden**, St. Louis, n. 80, p. 902-927, 1993.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia tropical**. São Paulo. Ceres, 1981. p.390-398.
- ORTEGA. A. C.; SOBEL.T.F. **Desenvolvimento territorial e perímetros irrigados: avaliação das políticas governamentais implantadas nos perímetros irrigados Bebedouro e Nilo Coelho em Petrolina (PE).**; Planejamento e políticas públicas | ppp | n. 35 | jul. /dez. 2010.
- SANTOS, C.A.F. **Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.32, n.9, p.923-930, 1997
- SANTOS. C. N. O.; OLIVEIRA. A. C. O. **Importância sócio-econômica do beneficiamento do umbu para os municípios de Canudos, Uauá e Curaçá**. 3º Simpósio Brasileiro de captação de água da chuva no Semi-Árido; 2002 Avenida das Nações, 04 – Bairro Castelo Branco 48.900-000 Juazeiro – BA E-mail: irpaa@irpaa.org. Disponível em: [brhttp://www.ispn.org.br/umbu-boas-praticas-de-manejo-para-o-extrativismo-sustentavel/](http://www.ispn.org.br/umbu-boas-praticas-de-manejo-para-o-extrativismo-sustentavel/). Acesso em 02. Fev. 2019.
- SILVA, C. M. M. de; PIRES, I. E.; SILVA, H. D. da. **Variação fenotípica dos frutos do umbuzeiro**. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1980.
- SILVA, A. Q.; SILVA, A. da. **Observações morfológicas e fisiológicas sobre Spondias tuberosa Arr. Câm.** In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 25., 1974, Mossoró. Anais... Recife: SBB, 1974. p. 5-15.
- SISTEMA DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – SIGSAB. Disponível em: <http://sigsab.insa.gov.br/>. Acesso em: 19. Jan. 2019
- SIQUEIRA, D. L. **Planejamento e implantação de pomar/** Dalmo Lopes Siqueira, Walter efrain Pereira. - Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 171p.:il.
- SOUTHWICK, J. M.; DAVENPORT, T. L. **Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus**. Plant Physiology, Rockville, v. 81, p. 26-29, 1986.
- SOUZA, M. J. H.; RAMOS, M. M.; SIQUEIRA, D. L., COSTA, L. C.; LHAMAS, A. J. M.; MANTOVANI, E. C. CECON, P. R.; SALOMÃO L. C. C. Produção e qualidade dos frutos da limeira ácida 'Tahiti' submetida a diferentes porcentagens de área molhada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 245-250, 2003.

TURINI, E. Umbu (fruto). **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2010. Disponível em: http://www.conab.gov.br/.../11_06_30_17_46_37_umbu_junho.pdf. Acesso em: 02. Fev. 2019.

VIDAL, M. F.; XIMENES. L. J. F.; **Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização Fortaleza**: Banco do Nordeste do Brasil, 2017. - (Série documentos do ETENE -Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, Ano1, n.2). Disponível em:https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/3_fruta.pdf/e5f76cc8-c25a-ff08-6402

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J.E.V.; MULLER, C.H. DIAZ, C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promissórios de la Amazonia**. Lima: FAO. 27-83. 1996. 9d75f3708925. Acesso em 18. Fev. 2019