



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

LUANA JÉSSICA SOUZA SANTOS

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E QUALIDADE DOS FRUTOS DE ACESSOS  
DE UMBUZEIRO E UMBU-CAJAZEIRA DA COLEÇÃO DO IFBAIANO, *CAMPUS*  
GUANAMBI - BA**

GUANAMBI  
BAHIA – BRASIL  
2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

LUANA JÉSSICA SOUZA SANTOS

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E QUALIDADE DOS FRUTOS DE ACESSOS  
DE UMBUZEIRO E UMBU-CAJAZEIRA DA COLEÇÃO DO IFBAIANO, *CAMPUS*  
GUANAMBI - BA**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

GUANAMBI  
BAHIA – BRASIL  
2018

Catálogo: Roberta Pinheiro Ferraz - CRB-5/1596, IF Baiano,  
Campus Guanambi, com dados fornecidos pelo (a) autor (a)

S237c Santos, Luana Jéssica Souza

Características fisiológicas e qualidade dos frutos de  
acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira da coleção do  
IFBaiano, *Campus Guanambi – Ba.* / Luana Jéssica Souza  
Santos. – Guanambi, Ba, 2018.

97f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no  
Semiárido) – Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano, Campus Guanambi, 2018.

Orientador(a): Alessandro de Magalhães Arantes.

Coorientador(a): Sérgio Luiz Rodrigues Donato.

1. Umbuzeiro. 2. Umbu-cajazeira. 3. Recursos genéticos.  
I. Título.

CDU: 634.4





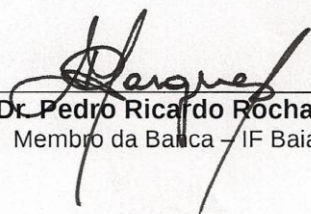

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

LUANA JÉSSICA SOUZA SANTOS

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E QUALIDADE DOS FRUTOS DE ACESSOS  
DE UMBUZEIRO E UMBU-CAJAZEIRA DA COLEÇÃO DO IFBAIANO, *CAMPUS*  
GUANAMBI - BA**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de *Mestre* Profissional.

APROVADA: 27 de março de 2018

 Prof. Dr. César Fernandes Aquino Membro da Banca – UFOB	 Prof. <sup>a</sup> . Dr. <sup>a</sup> Maria Auxiliadora Coelho de Lima Membro da Banca – Embrapa Semiárido
 Prof. Dr. Pedro Ricardo Rocha Marques Membro da Banca – IF Baiano	 Prof. Dr. Alessandro de Magalhães Arantes Orientador – IF Baiano

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por seu infinito amor, por me sustentar nos momentos difíceis, por sua paz e imensa sabedoria que transcende o nosso entendimento, por conceder os recursos e direcionar o caminho. A ti, toda honra e toda glória.

À minha família, em especial minha vó e minha mãe, por todo o amor, compreensão, dedicação, pelo exemplo de dignidade, por estarem sempre me dando forças para continuar e pelos seus valiosos ensinamentos.

A meu esposo, por me apoiar, trabalhar junto comigo na coleta de dados, pela paciência nos momentos difíceis, por seu amor e companheirismo.

Ao Prof. Arantes, por sua orientação, paciência, dedicação, ensinamentos e simpatia.

Ao Prof. Sérgio, por sua coorientação, seus ensinamentos, apoio e dedicação.

À Pesquisadora Maria Auxiliadora, pelo apoio, dedicação, disponibilidade de tempo, ensinamentos e parceria.

Ao Prof. César, pela presteza em ajudar, ensinamentos, disponibilidade de tempo e apoio.

Ao Prof. Pedro, pela dedicação e presteza.

Ao Prof. Alex, pelo apoio e ensinamentos.

Ao IFBAIANO, por disponibilizar o apoio de residência, alimentação e segurança, que possibilitou minha permanência inicial na pesquisa.

À Embrapa Semiárido, por disponibilizar laboratórios, equipamentos e funcionários para enriquecimento deste trabalho.

À FAPESB, pelo apoio financeiro e possibilitar dedicação exclusiva à pesquisa.

Aos colegas de turma que fizeram parte da caminhada.

Aos funcionários da agricultura, que contribuíram com meu trabalho e cuidaram da coleção do IFBAIANO com atenção.

A Diogo e Adriano, que me ajudaram nas madrugadas descascando umbu.

Às demais pessoas que contribuíram para meu crescimento pessoal, profissional, e realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1 Importâncias das Coleções de Germoplasma.....	9
2.2 Coleções de <i>Spondias</i> spp.....	11
2.3 Características de Umbuzeiro e Umu-cajazeira.....	12
2.3.1 Características Fitotécnicas.....	12
2.3.2 Características Fisiológicas.....	13
2.3.3 Qualidade do Fruto .....	14
2.3.3.1 Cor da Casca.....	15
2.3.3.2 Firmeza da Polpa.....	15
2.3.3.3 Massa.....	15
2.3.3.4 Diâmetro Longitudinal e Transversal.....	16
2.3.3.5 Rendimento de Polpa.....	16
2.3.3.6 Teor de Sólidos Solúveis.....	17
2.3.3.7 Acidez Titulável.....	17
2.3.3.8 Relação Sólidos solúveis/Acidez Titulável.....	17
2.3.3.9 pH.....	18
2.3.3.10 Teores de Açúcares Solúveis Totais e de Açúcares Redutores.....	18
2.3.3.11 Teor de Amido.....	19
2.3.3.12 Teor de Compostos Pécnicos.....	19
2.3.3.13 Teor de Flavonoides Amarelos.....	19
2.3.3.14 Teor de Ácido Ascórbico.....	20
2.3.3.15 Teor de Polifenóis Extraíveis Totais.....	20
2.3.3.16 Atividade Antioxidante pelos Métodos de Captura de Radicais Livres ABTS e DPPH.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Instalação do Experimento.....	22
3.2 Descrição das Condições Ambientais.....	24
3.3 Tratamentos e Delineamento Experimental.....	25

3.4 Características Analisadas .....	28
3.4.1 Características Fitotécnicas.....	28
3.4.2 Características Fisiológicas .....	29
3.4.3 Qualidade dos Frutos.....	31
3.4.3.1 Características Físicas .....	31
3.4.3.2 Características Físico-químicas.....	33
3.4.3.3 Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante.....	36
3.5 Análise Estatística .....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
4.1 Características Fitotécnicas.....	38
4.2 Características Fisiológicas.....	43
4.2.1 Teores Foliare de Nutrientes.....	43
4.2.2 Fluorescência da clorofila <i>a</i> .....	56
4.2.3 Índice de clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e <i>Total</i> .....	58
4.2.4 Índice de área foliar.....	65
4.3 Qualidade dos Frutos.....	68
4.3.1 Características Físicas .....	68
4.3.2 Características Físico-químicas.....	75
4.3.3 Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante.....	81
5. CONCLUSÕES .....	85
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

## RESUMO

SANTOS, L. J. S., M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus* Guanambi, Guanambi, março de 2018. **Características fisiológicas e qualidade dos frutos de acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira da Coleção do IFBAIANO, *Campus* Guanambi - BA.** Orientador: Alessandro de Magalhães Arantes. Coorientador: Sérgio Luiz Rodrigues Donato.

O umbuzeiro e umbu-cajazeira são considerados recursos genéticos de grande importância regional pela resistência à seca e geração de renda a agricultores familiares. Porém, ambas as espécies demandam informações sobre as características de acessos potenciais para implantação comercial e preservação. Desse modo, objetivou-se avaliar características fitotécnicas, fisiológicas e qualidade dos frutos de 15 acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira, presentes na Coleção do IFBAIANO, *Campus* Guanambi-BA. Os tratamentos, 16 acessos: BGU-44, BGU-45, BGU-47, BGU-48, BGU-50, BGU-75, EPAMIG-01, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-06, EPAMIG-07, EPAMIG-09, EPAMIG-13, umbuzeiro de origem desconhecida e umbu-cajazeira Princesa foram dispostos num delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições, constituídas de uma planta cada. Foram mensuradas as características fitotécnicas das plantas aos cinco, oito, nove e 10 anos, as características fisiológicas ao longo das datas de avaliação das plantas: os teores de nutrientes nas folhas, nas fases de emissão de fluxo foliar e senescência das folhas, nas safras de 2015/2016 e 2016/2017, também foi determinada a taxa de retranslocação dos nutrientes de N, P, K e Mg; e as características físicas, físico-químicas e químicas do fruto. Os acessos BGU-44, BGU-45, BGU-47 e EPAMIG-07 expressaram menor altura, enquanto BGU-50, EPAMIG-03 e EPAMIG-13 revelaram maior valor do maior diâmetro de copa. A fluorescência da clorofila indicou que os acessos EPAMIG-01, EPAMIG-04, EPAMIG-13, BGU-45, BGU-47 e umbu-cajazeira Princesa revelaram maior eficiência fotoquímica no fotossistema II nas condições edafoclimáticas locais, em comparação aos demais acessos. Os acessos denotaram teores médios de nutrientes na folha, expresso em  $\text{g kg}^{-1}$  de: 28,6; 2,0; 9,5; 2,5; 27,6 e 4,20 para N, P, K, S, Ca, e Mg, respectivamente; e em  $\text{mg kg}^{-1}$  de: 86,22; 3,52; 103,61; 60,2; 16,0 e 82,12 para B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na, respectivamente. Os acessos BGU-75, EPAMIG-01 e BGU-50, expressaram frutos maiores, sendo os dois primeiros acessos de maior massa do fruto, em quanto BGU-44, BGU-45, BGU-47, BGU-50, BGU-75, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-05 e EPAMIG-13 revelaram maior rendimento de polpa. Os



acessos BGU-48, BGU-50, BGU-75, EPAMIG-04, EPAMIG-06, EPAMIG-07, EPAMIG-09, umbu-cajazeira Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida se destacaram pela maior doçura, indicada pela relação sólidos solúveis/acidez titulável. Os acessos EPAMIG-05 e EPAMIG-13 revelaram maior pH, desejável ao consumo *in natura*, ao passo que, BGU-75, BGU-50, EPAMIG-07 e umbu-cajazeira Princesa indicaram pH menor, mais favorável à conservação na atividade agroindustrial. Os acessos apresentaram teor médio de ácido ascórbico 30,47 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa. Os acessos EPAMIG-04 e EPAMIG-06 denotaram maior teor de polifenóis extraíveis totais, enquanto BGU-44, BGU-45, EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-06 e EPAMIG-09 expressaram maior atividade antioxidante. Conclui-se que alguns acessos apresentam maior potencial para consumo *in natura* e outros para a industrialização, destacando-se o BGU-75, por associar as características de maior tamanho, maior massa do fruto, maior rendimento, maior firmeza de polpa e doçura, o EPAMIG-01 também pela maior massa fruto e firmeza de polpa, EPAMIG-04 e EPAMIG-06 devido ao potencial antioxidante.

Palavras-chave: *Spondias* spp., potencial antioxidante, recursos genéticos, variabilidade.

## ABSTRACT

SANTOS, L. J. S., M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Guanambi, Guanambi, maio de 2018. **Physiological and fruit quality characteristics of umbuzeiro tree and umbu-cajazeira tree access from the IFBAIANO Collection, Guanambi Campus - BA.** Adviser: Alessandro de Magalhães Arantes. Co-adviser: Sérgio Luiz Rodrigues Donato.

The umbuzeiro tree and umbu-cajazeira tree are considered genetic resources of great regional importance due to resistance to drought and generation of income to family farmers. However, both species demand information on the characteristics of potential accesses for commercial implantation and preservation. The objective of this study was to evaluate the phytotechnical, physiological and fruit quality characteristics of 15 umbuzeiro tree and one umbu-cajazeira tree accesses, present in the IFBAIANO Collection, Guanambi-BA *Campus*. The treatments, 16 accesses: BGU-44, BGU-45, BGU-47, BGU-48, BGU-50, BGU-75, EPAMIG-01, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-06, EPAMIG-07, EPAMIG-09, EPAMIG-13, umbuzeiro of unknown origin and umbu-cajazeira Princess Were

arranged in a completely randomized experimental design with three replicates, consisting of one plant each. The phytotechnical characteristics of the at five, eight, nine and 10 years; the physiological characteristics along the evaluation dates of plants: the contents of nutrients in the leaves, in the phases of leaf flow and leaf senescence, in the 2015/2016 and 2016/2017, the retranslocation rate of nutrients of N, P, K and Mg ;and the physical, physicalchemical and chemical characteristics of the fruit. The accesses BGU-44, BGU-45, BGU-47 and EPAMIG-07 expressed lower height, while BGU-50, EPAMIG-03 and EPAMIG-13 revealed greater value of larger crown diameter. The Chlorophyll fluorescence indicated that the EPAMIG-01, EPAMIG-04, EPAMIG-13, BGU-45, BGU-47 and umbu-cajazeira Princesa revealed higher photochemical efficiency in photosystem II under local edaphoclimatic conditions compared to other accessions. The accessions denoted mean nutrient contents in leaf, expressed in g kg<sup>-1</sup>: de: 28,6; 2,0; 9,5; 2,5; 27,6 e 4,20 for N, P, K, S, Ca, e Mg, respectivamente; and in mg kg<sup>-1</sup> of: 86,22; 3,52; 103,61; 60,2; 16,0 and 82,12 for B, Cu, Fe, Mn, Zn and Na, respectively. The BGU-75, EPAMIG-01 and BGU-50, showed larger fruits, being the first two accessions of greater mass of the fruit. While BGU-44, BGU-45, BGU-47, BGU-50, BGU-75, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-05 and EPAMIG-13 revealed higher pulp yield. The BGU-48, BGU-50, BGU-75, EPAMIG-04, EPAMIG-06, EPAMIG-07, EPAMIG-9, umbu-cajazeira Princesa and umbuzeiro of unknown origins tood out for the greater, indicated by the ratio in solubles solid/titratable acidity. The EPAMIG-05 and EPAMIG-13 accessions revealed higher pH, desirable for *in natura* consumption, whereas BGU-75, BGU-50, EPAMIG-07 and umbu-cajazeira Princesa indicated lower pH more favorable conservation in agroindustrial activity. The accessions presented average ascorbic acid content 30,47 mg 100 g<sup>-1</sup> of pulp. The accessions EPAMIG-04 and EPAMIG-06 showed higher total extractable polyphenols, whereas BGU-45, BGU-44, EPAMIG-09, EPAMIG-04, EPAMIG-05 and EPAMIG-06 showed higher antioxidant activity. It is concluded that the some accesses have potential for consumption *in natura* and others for industrialization, stand out the BGU-75, for associating the characteristics of bigger size, bigger mass of the fruit, higher yield, greater flesh firmness and be sweeter, EPAMIG-01 also by the greater fruit mass and firmness of pulp, EPAMIG-06 and EPAMIG-04, due to the antioxidant potential demonstrated total extractable polyphenols contents and antioxidant.

Key words: *Spondias* spp., antioxidant potential, genetic resources, variability.

## 1. INTRODUÇÃO

A Caatinga apresenta frutíferas nativas de destaque, por seus valores atuais ou potenciais para uso na alimentação, madeireiro, energético, aromático, ornamental, cosméticos, farmacêutico, entre outros. A conservação em coleções de germoplasma *ex situ*, representa uma estratégia importante na preservação dos recursos genéticos dessas espécies.

O umbuzeiro e o umbu-cajazeira são espécies de importância ambiental e socioeconômica para o Semiárido. Os frutos dessas espécies são comercializados de forma extrativista, com grande capacidade de expansão para plantios domésticos destinados aos mercados de consumidores *in natura* e produtos processados a partir da polpa e casca.

Acrescenta-se a esta realidade o fato de que, o surgimento de iniciativas privadas de áreas comerciais e a necessidade de preservação do material genético das espécies umbuzeiro e umbu-cajazeira, demandam maior conhecimento de caracterização dos acessos e seus frutos a fim de identificar genótipos considerados potenciais para os mercados *in natura* ou industrialização. Além dos aspectos sensoriais como textura, sabor, aroma e aparência, também são visados às propriedades não sensoriais que são benéficas a saúde humana e podem elevar a aceitação desses frutos pelos consumidores (VIDIGAL et al., 2011).

O processamento e a comercialização dos frutos do umbuzeiro e umbu-cajazeira por meio de agroindústrias comunitárias são importantes alternativas para complementar a renda dos produtores rurais da região semiárida. A exigência de mercado e a introdução de tecnologia no processamento da agroindústria têm demandado o estabelecimento de uniformidade do padrão de qualidade dos frutos. Assim reflete também na necessidade de acessos com uso para cada um destes fins.

Apesar dos avanços de pesquisas que caracterizam os frutos de umbuzeiro e umbu-cajazeira, atualmente estas espécies não possuem acessos recomendados para uso em escala produtiva e nem para um mercado específico de destino, seja para consumo *in natura* ou para a agroindústria. Além disso, não há trabalhos, reunindo características fisiológicas, fitotécnicas e de qualidade do fruto de acessos adultos de umbuzeiro e umbu-cajazeira, que possam fornecer base para selecionar acessos promissores ao cultivo comercial.

Os Bancos de Germoplasma e Coleções constituem importante fonte de informação neste processo de seleção. Além da preservação da variabilidade das espécies, reduzindo os efeitos da erosão genética em condições naturais, possibilitam a caracterização e a documentação detalhadas diferentes acessos para uso em programas de melhoramento ou

identificação de inserção em mercado potencial (OLIVEIRA et al., 2016). A implantação de Bancos de Germoplasmas e Coleções em condições ambientais diferentes também pode esclarecer a interação dos acessos com ambiente e sua expressão fenotípica. No caso de diferentes acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira, a caracterização se faz necessária, devendo incluir dados fenológicos, produtivos, fisiológicos, morfológicos e de qualidade dos frutos, considerando a complexidade de cada acesso.

O conhecimento da diversidade de acessos existentes nos Bancos de Germoplasma e nas Coleções pode contribuir para a identificação de formas mais eficazes de aproveitamento econômico. Objetivou-se avaliar características fitotécnicas, fisiológicas e qualidade dos frutos de 15 acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira, presentes na Coleção do IFBAIANO, *Campus* Guanambi-BA.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Importância das Coleções de Germoplasma**

Segundo Saturnino, Gonçalves e Silva (2000), durante a coleta de frutos de umbuzeiro, selecionam-se os frutos maiores e/ou sensorialmente melhores. As plantas cujos frutos não atendem a estes dois critérios não são alvo de colheita, de forma que ocorre uma seleção negativa, mantendo-se no campo as sementes que são de qualidade comercial inferior.

A situação pode ser extrapolada para coletas extrativistas de espécies frutíferas em geral, em que comumente os frutos maiores e mais doces são extraídos para consumo ou comercialização. O restante dos frutos, que não apresentam essas características, é desprezado. Consequentemente, o material propagado neste local será proveniente dos frutos rejeitados. Este processo pode contribuir para a erosão genética das espécies vegetais nativas.

Erosão genética é definida como a perda da diversidade genética em um determinado local e período de tempo, desaparecimento de genes e exclusão de combinações gênicas (FORD-LLOYD, DIAS e BETTENCOURT, 2004). A erosão genética é causada, entre outros fatores, por perda ou distúrbio do habitat natural, desastres naturais, substituição de plantas nativas por exóticas, mudança nos tratos culturais por consequência de ações antrópicas ou fenômenos naturais intensos (CARVALHO, SILVA e MEDEIROS, 2009). A diminuição do tamanho da população de determinada espécie reduz, irremediavelmente, algumas de suas características, em função da perda de variabilidade genética, o que representa a perda de alelos em vários genes (BRANDT, RSCHELAK e VIBRANS, 2008).

Por outro lado, o melhoramento genético, com base na sustentabilidade da agricultura e da agroindústria, necessita ser alimentado continuamente de genes, ou seja, de acréscimo de diversidade de recursos genéticos. Porém, o direcionamento de cultivares melhores e mais produtivas afunila a base genética apenas com as que são interessantes para aquele momento (SANTOS, 2003). A domesticação restringe a base genética do cultivo de uma população, surgindo consequências ecológicas que as tornam mais vulnerável. Desta forma, as características de rusticidade e suas vantagens de adaptação a solos pobres ou degradados se perdem (TOMBOLATO, 2004), embora seja possível encontrar pesquisas de seleção de materiais adaptados a condições adversas.

Hagler (2001) ressalta que a seleção com base apenas em cultivares altamente produtivas pode acarretar redução da variabilidade natural, obtida por processos de evolução das espécies. Assim, a ocorrência de variações ambientais de médio e longo prazo pode prejudicar a cultura, já que se tornou mais suscetível por não ter sido sofrido adaptação por meio de seleção natural.

Para evitar ou, pelo menos, reduzir o processo de erosão genética é necessário preservar a variabilidade, por meio de coleções, que são conjuntos de acessos representativos da variabilidade de uma espécie, o que pode ser por meio de Bancos de Germoplasma *ex situ* e *in situ*. A escolha da estratégia de conservação da diversidade genética depende da variabilidade de espécies e o conjunto de cultivares, sendo a combinação de diferentes ações a melhor alternativa. A conservação *ex situ* ainda é uma das poucas estratégias viáveis e mais comumente utilizadas para conservação de espécies frutíferas arbóreas, mas ainda onerosa e vulnerável à perda de material genético (EMBRAPA, 2016).

A conservação requer estudos sobre a genética de coleções representativas de plantas que constituem um Banco de Germoplasma *ex situ*, sendo caracterizadas e avaliadas as variabilidades presentes de uma determinada espécie (OLIVEIRA et al., 2016). As etapas que envolvem as atividades com recursos genéticos de estudo preliminar, coleta, caracterização, conservação, documentação e uso de frutíferas nativas no Nordeste são extremamente restritas, e a conservação *ex situ* desse germoplasma é quase insignificante diante da diversidade de espécies e da variabilidade intra-específica existentes (EMBRAPA, 2016).

A conservação dos recursos genéticos vegetais é desafiadora para a ciência, ressaltando o potencial e complexidade das plantas para os vários destinos. Por isso, considera a conservação, avaliação e uso das variabilidades como prioridade no campo da pesquisa. Portanto, um dos objetivos mais importantes é conhecer as características detalhadas dos acessos para fazer uso das informações e direcionar o melhor aproveitamento do recurso.

## 2.2 Coleções de *Spondias* spp

A conservação *ex situ* de germoplasma de umbuzeiro e umbu-cajazeira é de grande importância nacional e internacional, especialmente para o Semiárido. Essas espécies endêmicas da Caatinga vêm sendo destruídas juntamente com as matas, para a expansão da fronteira agropecuária e pelo consumo das plantas novas pelos animais (SANTOS, NASCIMENTO e OLIVEIRA, 1999), o que acarreta a perda de genes ainda pouco explorados. Apesar do não reconhecimento oficial pelo Ministério do Meio Ambiente, o umbuzeiro é considerado em extinção por fatores como clima, caprinocultura extensiva e desmatamento (DRUMOND et al., 2016).

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) pertence à família Anacardiaceae. Ocupa uma área bastante extensa da região Semiárida do Nordeste brasileiro e, apesar de sua distribuição dispersa, consagra-se como uma espécie frutífera de grande importância econômica, social e ecológica (GONDIM et al., 1991). O umbuzeiro adapta-se em regiões entre 400 e 800 mm de precipitação pluvial por ano (LORENZI, 2000), possuindo mecanismos de sobrevivência à escassez e distribuição irregular de chuvas, como as raízes tuberosas, que armazenam água e nutrientes, e o controle eficiente da transpiração foliar (LIMA FILHO e AIDAR, 2016).

O umbu-cajazeira (*Spondias bahiensis* P. Carvalho, Van den Berg & M. Machado) foi considerado um híbrido natural entre o umbuzeiro e a cajazeira (*Spondias lutea*) (SANTOS e OLIVEIRA, 2008). Mas, recentemente o umbu-cajazeira, no estado da Bahia, foi identificado como uma espécie (MACHADO, CARVALHO e VAN DEN BERG, 2015). Esta espécie também possui característica xerófila, com a presença de raízes tuberosas que possibilitam maior resistência ao estresse hídrico. Ocorre na região do semiárido, sendo seus frutos consumidos *in natura* ou processados.

Segundo Gondim (2012), o Brasil destaca-se no mundo pela diversidade de espécies frutíferas. Muitas plantas nativas não são conhecidas ou são pouco exploradas comercialmente. Portanto, pesquisas são necessárias para a introdução de plantas nativas e não tradicionais no mercado. Neste sentido, as Coleções de umbuzeiro e umbu-cajazeira reúnem exemplares de recursos genéticos que possibilitam identificar, entre os acessos conservados no campo, oportunidades rentáveis.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária possui um dos maiores Bancos ativos de Germoplasma de *Spondias* spp., constituído de 182 acessos, distribuído em quatro coleções, sendo a *Spondias tuberosa* em maior número. As atividades principais concentram-

se na conservação dos recursos genéticos, na caracterização, na avaliação, no intercâmbio e na documentação, tentando abranger o maior número possível de variabilidade genética, objetivando a prevenção da erosão genética e o conhecimento de acessos adaptados a ambientes vulneráveis a estresses bióticos e abióticos (MACHADO et al., 2015).

A Coleção de umbuzeiro e umbu-cajazeira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* de Guanambi é uma parceria da instituição, da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas - BA, e da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG Norte, Nova Porteirinha - MG. A área experimental em campo foi implantada em 2007. A Coleção é composta de 24 acessos de umbuzeiro e sete de umbu-cajazeira, totalizando 31 acessos, com contínuo enriquecimento da diversidade. O principal intuito da Coleção é conservar os recursos genéticos, caracterizar os acessos, multiplicar material propagativo e realizar pesquisas científicas.

Santos, Nascimento e Oliveira (1999) mencionaram que na caracterização de plantas nativas, como o umbuzeiro, a descrição inicial é fundamental, pois é a referência principal para trabalhos posteriores de melhoramento genético da espécie. Também existe a necessidade de réplicas dos experimentos em outras áreas do Semiárido para verificar, a médio e longo prazo, informações sobre a interação genótipo x ambiente na produção dos frutos.

## **2.3 Caracterização de Umbuzeiro e Umbu-cajazeira**

O conhecimento das características de plantas perenes frutíferas, como umbuzeiro e umbu-cajazeira, tem sido feita com a descrição, de forma isolada, dos teores de nutrientes, fitotécnica, fisiológica e da qualidade dos frutos, sem a associação da mensuração dessas características nas mesmas épocas e plantas. A visão geral das características dos acessos permite selecionar as plantas que apresentam frutos com qualidade e melhores desempenhos agronômicos como promissoras ao cultivo comercial.

### **2.3.1 Características Fitotécnicas**

As características fitotécnicas revelam o desenvolvimento da planta, podendo interferir na atividade da colheita manual, na definição do espaçamento de plantio e no manejo da cultura. Santos, Nascimento e Oliveira (1999) reportaram valores médios de 6,3 m de altura e maior diâmetro de copa de 15,1 m, para acessos de 17 grupos de umbuzeiro de ocorrência em

regiões ecogeográficas distintas do Semiárido. Estudos realizados por Pires (1990) registraram diâmetro da copa variando de 9,20 m a 14,5 m.

Para umbu-cajazeira, aos cinco anos, Dantas (2015) relatou 2,41 m de altura de planta e 4,33 m de diâmetro de copa. Segundo Saturnino (2008), umbu-cajazeira é uma planta de porte médio a grande e bastante vigorosa. Santos (2009), avaliando as características de plantas silvestres de umbu-cajazeira, em 10 municípios do Estado da Bahia, verificou que a altura variou de 4,55 a 11 m, o diâmetro da copa, de 7,6 a 19,8 m e a circunferência, de 0,78 a 2,15 cm. O autor não mencionou a idade das plantas.

### **2.3.2 Características Fisiológicas**

As características fisiológicas relacionadas aos teores foliares de nutrientes, a determinação da fluorescência da clorofila *a*, o índice de clorofila e o índice de área foliar auxiliam na identificação de uma justificativa do comportamento da planta e é influência pela variabilidade genética e condições ambientais.

Na literatura científica, existem alguns trabalhos que abordam os teores foliares de nutrientes em umbuzeiro, principalmente em mudas. Neves, Sá e Carvalho (2004), avaliando a omissão de micronutrientes em mudas de umbuzeiro, verificaram maior exigência em boro, ferro e zinco, na fase inicial de crescimento, em relação ao manganês e cobre. Por outro lado, Gonçalves, Neves e Carvalho (2006), observaram maior exigência em nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio na fase inicial do crescimento de mudas de umbuzeiro.

Salienta-se que Silva et al. (1984), analisando a composição química de folhas de umbuzeiro adulto, verificaram teores médios de 29,0 g de nitrogênio  $\text{kg}^{-1}$ , 2,3 g de fósforo  $\text{kg}^{-1}$ , 10 g de potássio  $\text{kg}^{-1}$ , 17,9 g de cálcio  $\text{kg}^{-1}$ , 3,1 g de magnésio  $\text{kg}^{-1}$ , 3,2 g de enxofre  $\text{kg}^{-1}$ , 110 mg de ferro  $\text{kg}^{-1}$ , 6 mg de cobre  $\text{kg}^{-1}$ , 32 mg de manganês  $\text{kg}^{-1}$ , 18 mg de zinco  $\text{kg}^{-1}$ , 68 mg de boro  $\text{kg}^{-1}$ , 1.300 mg de sódio  $\text{kg}^{-1}$  e 79 mg de alumínio  $\text{kg}^{-1}$ .

Os teores foliares são importantes para indicar a deficiência em quantidade ou no processo de absorção de nutrientes na planta. Porém, Faquin (2005) enfatizou que o processo de absorção dos nutrientes é regulado pelo controle genético, em que a seletividade e a velocidade de absorção dependem das características do genótipo. Então, além do aporte de nutrientes no solo, as características genéticas de cada acesso podem interferir no teor foliar de nutrientes. O teor foliar de nutrientes nas plantas influencia a disponibilidade de elementos para os processos fisiológicas das plantas e, conseqüentemente, seu desenvolvimento.



Para caracterização da fisiologia da planta, a utilização de métodos como o índice de clorofila, a determinação da fluorescência da clorofila *a* e o índice de área foliar indicam eficiência de captação de luz e a eficiência fotoquímica da fotossíntese. Segundo Cruz et al. (2014) e Brito (2016), a determinação da fluorescência da clorofila *a* indica a eficiência da etapa fotoquímica da fotossíntese e a capacidade de avaliar condições que geram estresse à planta. Apesar da resiliência e características adaptativas na região Semiárida, é de se esperar que o comportamento fisiológico seja correspondente às características genéticas de cada acesso de umbuzeiro e umbu-cajazeira.

Ainda com relação às características fisiológicas, Smart (1985) e Murisier (1996) afirmaram que o índice de clorofila é importante nos estudos de plantas frutíferas e na compreensão das respostas que visam elevar seu potencial fotossintético e rendimento, que são dependentes do transporte de energia na cadeia fotossintética. Lima Filho (2008) quantificou o índice de clorofila em torno de 32,1 da parte superior do dossel de umbuzeiro.

De acordo com Gonzales et al. (2013), o índice de área foliar pode ser compreendido como a área de folhas por unidade de área de superfície do solo. Assim, também, a área foliar e sua eficiência de interceptação de radiação são importantes nos processos de transpiração e fotossíntese e, por conseguinte, no desenvolvimento e qualidade produtiva da planta. O índice de área foliar do umbuzeiro altera-se de acordo com a fenologia, pois é uma planta caducifólia, diferentemente do umbu-cajazeira que permanece com as folhas no período de seca. Conforme indicado por Lima Filho (2008), analisando plantas adultas de umbuzeiro com densidade foliar de  $2,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$ , uma camada de um metro aprofundado da copa superior recebe 80 % da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no início da manhã, enquanto que a camada inferior do dossel alcança próximo de 4,4% da RFA.

### **2.3.3 Qualidade do Fruto**

Conforme Dantas Júnior (2008), as características de qualidade em frutos são importantes para o desenvolvimento de técnicas de manuseio pós-colheita e também para boa aceitação do produto por parte do consumidor. Avaliações físicas, físico-químicas e de compostos bioativos e atividade antioxidantes estão relacionados aos requisitos de qualidade do fruto e devem ser realizadas para definir sobre seu potencial de uso e alcance comercial.

### **2.3.3.1 Cor da Casca**

A cor da casca é um atributo que atrai o consumidor. Frutos de cor forte e brilhante são preferíveis. Além disso, também é uma referência do estágio de maturação da fruta (CHITARRA e CHITARRA, 2005). De acordo com Pinheiro et al. (2015), observando frutos de umbuzeiro em três estádios, aqueles que apresentam casca 50% verde e 50% amarela, considerados “de vez” ou na maturidade fisiológica, caracterizam-se por valores médios de luminosidade de 58,4, croma de 31,6 e ângulo Hue de 99,3°.

### **2.3.3.2 Firmeza da Polpa**

A firmeza é uma importante característica auxiliar na referência do estágio de maturação dos frutos de umbuzeiro e umbu-cajazeira, registrando-se amaciamento dos tecidos com a evolução da maturação e (LIMA e SILVA, 2016). Esse elemento influencia os métodos de colheita, manuseio e transporte, a resistência a doenças e a vida útil do fruto (SEYMOUR e GROSS, 1996).

Segundo Schunemann (2012), quando a firmeza da polpa de umbuzeiro está entre 13 N e 18 N as características de aroma, textura e sabor mais apreciadas por testadores. Em contraste, com a média de 2,36 N constatada para 20 acessos de umbu-cajazeira, no referido trabalho não foi informado se houve a retirada da casca na região de leitura (SILVA, 2014).

### **2.3.3.3 Massa**

Um dos atributos mais notáveis para a seleção e comercialização é a massa do fruto, a qual influencia o rendimento, além de ser um aspecto sensorial importante para o consumidor. Alguns estudos relatam massa média do umbu de 18,5 g (SANTOS, NASCIMENTO e OLIVEIRA, 1999). Costa et al. (2015), avaliando frutos de 58 acesso de umbuzeiro provenientes da Paraíba e Rio Grande do Norte, verificaram que a massa média dos frutos foi de 21 g. Dantas Júnior (2008), trabalhando com frutos de diferentes acessos de umbuzeiro, identificou massa dos frutos desde 9,37 g a 62,98 g. Santos, Nascimento e Oliveira (1999), também caracterizando genótipos de umbuzeiro, observaram quatro plantas com massa de frutos acima de 85 g. Saturnino, Gonçalves e Silva (2000) reportaram massa média de frutos de umbuzeiro dos acessos EPAMIG-01, EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-06, EPAMIG-07, EPAMIG-09 e EPAMIG-13 de, respectivamente, 79,95; 67,33 g; 59,66; 55; 55,67; 47,87

e 42,50 g. Por sua vez, para os frutos de umbu-cajazeira colhidos no município de Areia-Paraíba, foi observada massa média de 28,8 g (GONDIM et al., 2013).

Além da massa total do fruto, Almeida (2009) destaca que um dos atributos desejáveis na comercialização é a menor massa da semente. Sua importância se deve à relação direta entre massa da semente e o percentual de rendimento do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

#### **2.3.3.4 Diâmetro Longitudinal e Transversal**

O tamanho é um atributo importante e afeta a escolha do consumidor diante da variação entre as unidades de um produto (ALMEIDA, 2009). O tamanho do fruto também está relacionado com a massa. Com relação às dimensões de frutos de umbuzeiro, Dantas Júnior (2008) avaliou 32 acessos de umbuzeiro, relatando valores médios de diâmetro longitudinal de 27,61 a 46,47 mm. Em outro estudo, Almeida (2009) constatou diâmetro longitudinal médio de 32,35 mm e diâmetro transversal de 30,09 mm, em 12 acessos de umbuzeiro. Por outro lado, Pinheiro et al. (2015) verificaram, no estágio de maturação “de vez”, valores médios de diâmetro longitudinal de 43,9 mm e diâmetro transversal de 39 mm.

#### **2.3.3.5 Rendimento de Polpa**

O rendimento da polpa é obtido pela relação de proporções de casca, polpa e semente (DANTAS JÚNIOR, 2008). Gondim et al. (2013) verificaram rendimento para frutos de umbu-cajazeira de 68,5%. Em contraste, Silva (2014) relatou rendimento de aproximadamente 85%, em frutos de quatro acessos de umbu-cajazeira. Em 32 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de umbuzeiro da Embrapa Semiárido, Dantas Júnior (2008) observou rendimento de polpa médio de 90,38%, enquanto Almeida (2009) relatou que a maioria dos 12 acessos que avaliou apresentou rendimento acima de 85%. Por sua vez, Costa et al. (2015) observou rendimento de polpa de frutos de 58 acessos de umbuzeiro oriundos dos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte entre 25,67 e 84,18%. Saturnino, Gonçalves e Silva (2000) verificaram rendimento de polpa de frutos de umbuzeiro dos acessos EPAMIG-01, EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-07, EPAMIG-09 e EPAMIG-13 de 68,59; 72,19; 67,74; 59,86; 64,99 e 51,59%, respectivamente.

### **2. 3.3.6 Teor de Sólidos Solúveis**

Os sólidos solúveis são compostos por açúcares, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, pigmentos, entre outros grupos, e podem variar de acordo com o estágio de maturação do fruto, sendo uma informação importante para auxiliar a determinar o ponto de colheita (LIMA e SILVA, 2016). De acordo com Gondim et al. (2013), o teor de sólidos solúveis para frutos de umbu-cajazeira foi de 12,9 °Brix. Lima et al. (2015) constataram teores variáveis de 9,5 a 13,7 °Brix para frutos de 10 acessos de umbu-cajazeira procedentes dos municípios de Serrinha, Santo Estevão, Santa Barbara, Itaberaba e Milagres, no Estado da Bahia.

Para os frutos de umbuzeiro no estágio “de vez” foi verificado por Dantas Júnior (2008) teor de sólidos solúveis mínimo de 7,7 e máximo de 11,8 °Brix. Oliveira et al. (2015), estudando seis acessos de umbuzeiro na coleção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus Guanambi*, observaram valores de sólidos solúveis de 12,5, 12,3 e 10,6 °Brix, para os acessos BGU-47, Testemunha (mesma planta identificada no presente trabalho como umbuzeiro de origem desconhecida) e BGU-75, respectivamente.

### **2. 3.3.7 Acidez Titulável**

A acidez titulável está diretamente relacionada ao sabor ácido do fruto e tende a diminuir com o avanço da maturação, em consequência do processo respiratório ou conversão em açúcares (BIALE, 1960). Lima et al. (2015) observaram de 1,08 a 1,77 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>, em acessos de umbu-cajazeira. Por outro lado, Gondim et al. (2013) relataram média de 0,94 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>, para umbu-cajá. Oliveira et al. (2015) observaram variação de 0,7 a 1,1 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>, nos acessos de umbuzeiro identificados como BGU-47, Testemunha (mesma planta identificada no presente trabalho como umbuzeiro de origem desconhecida), EPAMIG-13 e BGU-45, sendo que o acesso BGU-50 apresentou maior acidez, com valor médio de 2,17 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>.

### **2. 3.3.8 Relação Sólidos Solúveis/Acidez Titulável**

A relação sólidos solúveis/acidez titulável é um indicador do grau de doçura da fruta, também utilizado como referência de maturação. O desejado tanto para o consumo *in natura*,

quanto para o uso agroindustrial, é um índice elevado (ALMEIDA, 2009). Gondim et al. (2013) relataram relação de sólidos solúveis/acidez titulável de 13,75 para frutos de umbu-cajazeira, enquanto Lima et al. (2015) observaram variação de 7,83 a 10,77 para acessos dessa espécie. Moura et al. (2017) avaliaram frutos de 55 acessos de umbuzeiro do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido e constataram a relação SS/AT, em média, de 17,3, destacando-se a maior razão SS/AT, de 25,9, no acesso BGU-51.

### **2.3.3.9 pH**

O pH influencia o desenvolvimento de micro-organismos nos produtos processados e a escolha de uso de aditivos. Moura et al. (2017) constataram que o pH dos frutos frescos de 55 acessos de umbuzeiro do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido variou de 2,30 a 3,67. Para os frutos de acessos de umbu-cajazeira, Lima et al. (2015) observaram pH variando de 2,39 a 2,63.

### **2.3.3.10 Teores de Açúcares Solúveis Totais e de Açúcares Redutores**

A maioria dos frutos, especificamente os climatéricos, acumulam carboidratos na forma de amido e de açúcares solúveis (sacarose, frutose e glicose) antes do amadurecimento (SEYMOUR et al. 1993). No final da maturação, atinge-se o teor máximo de açúcares solúveis e a excelência de qualidade dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Dantas Júnior (2008) relatou teor de açúcares solúveis totais variando de 3,6 a 8,31 g 100 g<sup>-1</sup> e açúcares redutores de 2,5 a 5,82 g 100 g<sup>-1</sup>, para polpa fresca de frutos de umbuzeiro de acessos do Estado de Pernambuco. Almeida (2009) relatou teores de açúcares solúveis totais de frutos de acessos umbuzeiro provenientes da região de Picos-PI entre 3,92 a 5,55 g 100 g<sup>-1</sup> e de açúcares redutores, de 2,57 a 3,84 g 100 g<sup>-1</sup>. Em polpa fresca de umbu-cajazeira procedente dos municípios de Milagres, Itaberaba, Santo Estevão, Santa Barbara e Serrinha, no Estado da Bahia, Lima et al. (2015) verificaram teores de açúcares solúveis totais de 8,60 a 10,57 g 100 g<sup>-1</sup> e de açúcares redutores variando entre 4,44 e 5,87 g 100 g<sup>-1</sup>. Gondim (2013) observou teor de açúcares redutores médio de 10,9 g 100 g<sup>-1</sup>, superiores ao citado pelo autor anterior para frutos de umbu-cajazeira.

### **2. 3.3.11 Teor de Amido**

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o amido é a principal reserva energética de carboidratos nos vegetais. Durante a maturação, ocorre a decomposição dos carboidratos em açúcares solúveis, repercutindo no sabor e na textura dos frutos. Em certos frutos maduros, teores de amido elevados tornam o fruto sem sabor, uma vez que o grau de doçura é inadequado para o consumo *in natura*.

Dantas Júnior (2008) reportou teores de amido em acessos de frutos de umbuzeiro, em estágio de maturação “de vez”, oscilando de 0,76 a 2,5 g 100 g<sup>-1</sup>. Silva et al. (2015) observaram variação entre 0,1 a 0,3 g 100 g<sup>-1</sup> de amido, em frutos de acessos de umbu-cajazeira, na microrregião de Iguatu, no Estado do Ceará.

### **2. 3.3.12 Teor de Compostos Pécnicos**

Os compostos pécnicos encontram-se na lamela média como agente cimentante entre as paredes celulares. Durante o avanço da maturação dos frutos, ocorre a hidrólise da pectina insolúvel, por meio de enzimas, transformando-a em pectina solúvel e, conseqüentemente, reduzindo a firmeza dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Outro aspecto importante da pectina está relacionado aos benefícios à saúde por estar presente nas fibras das frutas e ter efeito redutor de colesterol, glicose sanguínea, além da atividade antioxidante (GUNNESS e GIDLEY, 2010; BROUNS et al. 2012; WANG, CHEN e LU, 2014). A pectina das frutas é utilizada para produção de geleias, compotas e doces, em função do seu efeito geleificante nos alimentos.

Dantas Júnior (2008) relatou teor médio de pectina total de 0,65 g 100 g<sup>-1</sup> na polpa de frutos de acessos de umbuzeiro. Em estudo com frutos de acessos de umbu-cajazeira, foi observado teor de pectina total variando de 0,2 a 0,6 g 100 g<sup>-1</sup> na polpa (SILVA et al., 2015).

### **2. 3.3.13 Teor de Flavonoides Amarelos**

Os flavonoides são agentes antioxidantes que são capazes de inibir a oxidação de lipoproteínas de baixa densidade e reduzir as tendências a doenças trombóticas (RAUHA et al., 2000). Alguns compostos dos grupos dos flavonoides são pigmentos e contribuem para a aparência dos frutos. Dantas Júnior (2008) observou teor de flavonoides amarelos na polpa de frutos de acessos de umbuzeiro com valor variável de 11,03 a 38,92 mg 100 g<sup>-1</sup>, enquanto

Silva et al. (2015) verificaram teor de 8,10 a 49,92 mg 100 g<sup>-1</sup> na polpa de frutos de umbu-cajazeira.

#### **2.3.3.14 Teor de Ácido Ascórbico**

O ácido ascórbico (vitamina C) funciona como antioxidante, capturando radicais livres e protegendo as células de danos causados pelos oxidantes. No organismo funciona de forma múltipla, necessária na formação de colágeno, atua na cicatrização de feridas, fraturas e sangramentos de gengiva, fortalece o organismo contra infecções e auxilia na formação de dentes e ossos, além de aumentar a absorção de ferro e prevenir doenças crônicas associadas à sua ausência (COMBS JÚNIOR, 2003).

Lima et al. (2015), em seu estudo com genótipos de umbu-cajazeira, relataram teor variável de 7,33 a 18,17 mg de ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup>, nos frutos. Almeida (2009), trabalhando com frutos frescos de umbuzeiro procedentes do Piauí, registrou valor médio de 17,6 mg de ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup>. Por outro lado, Silva et al (2017) relatou teor de ácido ascórbico de frutos de umbuzeiro colhidos em Pernambuco de apenas 4,96 mg ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup>. O estudo realizado por Gondim (2012) informou variação percentual de 13,24%, do menor valor absoluto (11,55 mg 100 g<sup>-1</sup>) para o maior (13,08 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa). Dantas Júnior (2008) relatou variação de teores de ácido ascórbico de 44,01 a 71,05 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa.

#### **2.3.3.15 Teor de Polifenóis Extraíveis Totais**

De acordo com Harbone e Williams (2000), a constituição em qualidade e quantidade de polifenóis presentes nos frutos depende de fatores internos, como cultivar, variedade, estágio de maturação, e fatores externos, por exemplo as condições edafoclimáticas. Dantas Júnior (2008) determinou em frutos de 32 genótipos de umbuzeiro do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, em Petrolina, teor de polifenóis extraíveis totais variável de 21,26 a 32,48 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa.

Almeida (2009) observou valores entre 32,80 e 80 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> de polpa nos frutos de acessos de umbuzeiro provenientes da região de Picos-PI. Em relação ao umbu-cajazeira, foi relatado por Silva et al. (2015) conteúdo de polifenóis extraíveis totais que oscilou de 22,5 a 36,03 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> em frutos da microrregião de Iguatu-CE.

### **2.3.3.16 Atividade Antioxidante pelos métodos de captura de radicais livres ABTS e DPPH**

A ingestão de compostos antioxidantes melhora a qualidade de vida, pois eles têm a capacidade de proteger o organismo prevenindo ou adiando os danos causados pelos radicais livres (OLIVEIRA, 2015). Segundo Arnao (2000), em geral as metodologias de atividade antioxidante partem do mesmo princípio, em que um radical sintético é produzido e a capacidade de neutralizá-lo é monitorada por meio de um espectrofotômetro na faixa do ultravioleta/visível.

O método da captura do radical 2-2 azinobis (3-etilbenzotiazoline-6-ácido sulfonato) – ABTS mensura a atividade antioxidante em compostos lipofílicos e hidrofílicos (KUSKOSKI et al., 2005). Este método tem sido um dos mais utilizados para determinar a atividade antioxidante por ser estável e sensível na avaliação das amostras das frutas (OZGEN et al., 2006). Adotando este método, Almeida (2009) reportou valores oscilando de 1,53 a 3,89  $\mu\text{M}$  de Trolox  $\text{g}^{-1}$  de polpa de atividade antioxidante, em frutos de umbuzeiro. Em contraste com as médias de ABTS observadas por Dantas Júnior (2008), também em frutos de umbuzeiro, que variaram de 10,23 a 30,04  $\mu\text{M}$  de Trolox  $\text{g}^{-1}$  de polpa.

O método da atividade antioxidante em frutas por meio da captura do radical livre (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) - DPPH é considerado estável, econômico e preciso, expressando a quantidade de amostra que deve ser consumida para se ter efeito antioxidante equivalente ao de 1 g de DPPH. Araújo et al. (2012) verificaram a atividade antioxidante pelo método DPPH em casca de plantas de umbuzeiro em diferentes paisagens da região de Pernambuco, relatando maiores valores em áreas antropogênicas (27,07  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ), principalmente próximas a residências familiares, sendo a menor atividade nas áreas nativas (32,10  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ). Gregoris et al. (2013), estudando propriedades antioxidantes de espécies frutíferas, incluindo o umbuzeiro, revelaram atividade antioxidante, pelo método DPPH, próximo de 0,67 CE mM, para esta espécie.

Conforme Oliveira (2015), o método DPPH é bastante utilizado para a análise de atividade antioxidante. No entanto, essa avaliação não deve ser baseada em uma única metodologia, sendo necessária a complementação com outros métodos que caracterizem a capacidade antioxidante.

Desta forma, entende-se que, para uso racional dos acessos de umbuzeiro e umbucajazeira, são necessários conhecimentos de suas características fitotécnicas, fisiológicas e de



qualidade do fruto para que se avance na tecnologia e manejo que preserve e contribua para uma produção tecnificada e inserção em novos mercados.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

As plantas utilizadas no presente trabalho compõem a Coleção de Acessos de Umbuzeiro e Umbu-cajazeira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, localizado no município de Guanambi, BA, Distrito de Ceraíma. As coordenadas geográficas da Coleção (Figura 1) são: latitude de 14°17'38.50"S, longitude de 42°41'35.94"O e altitude de 545 m. A região tem precipitação média anual de 670,93 mm e temperatura média anual de 25,9 °C (CODEVASF, 2005).



**Figura 1:** Referência geográfica da Coleção de Acessos de Umbuzeiro e Umbu-cajazeira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi.  
Fonte: Google Earth, 2018.

#### 3.1 Instalação e Condução do Experimento

O plantio das mudas enxertadas, cedidas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura e pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG Norte, foi realizado em 05 de outubro e 05 de dezembro de 2007, respectivamente. As mudas foram implantadas em solo do

classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, típico A fraco, com textura média, no espaçamento em quincôncio de 8 x 8 x 8 m. As covas foram abertas com trado de 50 cm de diâmetro e 60 cm de profundidade. A adubação de fundação foi realizada com 500 g de superfosfato simples, que aporta 90 g de  $P_2O_5$ , e 20 litros de esterco bovino.

No primeiro ano, as mudas foram molhadas sempre que necessário para evitar o estresse hídrico excessivo e morte. Também, foram tutoradas para evitar a quebra pelo vento, e acrescentada cobertura morta como proteção para reduzir a evaporação do solo da cova. O controle do mato foi feito com roçadeira, nas entrelinhas de plantio, e, na projeção da copa, o coroamento com enxada.

Na primeira adubação de cobertura, em fevereiro de 2008, foram aplicados 100 g de sulfato de amônia, que disponibiliza 20 g de N, e 20 litros de esterco bovino por planta. Em novembro de 2008, foi realizada a segunda adubação de cobertura com 500 g de 04-14-08 (NPK) e 36 litros de esterco bovino por planta. Durante o ano de 2008, foi molhado manualmente sempre que necessário para evitar estresse hídrico excessivo e redução do número de plantas. As adubações de cobertura foram feitas sempre no início e final do período chuvoso. A terceira ocorrida em março de 2009 com 100 g de ureia e 50 g de cloreto de potássio e 36 litros de esterco bovino. No início do período chuvoso, em outubro de 2009 adubou-se a área com um saco de esterco bovino, 300 g de MAP e 50 g de ureia por planta.

Em março de 2009, também foi realizada a poda das plantas para retirada de material propagativo. As plantas podadas foram pinceladas com solução de tinta látex e oxiclreto de cobre. No período da estação seca do mesmo ano, as plantas receberam água sempre que necessário, de forma a impedir um estresse hídrico excessivo.

Em março de 2010, as plantas foram adubadas com 200 g de 14-07-28 (NPK) e 100 g de ureia para cada árvore. Na época chuvosa de outubro de 2010, foram fornecidos 300 g de MAP, 70 g de ureia, 70 g de cloreto de potássio e 36 litros de esterco bovino por planta. Posteriormente, em março de 2011, realizou-se a adubação com 36 litros de esterco de ovino por planta. Em dezembro de 2011, foram aplicados 800 g de superfosfato simples, 50 g de ureia, 100 g de cloreto de potássio e 36 litros de esterco bovino por planta.

Em janeiro de 2013, a adubação foi realizada com 1 kg de superfosfato simples, 150 g de cloreto de potássio, 100 g de ureia e 72 litros de esterco bovino por planta. Neste ano, em agosto, realizou-se poda em V das copas, visando facilitar o acesso para colheita, sendo duas aberturas por planta.

No mês de março de 2014, as árvores foram adubadas com 200 g de MAP, 100 g de cloreto de potássio e 60 litros de esterco bovino misturado com capim. Em maio de 2015, foi

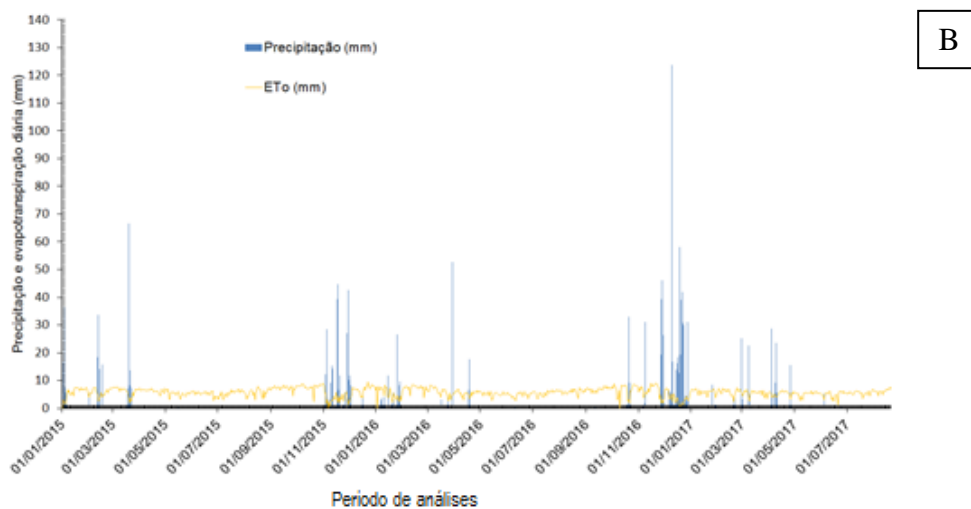
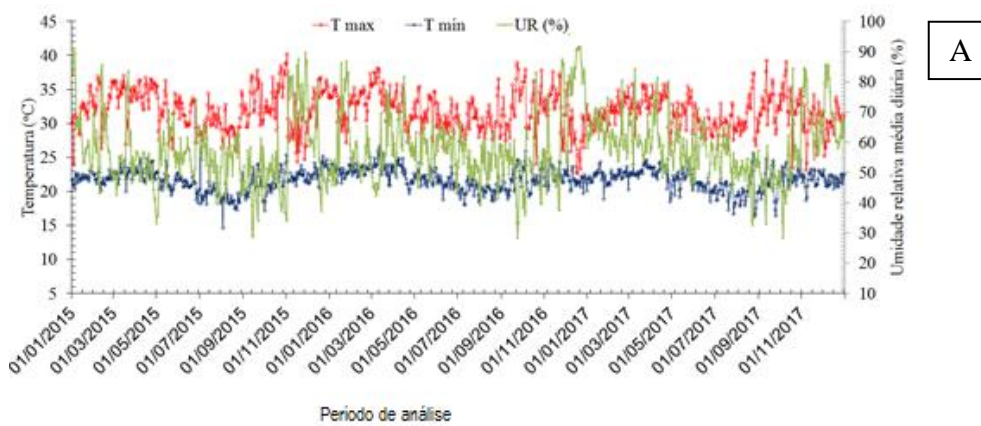
acrescentado 36 litros de esterco bovino por planta. Neste mesmo ano, em outubro, foi realizada a poda de levantamento de saia nas plantas.

Em março de 2016, foram feitas interferências de podas para levantamento da saia e abertura em forma V, para facilitar a entrada na copa. Nos ramos cortados, foi pincelada calda bordalesa para prevenir infecções. No mês de fevereiro de 2017, foi colocado 500 g de 04-30-10 (NPK) e 36 litros de esterco bovino para cada planta.

Durante a condução do experimento, foi realizado o controle fitossanitário contra cupim e gafanhoto. A roçagem era realizada no meio da estação chuvosa e após o término da safra, no início da estação seca. Podas para retirada dos brotos do porta-enxerto ocorreram quando preciso, no experimento, bem como a proteção das áreas lesionadas pela poda com aplicação de calda bordalesa.

### **3.2 Descrições das Condições Ambientais**

As temperaturas máximas e mínimas, a umidade relativa do ar, a precipitação pluvial e a evapotranspiração, nos anos de 2015, 2016 e 2017, são apresentadas na Figura 2. Observou-se temperatura máxima de 40,3 °C, em novembro de 2015; e ocorrência de chuvas nos meses de novembro/2015 a maio/2016, dando suporte para a floração da safra de 2016/2017, e de novembro de 2016 a maio de 2017, que influenciaram o crescimento dos frutos dos frutos da safra 2016/2017. Esses dados foram coletados na Estação Meteorológica Automática, instalada na área experimental do Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*.



**Figura 2.** Temperatura máxima (T max), temperatura mínima (T min), umidade relativa (UR) (A), precipitação e evapotranspiração, (ETo) (B) referente aos anos de 2015, 2016 e 2017. Guanambi, BA, 2017.

Nota: Dados coletados na estação meteorológica automática do IF Baiano instalada próxima à área experimental. Fonte: Elaboração da autora

### 3.3 Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos, 16 acessos (Tabela 1), BGU-44, BGU-45, BGU-47, BGU-48, BGU-50, BGU-75, EPAMIG-01, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-06, EPAMIG-07, EPAMIG-09, EPAMIG-13, umbuzeiro de origem desconhecida e umbu-cajazeira Princesa foram dispostos num delineamento experimental inteiramente casualizado (Figura 2) com três repetições, constituídas de uma planta cada. O estudo contemplou arranjo em esquema de parcela subdividida no tempo: 16 x 4 (acessos x idade da planta) para características fitotécnicas; 16 x 2 x 2 para os teores nutrientes nas folhas (acessos x ciclo x época); 16 x 6 (acessos x datas) para índice de clorofila e fluorescência da clorofila *a*; 16 x 10 (acessos x datas) para índice de área foliar. As variáveis de qualidade dos frutos foram avaliadas na safra de 2016/2017, correspondente ao período de janeiro a março de 2017.

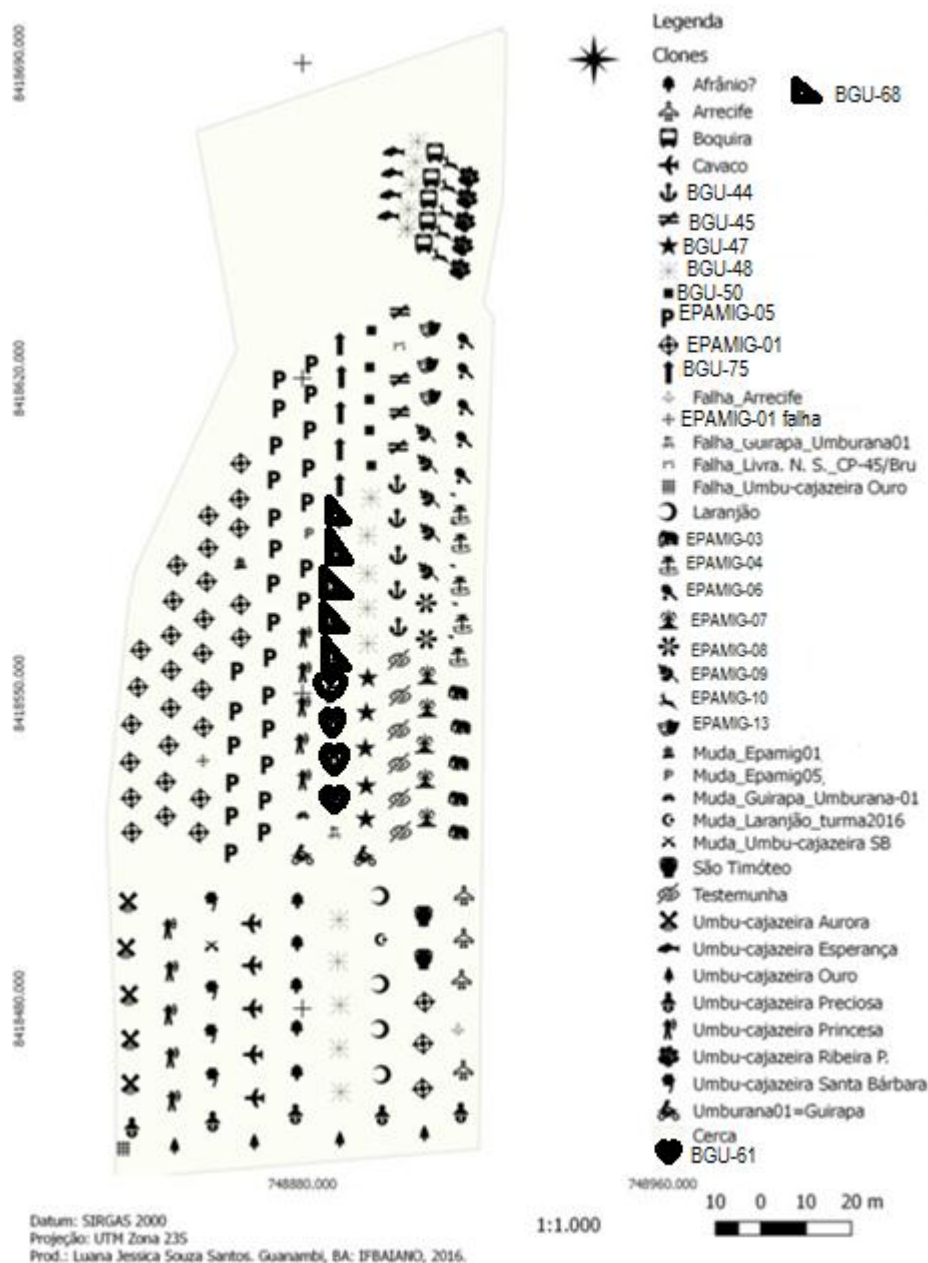
Os acessos de umbuzeiro EPAMIG-01, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-06, EPAMIG-07, EPAMIG-09 e EPAMIG-13, foram originados e cedidos da Coleção da EPAMIG Norte, em Nova Porteirinha, MG. Os acessos BGU-44, BGU-45, BGU-47, BGU-48, BGU-50 e BGU-75, originados do Banco Ativo de Germoplasma de Umbuzeiro da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE e cedidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

O umbuzeiro denominado de desconhecido, refere-se a uma planta sem identificação de origem, mas considerada doce (OLIVEIRA et al., 2015), sendo cedida pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. O umbu-cajazeira originado e cedido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA (Tabela 1). O acesso EPAMIG-01 (SATURNINO, GONÇALVES e SILVA, 2000) utilizado no presente trabalho, foi cedido da Coleção de Acessos da EPAMIG Norte em Nova Porteirinha, MG. Esse acesso é originado do município de Lontra, MG, comunidade de Gangorra, coordenadas Longitude 44°18'27,21"O e Latitude 15°48'27,23"S, altitude 692 m, corresponde ao mesmo acesso BGU-68 identificado por Santos, Nascimento e Oliveira (1999), cadastrado no Banco de Germoplasma de Umbuzeiro da EMBRAPA. Esse fruto é caracterizado por elevado valor da massa do fruto e chamado popularmente de umbu 'Gigante', assim como o acesso BGU-75, originado do município de Macaúbas, BA.

**Tabela 1.** Identificação e procedência de acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira avaliados. Guanambi-BA, 2017.

Espécie	Identificação	Procedência
Umbuzeiro	BGU-44	Anagé, BA
Umbuzeiro	BGU-45	Brumado, BA
Umbuzeiro	BGU-47	São Gabriel, BA
Umbuzeiro	BGU-48	América Dourada, BA
Umbuzeiro	BGU-50	Santana, BA
Umbuzeiro	BGU-75	Macaúbas, BA
Umbuzeiro	EPAMIG-01	Lontra, MG
Umbuzeiro	EPAMIG-03	Porteirinha, MG
Umbuzeiro	EPAMIG-04	Janaúba, MG
Umbuzeiro	EPAMIG-05	Porteirinha, MG
Umbuzeiro	EPAMIG-06	Mamonas, MG
Umbuzeiro	EPAMIG-07	Januária, MG
Umbuzeiro	EPAMIG-09	Januária, MG
Umbuzeiro	EPAMIG-13	Januária, MG
Umbu-cajazeira	Princesa	Iaçu, BA
Umbuzeiro	Desconhecido	Procedência desconhecida

Fonte: Elaboração da autora



**Figura 3.** Croqui da área da coleção de umbuzeiro e umbu-cajazeira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi. Guanambi-BA, 2017  
 Fonte: Elaboração da autora

### 3.4 Características Analisadas

#### 3.4.1 Características Fitotécnicas

As características fitotécnicas foram mensuradas nas plantas com idade de cinco, oito, nove e 10 anos, uma vez por ano, no estágio de floração. A altura da planta, o maior diâmetro da copa e a circunferência do caule na altura do enxerto foram obtidos com o auxílio de fita métrica.

### 3.4.2 Características Fisiológicas

Os teores dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), expressos em  $\text{g kg}^{-1}$ ; dos micronutrientes boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e do sódio (Na) expressos em  $\text{mg kg}^{-1}$ , nas folhas de umbuzeiro e umbu-cajazeira foram determinados no Laboratório de Solos da EPAMIG Norte, Nova Porteirinha, MG. A amostragem consistiu da coleta de folhas, sem pecíolo, em quatro quadrantes na copa. Foram coletadas 20 unidades do segundo ou terceiro folíolo da folha em estado maduro, para cada planta. O período de realização da coleta foi em dois estádios fenológicos distintos: época I, período de formação completa da vegetação da copa (emissão de fluxos foliares), ocorrido em 18/12/2015 (ciclo I) e 22/12/2016 (ciclo II); e época II, período de mudança de cor das folhas de verde para amarelo e queda das folhas ou senescência, amostradas em 14/04/2016 (ciclo I) e 21/03/2017 (ciclo II). Considerou-se o ciclo I a safra de 2015/2016 e o ciclo II a safra de 2016/2017. A não determinação dos teores de nitrogênio nos acessos de umbuzeiro EPAMIG-07 e umbuzeiro de origem desconhecida bem como de boro para EPAMIG-01, BGU-48, BGU-50, EPAMIG-07, EPAMIG-09, EPAMIG-06, umbu-cajazeira Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida foi devido ao número de 20 unidades amostradas não ter sido suficiente para realizar a análise foliar. O número de unidades de folíolos foi preestabelecido neste estudo uma vez que não há referência para amostragem visando análise completa de nutrientes em umbuzeiro e umbu-cajazeira.

A taxa de retranslocação de nutrientes ou magnitude da ciclagem bioquímica de nutrientes nas folhas de umbuzeiro e de umbu-cajazeira foi estimada para os nutrientes de alta mobilidade na planta, quais sejam, nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio. Para tanto utilizou-se o cálcio como marcador, segundo a metodologia de Vitousek e Sanford (1986). As taxas foram estimadas com uso da Equação 1 adaptada por Chuyong et al. (2000).

$$\% \text{NutRe} = \{ 1 - [\text{Nut.}/\text{Ca}_{(\text{folhas senescentes})}]/(\text{Nut.}/\text{Ca}_{(\text{folhas novas})})] \} \times 100. \text{ Equação (1).}$$

Em que: %NutRe = porcentagem do nutriente retranslocado;

$\text{Nut.}/\text{Ca}_{(\text{folhas senescentes})}$  = relação entre os teores foliares dos nutrientes em avaliação e o teor de Ca nas folhas senescentes;

$\text{Nut.}/\text{Ca}_{(\text{folhas novas})}$  = relação entre os teores os teores foliares dos nutrientes em avaliação e o teor de Ca, nas folhas novas.



Os índices de clorofila (IC) foram estimados utilizando um medidor de clorofila, Clorofilog CFL 1030 Falker<sup>®</sup> (Figura 4A), durante os meses de novembro de 2016 a maio de 2017, com exceção do mês de dezembro de 2016 para o qual não houve leitura. Foram realizadas uma vez ao mês as leituras, no período da manhã, entre 7 e 11 horas. Em cada planta, foi realizada a leitura em três pontos de forma aleatória na copa.



**Figura 4.** Medidor de clorofila, Clorofilog CFL 1030 Falker<sup>®</sup> (A); coleta com aparelho AccuPAR, modelo LP PAR 80 para Índice de área foliar (B); aparelho AccuPAR, modelo LP PAR 80 (C); e fluorômetro portátil de luz modulada, OPTI-Sciences modelo OS1-FL, Hudson, USA (D).  
Fotos: Diogo Barreto Magalhães

O índice de área foliar foi medido com o instrumento AccuPAR modelo LP PAR 80 com sensor externo e com interceptação de luz (Figuras 4B e 4C). As leituras foram realizadas em quatro direções (Norte, Leste, Sul e Oeste), a partir do caule, à altura de 100 cm do solo, no período matutino, entre 7 e 11 horas. As leituras foram realizadas nas datas de 30/09/2016, 27/10/2016, 09/11/2016, 16/11/2016, 31/01/2017, 03/03/2017, 21/03/2017, 23/04/2017, 21/05/2017 e 09/06/2017.

As leituras de eficiência quântica do fotossistema II, correspondente à relação entre a fluorescência variável (Fv) e a máxima (Fm) da clorofila a (Fv/Fm), e rendimento quântico do fotossistema II (Yield) foram determinados uma vez por mês, sendo no período de novembro de 2016 a maio de 2017, com exceção do mês de dezembro de 2016 que não se realizou leitura. Utilizou-se um fluorômetro portátil de luz modulada (OPTI-Sciences modelo OS1-FL, Hudson, USA) (Figura 4D). As pinças para medição da fluorescência da clorofila *a*

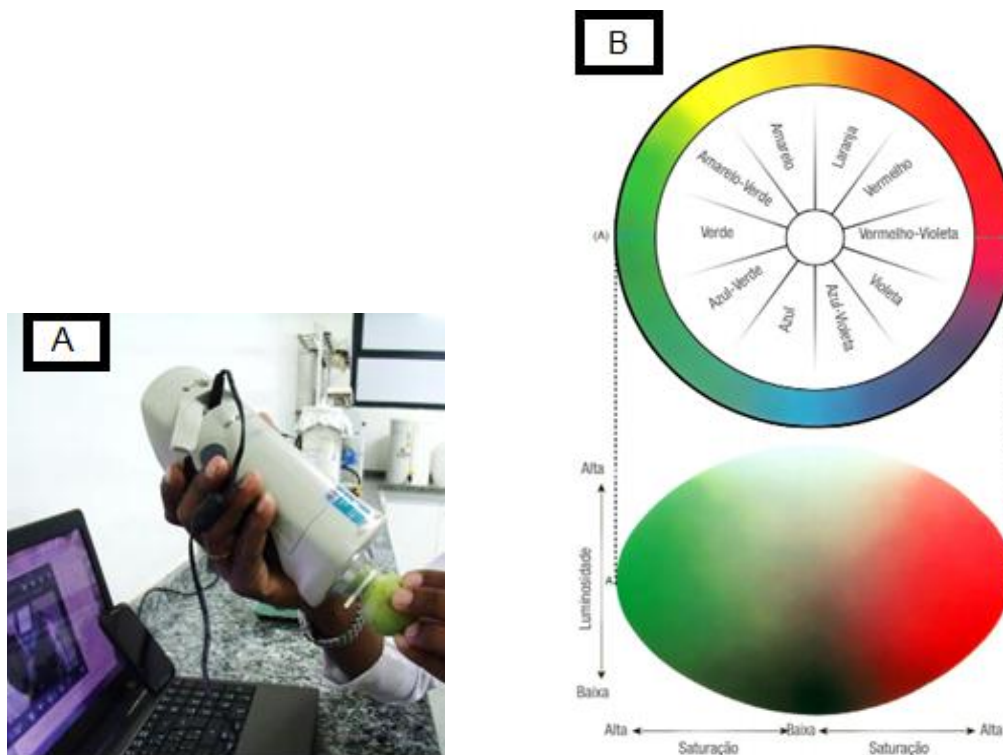
foram colocadas nos folíolos por cinco minutos de adaptação no escuro, realizaram-se três leituras de forma aleatória na copa, com emissão de pulso de luz saturante de 0,3 segundos, sob frequência de 0,6 KHz, no período matutino, entre 7 e 11 horas. O Yield foi determinado com as pinças destinadas à leitura no claro, sem adaptação do escuro.

### **3.4.3 Qualidade dos Frutos**

Os frutos ‘de vez’, com coloração parcialmente verde escuro e polpa com consistência firme, foram colhidos de forma aleatória na copa da planta no período da manhã, durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2017. Após a colheita, foram colocados em plásticos, identificados e transportados ao Laboratório de Bromatologia do IFBAIANO, *Campus Guanambi*.

#### **3.4.3.1 Características Físicas**

A cor da casca dos frutos foi medida com colorímetro modelo CS 10 da CHNSpec, decompondo-a nos atributos Luminosidade (L), Cromo (C) e ângulo de cor Hue (H) (Figura 5A). As medidas foram realizadas em 30 frutos por acesso na região mediana, em ambos os lados. Os dados obtidos foram comparados com a figura Roda das Cores fornecido pelo fabricante de equipamentos para medição de cor Konica Minolta (sd), a fim de fazer a correspondência com a coloração identificada visualmente (Figura 5B). A análise da cor da casca para o acesso BGU-47 não foi possível devido ao término da safra durante o procedimento da atividade.



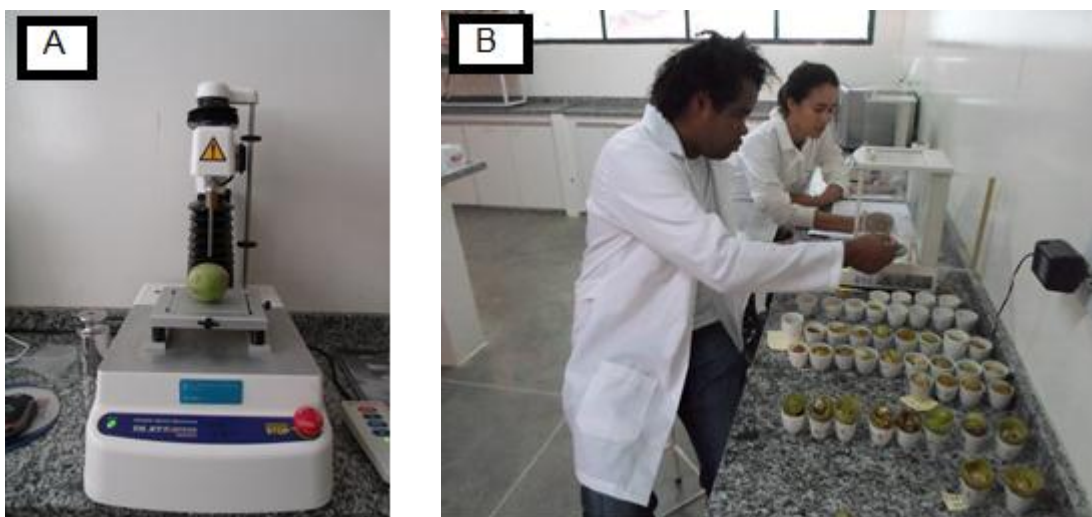
**Figura 5.** Leitura de cor da casca do fruto de umbuzeiro com colorímetro, CS 10 da CHNSpec (A), e representação gráfica do sistema LCH: Luminosidade, Cromo e ângulo Hue (B).

Foto: Mateus Santos Guedes

Ilustração: Konica Minolta, (sd)

A firmeza da polpa foi determinada com o aparelho texturômetro eletrônico TAXT Plus (Figura 6A), depois de retirar a casca na região central do fruto, com auxílio de um bisturi. A probe utilizada foi de 5 mm de diâmetro, sendo as leituras realizadas na profundidade de 4 mm, na velocidade de  $2 \text{ cm s}^{-1}$ . As leituras foram realizadas em 30 frutos por acesso e os resultados expressos em N. Não foi possível realizar essa análise para os acessos BGU-47, Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida, devido à profundidade de 4 mm atingir a semente do fruto.

Foram utilizados 20 frutos por planta, de três plantas por acesso, totalizando 60 frutos por tratamento para as outras análises físicas. Foram avaliados: massa total; diâmetro longitudinal (altura); diâmetro transversal (largura); massa da casca; massa da semente; massa da polpa, considerando a diferença entre massa total do fruto e a massa conjunta da semente e casca. Para rendimento da polpa, foi considerado  $(\text{massa da polpa}/(\text{massa da polpa} + \text{massa da semente} + \text{massa da casca})) * 100$ , com os resultados expressos em %. Foram utilizados paquímetro, com registro dos dados em milímetros, balança analítica e faca inoxidável para despulpamento dos frutos (Figura 6B).



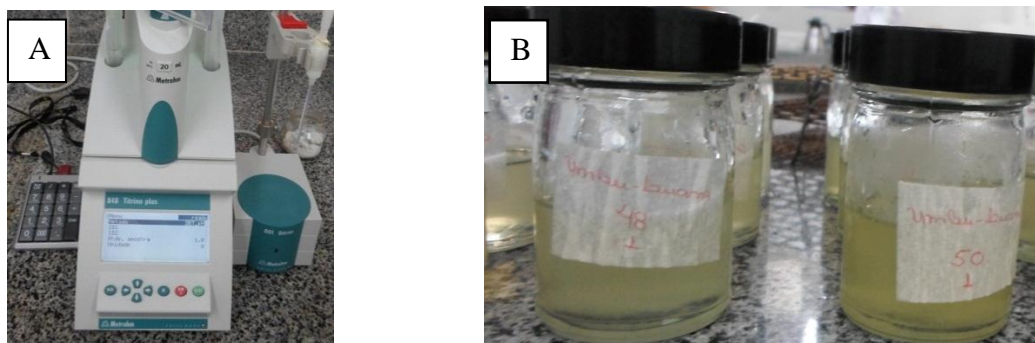
**Figura 6.** Texturômetro eletrônico TAXT Plus utilizado na avaliação da firmeza dos frutos (A) e pesagem dos frutos utilizando balança analítica (B).  
Fotos: Mateus Santos Guedes

### 3.4.3.2 Características Físico-Químicas

Foi amostrado 1 kg de fruto por repetição para as análises físico-químicas. A polpa foi acondicionada em potes de plásticos, cobertos com papel alumínio e armazenados em freezer a  $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Foram amostrados 120 g de casca dos frutos para cada planta. As amostras foram cobertas em papel alumínio e armazenadas como a polpa. Posteriormente, as amostras de polpa e casca foram guardadas em caixa de isopor contendo gelo e transportadas ao Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. As amostras de polpa foram homogeneizadas em centrífuga doméstica para a determinação das avaliações físico-químicas.

O teor de sólidos solúveis foi determinado colocando-se o suco da polpa da amostra no leitor do aparelho refratômetro digital com compensação automática de temperatura, Modelo PAL-1 da ATAGO, segundo AOAC (1998). Os resultados foram expressos em  $^{\circ}\text{Brix}$ .

A acidez titulável foi determinada com 1 g de polpa da amostra diluída em 50 mL de água destilada, titulando-se com solução de NaOH a 0,1 N, utilizando titulador automático, modelo DL 12 da Mettler (Figura 7A, conforme IAL (2008)). Os resultados foram expressos em g ácido cítrico  $100\text{ mL}^{-1}$ .



**Figura 7.** Titulador automático, modelo DL 12 da Mettler, incluindo potenciômetro utilizado na medição da acidez e do pH (A). Extratos de amostras utilizadas nas análises de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante determinada pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS - ácido 2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico e DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (B).

Fotos: Luana Jéssica Souza Santos

O pH foi determinado com leitura direta na polpa homogeneizada, utilizando um potenciômetro com membrana de vidro do titulador automático, modelo DL 12 da Mettler (Figura 7A), de acordo com (AOC, 1998).

Os teores de açúcares solúveis totais foram determinados usando o reagente antrona, conforme Yemn e Wilis (1954). Pesou-se 0,5 g de polpa, que foi diluída em etanol a 80% para balão volumétrico de 50 mL. Aguardou-se 30 minutos, para posterior filtração, retirando-se uma alíquota de 5 mL, que foi diluída em água destilada para 100 mL. Posteriormente, pipetou-se alíquota, variando conforme o teor destes compostos na amostra, de 0,4 a 0,7 mL, que foi diluída em água destilada para completar 1,0 mL, em tubos de ensaio que também receberam o reagente antrona. Os tubos de ensaio foram agitados e incubados em banho-maria, a 100 °C por oito minutos. Logo em seguida, foram esfriados em banho de gelo para realização da leitura em espectrofotômetro em comprimento de onda 620 nm. Os resultados foram expressos  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ .

Os teores de açúcares redutores foram obtidos a partir de 2 a 3 g de polpa, conforme ensaios preliminares de quantificação, diluída em 100 mL de água e filtrada. Utilizou-se o reagente ácido dinitrosalicílico – DNS, de acordo com Miller (1959). Tomou-se alíquota de 0,5 a 0,8 mL do filtrado, de acordo com a característica da amostra, e diluiu-se em água destilada para 1,0 mL. No mesmo tubo de ensaio, foi adicionado 1,5 mL do reagente DNS. Os tubos de ensaio foram agitados e levados ao banho-maria a 100 °C por 5 minutos. Imediatamente depois, foram resfriados em banho de gelo. Então, foram adicionados 7,5 mL de água destilada e realizada a leitura em espectrofotômetro, no comprimento de onda a 540 nm. Os resultados foram expressos em  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ .

O teor de amido foi extraído por hidrólise ácida, conforme método da AOAC (1998). Utilizou-se amostra de 15 g de polpa diluída em 40 mL de água destilada, centrifugada três vezes por 10 minutos, a 10.000 rpm, descartando o sobrenadante. Transferiu-se o resíduo para um balão de fundo chato e adicionou-se 160 mL de água destilada e 2,5 mL de ácido clorídrico P.A. O balão de fundo chato foi deixado em fervura por duas horas, sob refluxo. Depois de resfriado e neutralizado com solução de carbonato de sódio a 20%. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, completado com água destilada e filtrado. Foram utilizadas alíquotas de 0,5 ou 0,7 ou 1,0 mL, a depender da amostra, 1,0 mL de água destilada, e 1,0 mL de solução de DNS, seguido por agitação e levados ao banho-maria a 100 °C por cinco minutos. Logo depois, os tubos foram resfriados em banho de gelo. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 540 nm. Os resultados foram multiplicados pelo fator 0,9 correspondente ao rendimento da transformação de sacarose em glicose, na hidrólise. Os resultados foram expressos em g 100 g<sup>-1</sup>.

O teor de compostos pécicos totais da casca foi extraído por meio do método indicado por McReady e McComb (1952). Foram utilizados 1,0 g da casca, adicionado 25 mL de etanol 95 % e homogeneizado em Turrax, deixando-se em repouso por 30 minutos em geladeira. Filtrou-se a vácuo, desprezando o filtrado. O resíduo foi lavado duas vezes com aproximadamente 10 mL de etanol 75% e transferiu-se o resíduo para um béquer com cerca de 40 mL de água destilada e ajustou-se o pH para 11,5 com NaOH 1,0 N. Então, a amostra repousou por 30 minutos na geladeira e o pH foi ajustado para 5,0 a 5,5 com ácido acético glacial. Depois, adicionou-se 0,1 g de pectinase e o material foi levado para agitação em shaker, modelo MA140 da MARCONI, por uma hora. Posteriormente, a amostra foi filtrada a vácuo, sendo o resíduo descartado e o sobrenadante diluído em 100 mL. Retirou-se uma alíquota de aproximadamente 0,1 mL para a quantificação, conforme método indicado por Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973). Os tubos de ensaio contendo as amostras foram colocados em banho de gelo e receberam a solução de ácido sulfúrico/tetraborato de sódio. Após homogeneização, foram colocados em banho-maria a 100 °C por cinco minutos, seguido de banho de gelo. Adicionou-se 0,06 mL de m-hidroxidifenil. Os tubos repousaram por 10 minutos e em seguida realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 520 nm. Os resultados foram expressos em g 100 g<sup>-1</sup>.

### 3.4.3.3 Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante

O teor de ácido ascórbico (vitamina C) foi determinado por titulometria com solução do reagente DFI (2,6 dicloro-fenolindofenol) a 0,02%, até a mudança de cor para rósea permanente, conforme recomendado por Strohecker e Henning (1967). Utilizou-se uma alíquota de 1 mL para titulação e os resultados foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa.

Os teores de flavonoides amarelos da casca foram determinados de acordo com método de Francis (1982). Em 0,5 g de casca dos frutos, adicionou-se 30 mL de solução extratora de álcool etílico (95 %)/ HCL (1,5 N) na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas e o conteúdo transferido para balão volumétrico de 50 mL, ao abrigo de luz. O balão foi completado com a solução extratora e armazenado por 12 horas em geladeira em frasco âmbar. Posteriormente, filtrou-se o material protegido da luz. A leitura foi realizada no espectrofotômetro, a 374 nm. O teor de flavonoides amarelos foi calculado através da fórmula: (absorbância x fator de diluição)/76,6. Os resultados foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup>.

A determinação dos polifenóis extraíveis totais - PET seguiu o método de Larrauri et al. (1997). Pesou-se 13 g da polpa e adicionou-se 20 mL de metanol 50%, homogeneizando-se e deixando-se em repouso por 60 minutos, em temperatura ambiente. Centrifugou-se a 10.000 rpm durante 15 minutos, recolheu-se o sobrenadante em um balão volumétrico de 50 mL. A partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se 20 mL de acetona a 70%, homogeneizou-se e deixou-se em repouso por 60 minutos, em temperatura ambiente. Depois, repetiu-se a centrifugação e o sobrenadante juntou-se ao primeiro no balão volumétrico, completando-se o volume com água destilada. A amostra extraída foi transferida para recipientes de vidro para posterior determinação (Figuras 7B)

Para a determinação dos teores de polifenóis extraíveis totais, colocou-se a alíquota da amostra extraída, que variou de 0,2 a 0,5 mL, e água destilada até completar 2 mL, adicionou-se 1 mL do reagente Folin Ciocalteu e acrescentou-se 2 mL de carbonato de sódio a 20%. Homogeneizou-se e aguardou-se 30 minutos. O espectrofotômetro foi zerado com o branco, 2 mL de água destilada, mais 1 mL de Folin Ciocalteu e 2 mL de carbonato de sódio a 20%, realizando-se as leituras em espectrofotômetro UV-Vis, no comprimento de onda de 700 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>.

A atividade antioxidante foi determinada por dois métodos, a partir do extrato obtido para polifenóis extraíveis. O primeiro foi o método da captura do radical livre ABTS - ácido 2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiazolona-6-sulfônico. O preparo do radical ABTS é feito a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS com 88 µL da solução de persulfato de potássio.

Manteve-se a mistura em escuro por 16 horas, sendo diluída alíquota de 1 mL em álcool etílico até se obter uma absorbância de 0,70 mais ou menos 0,05, a 734 nm. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 30 µL do extrato para tubos de ensaio, aos quais foram adicionados 3 mL da solução do radical ABTS. Os tubos foram homogeneizados e a leitura realizada a um comprimento de onda de 734 nm, após seis minutos da mistura, utilizando-se álcool etílico como branco para calibrar o espectrofotômetro. Os valores foram obtidos a partir da equação da reta, calculando a absorbância referente a 1000 µM de Trolox, conforme método recomendado por Miller et al. (1993) e adaptado de Rufino et al. (2010). Os resultados foram expressos em µM de Trolox g<sup>-1</sup>.

Para determinação da atividade antioxidante total pelo método da captura do radical livre DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazil, foram preparadas três diluições (1:3, 3; 1:5 e 1:10) do extrato. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 1 mL de cada diluição do extrato para tubos de ensaio com 3,9 mL de radical DPPH, agitando-os. Para controle, utilizou-se 0,1 mL da solução de álcool metílico, acetona e água destilada, mais 3,9 mL do radical DPPH e agitou-se novamente. Álcool metílico foi utilizado como branco. As leituras foram realizadas no comprimento de onda 515 nm, após estabilização da absorbância por cerca 20 minutos.

Com as absorbâncias das diferentes diluições dos extratos, determinou-se a equação da reta. Substitui-se a absorbância equivalente a 50% da concentração do DPPH pelo y da equação ( $y=ax-b$ ). O resultado encontrado foi dividido por 1000 para transformar em g. Em seguida, dividiu-se pelo valor encontrado em g DPPH, obtendo-se o resultado final, expresso em g fruta g DPPH<sup>-1</sup>, segundo método de Sánchez-Moreno et al. (1998), adaptado por Rufino et al. (2010).

Não foi possível realizar as análises de teores de compostos pécnicos da casca e de flavonoides amarelos da casca para os acessos BGU-75 e BGU47, devido ao termino dos frutos destes acessos durante o processamento da atividade, uma vez que essas análises foram acrescentadas posteriormente ao andamento da pesquisa.

### **3.5 Análise Estatística**

A distribuição dos dados foi analisada pelos testes de Shapiro-Wilk e de Lilliefors. Os dados fitotécnicos foram submetidos à análise de variância. As médias das características fitotécnicas foram agrupadas pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ), para o fator acesso nas parcelas subdivididas no tempo. Para analisar o efeito significativo nas parcelas subdividida



da idade, os dados foram submetidos à análise de regressão. Os critérios utilizados para escolha dos modelos de regressão consideraram a adequação do modelo ao fenômeno estudado, os valores dos coeficientes de determinação e dos coeficientes de determinação ajustados e a significância dos parâmetros da regressão pelo teste t.

Os dados de teores foliares de nutrientes foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos fatores ciclo e época, comparados pelo teste F ( $P < 0,05$ ) e às referentes aos acessos e às interações significativas entre fatores, agrupadas pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

Os dados de fluorescência da clorofila *a* foram sujeitos a análise de variância, sendo as médias das variáveis agrupadas pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Para os dados de índice de área foliar e índice de clorofila foi realizada a análise de variância, as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) e agrupadas pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ), para os fatores épocas e acesso, respectivamente.

As características de qualidade dos frutos com distribuição normal foram analisadas pela análise de variância e as médias agrupadas pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As características de qualidade do fruto que não tiveram distribuição normal foram submetidas ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ). Identificando-se as diferenças entre os acessos cujos dados não apresentaram distribuição normal, as médias foram agrupadas pelo método de Dunn ( $P < 0,05$ ).

Para as análises de variância dos dados das variáveis fitotécnicas e fisiológicas, foi utilizado o programa SAEG (versão 8.1), enquanto para as variáveis de qualidade dos frutos em que este procedimento estatístico foi justificado, utilizou-se o Assistat (versão 7.7.2). Para analisar a distribuição dos dados, previamente à definição dos procedimentos de avaliação dos efeitos dos tratamentos, e para aplicação de testes não-paramétricos, quando pertinente, foi utilizado o programa estatístico XLStat (versão gratuita 2017).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Características Fitotécnicas**

Não houve interação entre acessos e idades das plantas para as características altura da planta, maior diâmetro da copa e circunferência do caule na altura do enxerto de acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira avaliados nas idades de cinco, oito, nove e 10 anos. As

características fitotécnicas diferiram significativamente, mas de forma independente entre acessos (Tabela 2) e idade das plantas (Figura 8). Para o fator idade, elas variaram de forma linear crescente ao longo dos anos.

**Tabela 2.** Altura da planta, maior diâmetro da copa (maior Ø da copa) e circunferência do caule na altura do enxerto de quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira avaliados na Coleção do IFBAIANO *Campus Guanambi*. Guanambi, BA, 2012-2017\*.

Acesso	Altura (m)	Maior Ø da copa (m)	Circunferência do caule na altura do enxerto (cm)
EPAMIG-01	2,40 B	4,92 C	47,00 C
EPAMIG-05	2,45 B	4,41 D	47,75 C
BGU-75	2,02 C	4,89 C	47,83 C
BGU-47	1,84 D	4,60 C	46,16 C
BGU-48	2,37 B	4,35 D	44,75 C
BGU-50	2,47 B	5,86 A	51,50 B
BGU-45	1,82 D	3,85 D	47,31 C
BGU-44	1,88 D	4,18 D	36,00 D
EPAMIG-07	1,73 D	4,50 C	44,12 C
EPAMIG-09	2,18 C	5,41 B	44,41 C
EPAMIG-13	2,87 A	5,83 A	58,58 B
EPAMIG-06	2,05 C	4,25 D	34,50 D
EPAMIG-04	2,17 C	4,24 D	35,80 D
EPAMIG-03	3,01 A	6,36 A	55,66 B
Princesa (umbu-cajazeira)	3,05 A	5,18 B	64,41 A
Desconhecido	2,38 B	5,64 B	48,83 C
Média	2,29	4,90	47,17
CV (%)	10,32	14,85	16,35

\*Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

Fonte: Elaboração da autora

A altura da planta variou entre os acessos, formando quatro grupos (Tabela 2). Os acessos EPAMIG-13, EPAMIG-03 e umbu-cajazeira Princesa apresentaram maior altura de planta. Enquanto que os acessos BGU-47, BGU-45, BGU-44 e EPAMIG-07 apresentaram menor altura. A diferença para altura observada nos acessos deve-se ao potencial genético de cada um. Ressalta-se que as plantas avaliadas no presente trabalho estão atualmente com 10 anos de idade, portanto, ainda em crescimento.

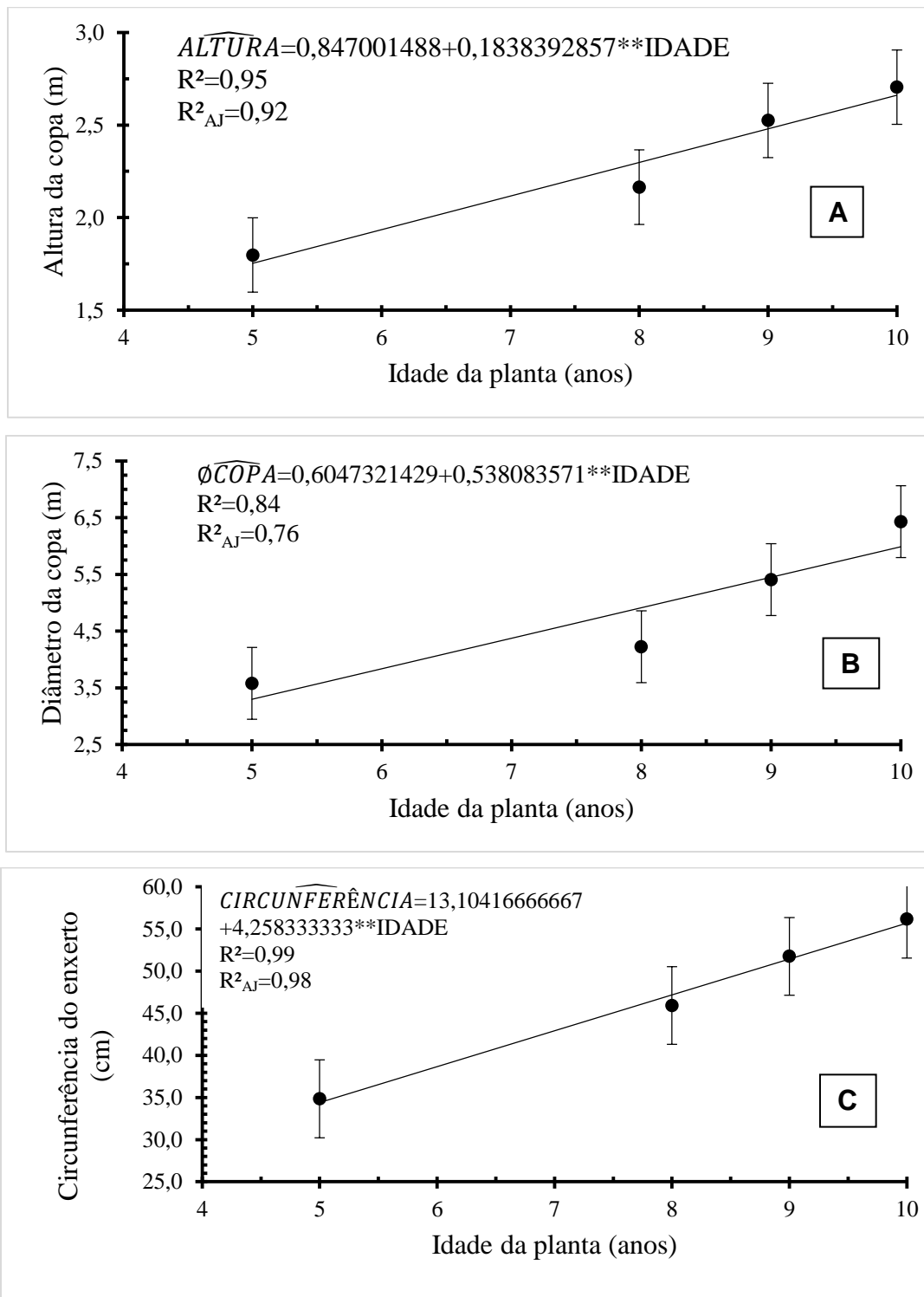
A altura das plantas dos acessos BGU-68 (SANTOS, NASCIMENTO e OLIVEIRA, 1999), correspondente ao mesmo acesso identificado de EPAMIG-01 (SATURNINO, GONÇALVES E SILVA, 2000), BGU-75, BGU-47, BGU-48, BGU-50, BGU-45 e BGU-44, nos estudos de Santos, Nascimento e Oliveira (1999) e Nascimento et al. (2002), realizados *in situ* nas plantas matrizes de umbuzeiro, corresponderam respectivamente a: 4,50; 4,00; 3,50; 4,00; 8,20; 5,60 e 8,50 m. O maior porte dessas plantas *in situ* se deve ao fato de se tratar das árvores originais, com idade muito avançada, provavelmente seculares, de não serem

conduzidas em espaçamento equidistante e serem submetidas à poda de pastejo feita pelo gado que se alimenta das partes mais baixas, fazendo com que a copa seja formada a maior altura do solo.

Além das características genéticas e da influência ambiental, o manejo de poda interfere na altura e dificulta a comparação de tamanho da planta com outras referências literárias. Os desbastes laterais induzem maior altura da planta. Essa técnica tem como um dos objetivos produzir sombreamento, enquanto as podas em “V”, realizadas no manejo das árvores experimentais do presente estudo, permitem, por exemplo, acessar o interior da copa para atividades como colheita dos frutos. Por outro lado, a poda provoca desequilíbrio de área de processo de fotossíntese (folhas) e área de absorção de água e nutrientes (raízes tuberosas e auxiliares) (EHSEN, 1987) e seu crescimento pode ser retardado em relação a uma planta silvestre.

Dantas (2015) avaliando o umbu-cajazeira aos cinco anos de idade verificou 2,41 m de altura da planta. A maior altura das plantas dificulta a realização dos tratos culturais, principalmente a colheita, que é manual, pois os frutos no terço superior da copa são de difícil acesso. Em regiões com ventos fortes como o município de Guanambi, BA, as plantas mais altas podem sofrer limitações, com derrubada das flores e frutos, prejudicando a produção.

A altura da copa das plantas variou de forma crescente ao longo dos anos, independente do acesso (Figura 8A). O modelo ajustado estima um incremento de 0,1838392857 m a cada ano avançado na idade da planta a partir dos cinco anos de idade. A altura da planta aumentou 51,97% entre cinco e dez anos, passando de 1,77 m para 2,69 m.



**Figura 8.** Altura da planta (A), maior diâmetro da copa (B) e circunferência do caule na altura do enxerto (C) de plantas de 16 acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira em função da idade (2012-2017). Guanambi – BA, 2017.

\*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Fonte: Elaboração da autora

Os acessos apresentaram extensão do maior diâmetro das copas diferentes, independentemente da idade (Tabela 2). Essa diferença permitiu a formação de quatro grupos, de acordo com o critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Os acessos BGU-50, EPAMIG-13 e

EPAMIG-03 apresentaram maior diâmetro de copa mais elevado. Os acessos EPAMIG-05, BGU-48, BGU-45, BGU-44, EPAMIG-06 e EPAMIG-04 expressaram menor tamanho para o maior diâmetro de copa. A vantagem de copa com diâmetro menor é permitir espaçamentos menores entre as plantas. Santos, Nascimento e Oliveira (1999) relataram maior diâmetro de copa de 15,1 m para acessos de 17 grupos de umbuzeiro avaliados *in situ*. Dantas (2015) relatou que o umbu-cajazeira, aos cinco anos, possuía 4,33 m de diâmetro de copa. O maior diâmetro da copa variou ao longo dos anos, independentemente do acesso, de modo linear crescente (Figura 8B). Observou-se acréscimo, no maior diâmetro da copa, de 0,5380803571 m para cada ano de idade a partir dos cinco anos. O diâmetro da copa da planta cresceu 81,65% entre cinco e dez anos, aumentando de 3,30 m para 5,99 m.

O umbuzeiro possui copa de forma hemisférica e seu crescimento é predominantemente lateral. O diâmetro da copa influencia a escolha de espaçamento do plantio, o índice de área foliar e a captação de luz para fotossíntese. Sua mensuração é muito importante, pois está relacionada com a produtividade. Santos e Nascimento (1998) apontaram que o número de frutos por planta possui uma relação positiva com o diâmetro da copa.

Assim como as outras características fitotécnicas, a circunferência do caule na altura do enxerto variou em função dos acessos, independentemente da idade, permitindo a formação de quatro agrupamentos (Tabela 2). O acesso umbu-cajazeira Princesa foi o mais vigoroso e os acessos BGU-44, EPAMIG-06 e EPAMIG-04 os menos vigorosos.

A circunferência caule do umbuzeiro e umbu-cajazeira na altura do enxerto variou de forma linear crescente com a idade da planta, independentemente do acesso (Figura 8C). O modelo ajustado estima um aumento de 4,258333333 cm para cada ano na idade da planta a partir dos cinco anos de idade. A circunferência do caule na altura do enxerto da planta elevou 61,90% entre cinco e dez anos de idade, variando de 34,40 cm para 55,69 cm.

A compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto pode favorecer ou retardar o crescimento da planta enxertada. Adicionalmente, a variabilidade entre os acessos e as condições edafoclimáticas podem justificar a variação dos resultados obtidos para circunferência do caule na altura enxerto.

Observa-se menor incremento da altura da planta, maior diâmetro da copa e circunferência do enxerto na idade de oito anos (Figura 8A, 8B, 8C) pode ser que as condições climáticas de menor precipitação em 2015, nos primeiros meses, (Figura 2) desfavoreceu o crescimento das plantas em relação aos anos de 2016 e 2017.

Características diferenciais de alguns acessos também foram observadas. O acesso BGU-75 possui folhas, flores e ramos pilosos, enquanto, o acesso EPAMIG-04 apresentou

como características diferenciais flores, folhas, ramos e frutos pilosos, assim como perfume intenso no período da floração. Isso sugere a oportunidade de analisar futuramente seu aproveitamento para a indústria de cosméticos e perfumes. A pilosidade representa uma estratégia adaptativa da espécie ao estresse hídrico, uma vez que reduz a perda de água por transpiração e diminui a incidência luminosa na planta, reduzindo a temperatura interna dos tecidos (TAIZ et al., 2017).

## **4.2 Características Fisiológicas**

### **4.2.1 Teores foliares de nutrientes**

Os teores de nitrogênio, fósforo, enxofre e cálcio nas folhas das plantas de umbuzeiro e umbu-cajazeira apresentaram interação entre os fatores acessos, ciclos e épocas de avaliação (Tabela 3). Igualmente, foi constatado para boro, cobre e zinco (Tabela 5). Por outro lado, os teores de potássio, magnésio e manganês variaram com os fatores acessos e ciclos (Tabela 6), os teores de potássio, magnésio, ferro e manganês com os fatores acessos e épocas de avaliação (Tabela 7), enquanto os teores foliares de potássio, magnésio, ferro, manganês e sódio foram influenciados pela interação entre ciclos e época de avaliação (Tabela 8).

Os teores foliares de nitrogênio nos ciclos variaram entre os acessos com formação de dois grupos pelo critério de Scott-Knott (Tabela 3). No ciclo de 2015/2016 os acessos EPAMIG-01, EPAMIG-04, EPAMIG-06, EPAMIG-09, EPAMIG-13, BGU-44, BGU-48 e BGU-50 apresentaram maior teor de nitrogênio na emissão do fluxo foliar. Os acessos EPAMIG-04, EPAMIG-06, EPAMIG-09, EPAMIG-13, BGU-44, BGU-48 e BGU-50 demonstraram maior teor de nitrogênio na emissão de fluxo foliar do ciclo de 2016/2017.

De modo geral, foram observados, maiores teores foliares de nitrogênio na fase de emissão de fluxo foliar da safra de produção 2015/2016. Os acessos BGU-45 e umbu-cajazeira Princesa mantiveram-se constante o nitrogênio foliar entre a emissão de fluxo foliar e senescência no 2015/2016 e os acessos EPAMIG-01, EPAMIG-06 e umbu-cajazeira Princesa no ciclo de 2016/2017, os demais acessos reduziram o nitrogênio na fase senescente. Os acessos, avaliados em dois ciclos de produção e em duas épocas de avaliação, apresentaram teores médios de nitrogênio de  $28,6 \text{ g kg}^{-1}$ , condizentes com o que foi relatado no trabalho de Silva et al. (1984), que analisaram a composição química de folhas de plantas adultas de umbuzeiro, verificando teor de nitrogênio médio de  $29,0 \text{ g kg}^{-1}$ .

**Tabela 3.** Teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S) e cálcio (Ca) de quinze acessos de umbuzeiros e um de umbu-cajazeira nas fases de emissão dos fluxos foliares (época I) e senescência (época II), em dois ciclos de produção representados pelas safras 2015-2016 (ciclo I) e 2016-2017 (ciclo II). Guanambi, BA, 2017.

Acessos	N (g k g <sup>-1</sup> )				P (g k g <sup>-1</sup> )				S (g k g <sup>-1</sup> )				Ca (g k g <sup>-1</sup> )			
	Ciclo I		Ciclo II		Ciclo I		Ciclo II		Ciclo I		Ciclo II		Ciclo I		Ciclo II	
	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II
EPAMIG-01	35,9 Aa	26,3 Bb	27,5 Ba	24,7 Aa	3,0 Ca	1,4 Ab	1,6 Aa	1,4 Aa	2,2 Ca	2,0 Ba	2,7 Aa	2,2 Aa	8,1 Bb	33,2 Ba	20,2 Cb	40,0 Ca
EPAMIG-05	30,9 Ba	27,2 Bb	26,5 Ba	23,7 Ab	2,4 Da	1,4 Ab	1,5 Aa	1,3 Aa	2,7 Ba	2,5 Aa	2,7 Aa	2,5 Aa	15,1 Ab	38,8 Aa	25,5 Bb	42,1 Ca
BGU-75	30,7 Ba	24,1 Bb	27,4 Ba	22,5 Bb	3,2 Ca	1,4 Ab	1,8 Aa	1,1 Ab	3,3 Aa	2,0 Bb	2,6 Aa	2,2 Aa	10,9 Bb	42,6 Aa	26,5 Bb	54,2 Aa
BGU-47	33,1 Ba	27,7 Bb	25,7 Ba	19,8 Bb	3,3 Ca	1,4 Ab	1,6 Aa	1,1 Aa	4,1 Aa	2,2 Ab	2,6 Aa	1,7 Bb	17,1 Ab	45,0 Aa	36,0 Ab	57,2 Aa
BGU-48	38,7 Aa	26,8 Bb	28,9 Aa	25,7 Ab	3,8 Ba	1,3 Ab	1,8 Aa	1,4 Aa	3,6 Aa	1,8 Bb	2,6 Aa	2,4 Aa	7,6 Bb	43,7 Aa	20,2 Cb	40,6 Ca
BGU-50	39,4 Aa	26,5 Bb	33,1 Aa	24,8 Ab	4,4 Aa	1,5 Ab	1,8 Aa	1,2 Ab	3,5 Aa	1,9 Bb	2,7 Aa	2,4 Aa	9,4 Bb	31,6 Ba	22,1 Cb	46,9 Ba
BGU-45	33,1 Ba	33,1 Aa	26,9 Ba	19,9 Bb	3,1 Ca	1,3 Ab	1,6 Aa	1,0 Ab	3,3 Aa	2,3 Ab	2,8 Aa	2,5 Aa	10,1 Bb	33,0 Ba	23,9 Bb	51,5 Ba
BGU-44	39,1 Aa	26,7 Bb	30,6 Aa	26,4 Ab	4,1 Ba	1,5 Ab	1,8 Aa	1,2 Aa	3,8 Aa	2,1 Ab	2,5 Aa	2,1 Aa	6,8 Bb	34,2 Ba	20,9 Cb	34,0 Da
EPAMIG-07	-	-	-	-	3,0 Ca	1,5 Ab	1,8 Aa	1,1 Ab	1,9 Ca	2,1 Aa	2,3 Aa	1,8 Ba	11,2 Bb	35,1 Ba	25,7 Bb	37,5 Da
EPAMIG-09	35,1 Aa	28,1 Bb	32,6 Aa	23,6 Ab	4,5 Aa	1,6 Ab	2,1 Aa	1,3 Ab	3,5 Aa	2,1 Ab	2,7 Aa	2,0 Ab	8,9 Bb	35,3 Ba	20,4 Cb	35,2 Da
EPAMIG-13	34,7 Aa	27,0 Bb	30,6 Aa	22,4 Bb	3,4 Ca	1,6 Ab	1,9 Aa	1,2 Ab	3,6 Aa	1,9 Bb	2,3 Aa	1,9 Ba	12,0 Ab	26,6 Ba	23,5 Bb	43,3 Ca
EPAMIG-06	36,4 Aa	25,9 Bb	29,7 Aa	27,3 Aa	3,9 Ba	1,4 Ab	2,0 Aa	1,3 Ab	2,9 Ba	2,0 Bb	2,5 Aa	2,2 Aa	6,5 Bb	38,1 Aa	24,3 Bb	38,0 Da
EPAMIG-04	36,2 Aa	30,3 Ab	31,1 Aa	20,9 Bb	3,4 Ca	1,5 Ab	1,9 Aa	1,0 Ab	2,8 Ba	2,1 Ab	2,3 Aa	1,9 Ba	5,6 Bb	31,6 Ba	17,6 Cb	37,5 Da
EPAMIG-03	32,7 Ba	26,8 Bb	27,2 Ba	22,2 Bb	2,4 Da	1,3 Ab	1,6 Aa	1,1 Ab	2,7 Ba	1,8 Bb	2,6 Aa	2,2 Aa	13,2 Ab	33,7 Ba	20,9 Bb	32,9 Da
Princesa (umbu-cajazeira)	28,9 Ba	29,0 Aa	23,5 Ba	24,8 Aa	3,4 Ca	1,7 Ab	1,8 Aa	1,7 Aa	3,0 Ba	2,4 Ab	2,1 Aa	2,3 Aa	17,7 Ab	33,6 Ba	19,9 Cb	35,4 Da
Desconhecido	-	-	-	-	3,9 Ba	1,6 Ab	1,9 Aa	1,3 Ab	3,1 Ba	2,0 Bb	2,4 Aa	2,1 Aa	7,8 Bb	35,9 Ba	21,1 Bb	33,6 Da
Média	28,6				2,0				2,5				27,6			
CV (%)	9,90				16,61				13,15				15,69			

\*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas, para acessos, pertencem a um mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott (P < 0,05). Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas linhas, para épocas no mesmo ciclo, não diferem pelo teste F (P < 0,05). CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaboração da autora

Observou-se que os acessos BGU-48 e EPAMIG-06 expressaram maiores valores percentuais de taxa de retranslocação de nutriente para nitrogênio em relação aos demais acessos no ciclo I e menor percentual no umbu-cajazeira Princesa (Tabela 4). O acesso EPAMIG-04 denotou maior eficiência na ciclagem bioquímica de nitrogênio no ciclo II e o umbu-cajazeira Princesa menor. Uma maior eficiência na ciclagem bioquímica de um nutriente por um determinado acesso pode significar uma maior economia nutricional e, conseqüentemente, menor custo com adubações.

**Tabela 4.** Taxa de retranslocação (TR) ou magnitude de ciclagem bioquímica dos nutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) em quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira. Guanambi, BA, 2017.

Acessos	TR - N (%)		TR - P (%)	
	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo I	Ciclo II
EPAMIG-01	82,13	54,64	88,61	55,81
EPAMIG-05	65,74	45,83	77,30	47,51
BGU-75	79,91	59,85	88,81	70,12
BGU-47	68,20	51,51	83,88	56,73
BGU-48	87,96	55,76	94,05	61,30
BGU-50	79,99	64,69	89,86	68,59
BGU-45	69,39	65,67	87,17	71,00
BGU-44	86,42	46,97	92,73	59,02
EPAMIG-07			84,05	58,12
EPAMIG-09	79,82	58,05	91,04	64,12
EPAMIG-13	64,90	60,27	78,77	65,72
EPAMIG-06	87,86	41,22	93,88	58,43
EPAMIG-04	85,17	68,46	92,18	75,30
EPAMIG-03	67,90	48,15	78,78	56,33
Princesa (umbu-cajazeira)	47,14	40,68	73,66	46,91
Desconhecido			91,09	57,03

Fonte: elaboração da autora

Apesar de o nitrogênio ser considerado de alta mobilidade (SOUZA e FERNANDES, 2006), para plantas caducifólias como o umbuzeiro, a relação fonte-dreno e a remobilização apresentam menor eficiência de ciclagem. Provavelmente, o nitrogênio é pouco remobilizado das folhas senescentes para o principal dreno depois dos frutos, as folhas e os ramos. Logo após o início da senescência das folhas e início de dormência dos ramos, o xilopódio torna-se o principal dreno na planta. De tal forma, que possivelmente a fitomassa das folhas caídas na superfície do solo contribui para a ciclagem do nitrogênio na relação solo e planta.

Os teores foliares de fósforo diferiram entre os acessos, apenas na fase de emissão de fluxo foliar, da safra 2015/2016, formando quatro grupos (Tabela 3). Também, observaram-se os maiores teores de fósforo, de modo geral, na fase de emissão de fluxo foliar da safra 2015/2016. Os acessos revelaram redução do teor de fósforo nas folhas senescente das duas safras avaliadas,



com exceção de EPAMIG-01, EPAMIG-05, BGU-44, BGU-47, BGU-48 e umbu-cajazeira Princesa, na safra de 2016/2017. Os teores médios de fósforo entre os acessos, para os dois ciclos de produção e as duas épocas de avaliação, foram de  $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ , semelhante a  $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ , que foi documentado por Silva et al. (1984), em folhas de umbuzeiro adulto em fase de reprodução.

Os acessos expressaram menor percentual de taxa de retranslocação do N e P no ciclo II comparado ao percentual dos acessos no ciclo I (Tabela 4), Isto pode ser reflexo dos menores teores foliares na fase de emissão foliar do ciclo II (Tabela 3). Verificou-se que o acesso BGU-48 revelou maior eficiência de ciclagem bioquímica do fósforo e menor para o acesso umbu-cajazeira no ciclo I. Enquanto no ciclo II, o acesso EPAMIG-04 obteve maior taxa de retranslocação de fósforo e o acesso umbu-cajazeira Princesa menor taxa.

O fósforo está relacionado com a transferência de energia na bioquímica da planta (SHUMAN, 1994). Entendendo-se que o fósforo é um nutriente bastante móvel, o padrão de distribuição está aparentemente relacionado com a relação fonte-dreno, sendo seu movimento determinado pela demanda de carboidrato dentro da planta (BIELESKI, 1973; MARSHALL e WARDLAW, 1973). Ainda, de acordo com Schachtman et al. (1998), em plantas com deficiência de fósforo, o suplemento é mobilizado das folhas senescente para as novas e para as raízes. No caso do umbuzeiro, que perde suas folhas no período da seca, pode-se considerar a hipótese de que o fósforo é remobilizado para o dreno mais forte de carboidratos no período de senescência das folhas, os xilopódios, para armazenamento, e que dará suporte à emissão de folhas novas e à floração, na safra posterior.

Os teores foliares de enxofre variaram entre os acessos na fase de emissão de fluxo foliar da safra de 2015/2016, com três grupos sendo formados (Tabela 3). Em geral, os acessos apresentaram maiores teores de enxofre na fase de emissão de fluxo foliar em relação à senescência, verificado na safra 2015/2016. Na safra de 2016/2017, o enxofre variou em dois grupos entre os acessos. Os teores de enxofre mantiveram-se constantes entre a emissão de fluxo e senescência, com exceção dos acessos BGU-47 e EPAMIG-09 que reduziram o enxofre na senescência, no ciclo de 2016/2017. Os acessos caracterizaram-se por teores médios de enxofre de  $2,5 \text{ g kg}^{-1}$ , nos dois ciclos de produção e nas duas épocas de avaliação. Estes teores são inferiores aos relatados por Silva et al. (1984), que observaram  $3,2 \text{ g kg}^{-1}$ , em folhas de umbuzeiro adulto.

O enxofre participa da estrutura das proteínas, sendo necessária à redução do sulfato (VITTI et al., 2006). Segundo os autores, durante a expansão foliar, a evolução da redução do sulfato é máxima, mas decresce drasticamente depois da maturação da folha, o que poderia ser uma das justificativas para a redução do teor de enxofre nas folhas senescentes da safra 2015/2016. O teor constante de enxofre nas fases de emissão de fluxo foliar e senescência na safra 2016/2017, pode

ser explicado pela baixa mobilidade desse nutriente na planta, que reduz a influência do dreno na sua translocação. Considerando que o sulfato é transportado principalmente na direção raiz-folhas, a planta possui pouca capacidade de translocar o enxofre via floema no sentido folha-raiz (MALAVOLTA, 1981).

Outra hipótese para maiores teores de nutrientes, incluindo enxofre, na fase de emissão de fluxo foliar da safra de 2015/2016, e posterior redução seria a interferência climática. Em 2015, as baixas precipitações (Figura 2) influenciaram em menor armazenamento de nutrientes nos xilopódios, devido a menor absorção radicular. As chuvas seguintes devem ter permitido absorção mais eficiente dos nutrientes disponíveis no solo, ocorrendo o acúmulo inicialmente nas folhas novas e diluição da concentração de nutrientes, posteriormente observado nas folhas senescentes.

Os teores foliares de cálcio nos ciclos e épocas variaram entre os acessos, com formação de, no mínimo, dois e, no máximo, quatro grupos pelo critério de Scott-Knott (Tabela 3). Os acessos expressaram menores teores de cálcio na fase de emissão de fluxo foliar, em ambas as safras. Observou-se o acúmulo de Ca nas folhas senescentes. Compreende-se que parte do cálcio das paredes celulares é degradado com os processos que ocorrem na senescência da folha, outra parte residual permanece na parede celular. Sendo o cálcio pouco móvel na planta e uma vez no tecido vegetal, não é mais remobilizado para outra parte da planta (VITTI et al., 2006). Então, sua reciclagem biogeoquímica retorna o nutriente da fitomassa ao ambiente. Os acessos revelaram teor de cálcio médio de  $27,6 \text{ g kg}^{-1}$ , para os dois ciclos de produção e as duas épocas de avaliação, ao passo que, no estudo relato por Silva et al. (1984), foram observados teores de cálcio de  $17,9 \text{ g kg}^{-1}$ , inferiores aos observados no presente estudo.

Os teores foliares de boro (B) formaram de dois a três grupos para os acessos nas épocas e ciclo avaliados (Tabela 5). Somente a emissão de fluxo foliar da safra de 2015/2016 não formou grupos distintos. De modo geral, houve acúmulo do teor de boro nas folhas senescentes da safra 2015/2016, enquanto que, na safra 2016/2017, as folhas novas expressaram altos valores para boro, estabilizando na senescência, com exceção dos acessos EPAMIG-05 e BGU-44 que aumentou o boro na senescência. Os acessos apresentaram, em ambos os ciclos de produção e épocas de avaliação, teor médio de boro de  $86,22 \text{ mg kg}^{-1}$ , superior à média de  $68 \text{ mg kg}^{-1}$  relatada por Silva et al. (1984) para folhas de planta adulta de umbuzeiro silvestre. O boro é imóvel na planta (RAVEN, 1980), tendendo a acumular nas folhas velhas, e atua em sistemas enzimáticos, na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidratos (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

**Tabela 5.** Teores foliares de boro (B), cobre (Cu) e zinco (Zn) determinação em quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira em duas épocas de amostragem, emissão dos fluxos foliares (I) e senescência das folhas (II), em dois ciclos de produção, 2015 -2016 (I) e 2016- 2017 (II). Guanambi-BA, 2017.

Acessos	B (mg kg <sup>-1</sup> )				Cu (mg kg <sup>-1</sup> )				Zn (mg kg <sup>-1</sup> )			
	Ciclo I		Ciclo II		Ciclo I		Ciclo II		Ciclo I		Ciclo II	
	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II
EPAMIG-01	-	-	-	-	5,42 Aa	2,66 Ab	4,24 Aa	4,73 Aa	24,17 Ba	14,98 Bb	9,66 Ba	10,40 Ba
EPAMIG-05	41,40 Ab	70,76 Ca	65,93 Bb	85,98 Ba	4,63 Aa	1,62 Ab	2,73 Ba	2,18 Ba	17,89 Ba	17,11 Ba	11,88 Aa	10,81 Ba
BGU-75	50,06 Ab	117,57 Aa	97,57 Aa	97,48 Ba	5,69 Aa	2,24 Ab	3,08 Ba	4,01 Aa	21,16 Ba	21,67 Aa	13,30 Aa	6,49 Bb
BGU-47	-	-	-	-	4,96 Aa	3,10 Aa	3,19 Aa	1,29 Bb	23,51 Ba	12,41 Bb	13,46 Aa	10,50 Ba
BGU48	-	-	-	-	5,63 Aa	1,87 Ab	2,14 Ba	3,04 Ba	23,12 Ba	18,72 Aa	11,86 Ab	16,76 Aa
BGU-50	-	-	-	-	5,75 Aa	4,25 Aa	5,01 Aa	2,69 Bb	21,45 Ba	19,83 Aa	12,45 Aa	11,59 Ba
BGU-45	51,73Ab	108,22 Ba	107,50 Aa	113,96 Aa	4,09 Ba	1,51 Ab	3,83 Aa	1,86 Bb	22,73 Ba	18,83 Aa	11,95 Aa	11,05 Ba
BGU-44	43,59 Ab	107,46 Ba	71,44 Bb	107,71 Aa	5,69 Aa	3,38 Ab	3,70 Aa	1,09 Bb	20,38 Ba	24,25 Aa	11,72 Aa	13,06 Ba
EPAMIG-07	-	-	-	-	5,21 Aa	2,84 Ab	3,13 Ba	0,87 Bb	21,27 Ba	14,55 Bb	13,74 Aa	13,06 Ba
EPAMIG-09	-	-	-	-	7,30 Aa	2,62 Ab	4,42 Aa	1,36 Bb	23,12 Ba	14,54 Bb	13,29 Aa	13,06 Ba
EPAMIG-13	61,57 Ab	127,16 Aa	117,51 Aa	117,88 Aa	5,07 Aa	2,71 Ab	3,18 Aa	0,60 Bb	23,21 Ba	16,15 Bb	12,95 Aa	9,47 Ba
EPAMIG-06	-	-	-	-	4,23 Ba	2,99 Aa	1,43 Bb	4,62 Aa	30,46 Aa	10,70 Bb	10,98 Ba	11,85 Ba
EPAMIG-04	49,06 Ab	96,12 Ba	93,50 Aa	99,82 Ba	5,07 Aa	0,96 Ab	2,02 Ab	5,49 Aa	31,91 Aa	18,83 Ab	13,06 Aa	10,13 Ba
EPAMIG-03	53,91 Ab	78,52 Ca	97,57 Aa	83,06 Ba	4,48 Ba	1,95 Ab	2,65 Bb	5,88 Aa	21,27 Ba	14,55 Bb	11,22 Aa	12,36 Ba
Princesa (umbu-cajazeira)	-	-	-	-	4,93 Aa	3,77 Aa	2,88 Bb	5,38 Aa	18,42 Ba	15,4 Ba	11,83 Ab	20,56 Aa
Desconhecido	-	-	-	-	3,97 Ba	2,27 Ab	3,85 Aa	5,66 Aa	18,81 Ba	14,55 Ba	13,39 Aa	15,28 Aa
Média	86,22				3,52				16,00			
CV (%)	13,11				37,50				18,99			

\*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas, para acessos, pertencem a um mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas linhas, para épocas no mesmo ciclo, não diferem pelo teste F ( $P < 0,05$ ), CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaboração da autora

Os teores de cobre (Cu) formaram dois grupos entre os acessos, com exceção da fase de senescência foliar da safra 2015/2016, com um grupo (Tabela 5). Por sua vez, os teores foliares de zinco (Zn) formaram dois grupos entre os acessos nos ciclos e épocas avaliados (Tabela 5).

Os acessos apresentaram variações nos teores de cobre e zinco entre épocas e ciclos avaliados (Tabela 5). O teor de cobre demonstrou redução na senescência da safra de 2015/2016, exceto os acessos EPAMIG-06, BGU-47, BGU-50 e umbu-cajazeira Princesa que não diferenciaram entre as épocas. Os acessos expressaram teores médios de cobre e zinco de 3,52 mg kg<sup>-1</sup> e 16 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, considerando-se dois ciclos de produção e duas épocas de avaliação. Silva et al. (1984), em estudo da composição química das folhas de umbuzeiro adulto silvestre, informou médias de 6 mg kg<sup>-1</sup> e 18 mg kg<sup>-1</sup> para os teores de cobre e zinco, respectivamente.

O cobre é constituinte de enzimas de oxirredução e faz parte de outras enzimas, como polifenol oxidase, que catalisa compostos fenólicos a cetonas enquanto forma a lignina da cutícula. Este elemento não é considerado prontamente móvel na planta, mas existem relatos de translocação do cobre das folhas velhas para as mais novas. Enquanto o zinco, que é considerado altamente móvel ou intermediário na planta, está presente em maiores concentrações na raiz, possui o papel de co-fator enzimático e regula e estabiliza a estrutura proteica (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

Os teores foliares de potássio, magnésio e manganês variaram, nos ciclos, entre os acessos, com formação de, no mínimo, dois e, no máximo, quatro grupos, com exceção do potássio na safra 2016/2017 que não formou grupo pelo critério de Scott-Knott (Tabela 6). Os acessos expressaram maiores teores de potássio na safra 2015/2016. Para os dois ciclos de produção avaliados, observou-se acessos com teor de potássio médio de 9,5 g kg<sup>-1</sup>, valor semelhante ao trabalho de Silva et al. (1984), que citou 10 g kg<sup>-1</sup> em folhas de umbuzeiro adulto.

Os teores foliares de potássio, magnésio e manganês variaram, nos ciclos, entre os acessos, com formação de, no mínimo, dois e, no máximo, quatro grupos, com exceção do potássio na safra 2016/2017 que não formou grupo pelo critério de Scott-Knott (Tabela 6). Os acessos expressaram maiores teores de potássio na safra 2015/2016. Para os dois ciclos de produção avaliados, observou-se acessos com teor de potássio médio de 9,5 g kg<sup>-1</sup>, valor semelhante ao trabalho de Silva et al. (1984), que citou 10 g kg<sup>-1</sup> em folhas de umbuzeiro adulto.

Os maiores teores de potássio observados na safra de 2015/2016 podem estar relacionados às adubações realizadas até 2015. A ausência de adubação na área experimental, no ano de 2016, refletiu em menores teores de potássio na safra de 2016/2017 (Tabela 6).

Para a maioria dos acessos, não houve diferença significativa entre os teores de magnésio e de manganês para as safras 2015/2016 e 2016/2017 (Tabela 6). O acesso EPAMIG-13 apresentou maiores teores de Mn em ambos os ciclos em relação aos demais acessos. Os acessos apresentaram teores médios de magnésio e de manganês de 4,20 g kg<sup>-1</sup> e 60,20 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, independentemente da safra, valores superiores aos documentados no trabalho de Silva et al. (1984). Estes autores relataram teor de magnésio de 3,1 g kg<sup>-1</sup> e de manganês de 32 mg kg<sup>-1</sup>, em folhas de plantas adultas de umbuzeiro.

**Tabela 6.** Teores foliares de potássio (K), magnésio (Mg) e manganês (Mn) de quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira em dois ciclos de produção, 2015-2016 (I) e 2016-2017 (II). Guanambi, BA, 2015-2017.

Acessos	K (g kg <sup>-1</sup> )		Mg (g kg <sup>-1</sup> )		Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	
	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo I	Ciclo II
EPAMIG-01	12,9 Aa	8,3 Ab	3,8 Ca	3,8 Ba	31,75 Ca	45,47 Da
EPAMIG-05	10,2 Ba	9,0 Aa	4,2 Ca	3,6 Ba	54,31 Ca	54,13 Ca
BGU-75	11,2 Aa	6,4 Ab	3,6 Ca	3,6 Ba	36,17 Ca	39,18 Da
BGU-47	9,5 Ba	6,6 Ab	6,8 Aa	5,2 Ab	48,20 Ca	61,29 Ca
BGU-48	11,6 Aa	7,8 Ab	3,7 Ca	3,8 Ba	65,63 Ba	64,28 Ca
BGU-50	13,3Aa	7,1 Ab	3,2 Ca	4,1 Ba	54,64 Ca	65,89 Ca
BGU-45	11,3 Aa	6,5 Ab	3,4 Ca	3,8 Ba	41,56 Ca	57,48 Ca
BGU-44	12,0 Aa	7,8 Ab	3,5 Cb	4,6 Aa	34,76 Ca	46,73 Da
EPAMIG-07	11,5 Aa	7,9 Ab	4,6 Ca	5,5 Aa	81,99 Ba	89,00 Ba
EPAMIG-09	12,0 Aa	7,5 Ab	3,5 Cb	4,5 Aa	67,89 Bb	97,96 Ba
EPAMIG-13	11,5 Aa	7,2 Ab	3,7 Ca	4,4 Ba	104,73 Ab	137,42 Aa
EPAMIG-06	12,1 Aa	8,7 Ab	3,6 Ca	4,5 Aa	54,65 Ca	70,31 Ca
EPAMIG-04	12,4 Aa	9,0 Ab	3,1 Ca	3,9 Ba	78,01 Ba	34,86 Db
EPAMIG-03	9,7 Ba	7,4 Ab	4,4 Ca	5,0 Aa	39,44 Ca	36,63 Da
Princesa (umbu-cajazeira)	10,2 Ba	7,9 Ab	5,6 Ba	4,4 Bb	58,96 Ca	57,96 Ca
Desconhecido	10,7 Ba	7,3 Ab	4,0 Cb	5,4 Aa	52,89 Ca	63,91 Ca
Média	9,50		4,20		60,20	
CV (%)	16,76		21,8		33,45	

\*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas, para acessos, pertencem a um mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas linhas, para ciclos, não diferem pelo teste F ( $P < 0,05$ ). CV(coeficiente de variação).

Fonte: elaboração da autora

Os teores foliares de potássio, magnésio e ferro variaram entre os acessos nas duas épocas de amostragem, sem influência do ciclo de produção, formando dois grupos (Tabela 7). A variação dos teores de manganês entre os acessos foi maior, formando-se três e quatro grupos, nas fases de emissão de fluxos foliares e de senescência foliar, respectivamente. Os acessos BGU-47, EPAMIG-07, umbu-cajazeira Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida destacaram-se dos demais acessos nas épocas avaliadas. Metade dos acessos caracterizaram-se com maiores teores de

manganês na fase de senescência foliar, observado nos acessos BGU-48, BGU-44, EPAMIG-07, EPAMIG-09, EPAMIG-06, EPAMIG-04, EPAMIG-03 e umbuzeiro de origem desconhecida. Enquanto que para ferro não houve diferença entre a emissão de fluxos foliares e senescência. O manganês é fundamental para a síntese de clorofila e possui o papel de ativação de enzimas. É um elemento considerado imóvel, em alguns casos de baixa mobilidade (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

Os teores foliares de potássio, magnésio e ferro variaram entre os acessos nas duas épocas de amostragem, sem influência do ciclo de produção, formando dois grupos (Tabela 7). A variação dos teores de manganês entre os acessos foi maior, formando-se três e quatro grupos, nas fases de emissão de fluxos foliares e de senescência foliar, respectivamente. Os acessos BGU-47, EPAMIG-07, umbu-cajazeira Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida destacaram-se dos demais acessos nas épocas avaliadas. Metade dos acessos caracterizaram-se com maiores teores de manganês na fase de senescência foliar, observado nos acessos BGU-48, BGU-44, EPAMIG-07, EPAMIG-09, EPAMIG-06, EPAMIG-04, EPAMIG-03 e umbuzeiro de origem desconhecida. Enquanto que para ferro não houve diferença entre a emissão de fluxos foliares e senescência. O manganês é fundamental para a síntese de clorofila e possui o papel de ativação de enzimas. É um elemento considerado imóvel, em alguns casos de baixa mobilidade (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

Os acessos revelaram, para as duas épocas de coleta, teor médio de ferro de  $103,61 \text{ mg kg}^{-1}$  (Tabela 7), resultado equivalente ao de  $110 \text{ mg kg}^{-1}$  observado por Silva et al. (1984), em folhas de umbuzeiro adulto, em fase de reprodução. O ferro tem um papel na ativação de enzimas, catalisa a formação da clorofila e é considerado imóvel nos tecidos da planta (DECHEN e NACHTIGALL, 2006). Por isso, observa-se sua estabilidade na emissão de fluxo foliar e na senescência.

**Tabela 7.** Teores foliares de Potássio (K), magnésio (Mg), ferro (Fe) e manganês (Mn) de quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira em épocas de emissão de fluxos foliares (I) e senescência (II) e taxa de retranslocação (TR) dos nutrientes K e Mg. Guanambi, BA, 2015–2017.

Acessos	K (g kg <sup>-1</sup> )		Mg (g kg <sup>-1</sup> )		Fe (mg kg <sup>-1</sup> )		Mn (mg kg <sup>-1</sup> )		TR – K (%)	TR – Mg (%)
	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II	Época I	Época II		
EPAMIG-01	13,2 Aa	8,1 Ab	3,4 Ba	4,1 Ba	88,55 Ba	92,00 Ba	25,10 Cb	52,12 Da	71,15	43,31
EPAMIG-05	11,1 Ba	8,1 Ab	4,0 Ba	3,8 Ba	128,75 Aa	101,47 Ba	40,16 Cb	68,28 Ca	56,17	42,94
BGU-75	12,4 Aa	5,3 Bb	3,3 Ba	4,0 Ba	95,93 Aa	100,33 Ba	32,89 Cb	76,60 Ca	80,19	43,82
BGU-47	10,8 Ba	5,2 Bb	6,1 Aa	5,9 Aa	102,40 Aa	105,89 Ba	44,81 Cb	85,10 Ca	72,57	44,89
BGU-48	13,7 Aa	5,7 Bb	3,2 Bb	4,3 Ba	73,66 Bb	129,36 Aa	36,97 Cb	83,56 Ca	80,98	38,56
BGU-50	14,8 Aa	5,7 Bb	3,4 Ba	3,9 Ba	101,04 Aa	111,74 Aa	36,87 Cb	62,18 Da	82,42	47,63
BGU-45	12,7 Aa	5,0 Bb	3,3 Ba	4,0 Ba	89,27 Ba	86,67 Ba	31,04 Ca	50,45 Da	82,25	45,34
BGU-44	13,7 Aa	6,3 Bb	3,3 Bb	4,8 Ba	96,44 Aa	115,93 Aa	54,74 Bb	116,25 Ba	76,80	26,61
EPAMIG-07	12,9 Aa	6,5 Bb	4,0 Bb	6,2 Aa	127,95 Aa	107,78 Aa	80,24 Ab	161,90 Aa	70,58	9,50
EPAMIG-09	14,0 Aa	5,5 Bb	3,3 Bb	4,7 Ba	83,14 Bb	126,89 Aa	36,05 Cb	88,91 Ca	79,30	24,95
EPAMIG-13	12,6 Aa	6,0 Bb	4,0 Ba	4,2 Ba	103,67 Aa	122,27 Aa	23,32 Cb	89,55 Ca	74,69	44,20
EPAMIG-06	13,7 Aa	7,1 Ab	3,5 Bb	4,7 Ba	91,89 Ba	93,18 Ba	27,27 Ca	48,79 Da	74,38	33,61
EPAMIG-04	13,5 Aa	7,9 Ab	3,0 Bb	4,1 Ba	97,55 Aa	127,83 Aa	33,36 Cb	83,56 Ca	75,36	42,46
EPAMIG-03	10,8 Ba	6,4 Bb	4,1 Bb	5,3 Ba	111,39 Aa	124,35 Aa	40,16 Cb	76,64 Ca	62,44	18,07
Princesa (umbu-cajazeira)	11,7 Ba	6,4 Bb	5,4 Aa	4,6 Ba	76,88 Ba	91,59 Ba	27,25 Ca	48,09 Da	62,81	42,08
Desconhecido	12,4 Aa	5,6 Bb	3,6 Bb	5,8 Aa	91,13 Ba	118,44 Aa	49,82 Bb	116,04 Ba	76,14	14,88
Média	9,50		4,20		103,61		60,20			
CV (%)	16,76		21,8		26,55		33,45			

\*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas, para acessos, pertencem a um mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas linhas, para épocas no mesmo ciclo, não diferem pelo teste F ( $P < 0,05$ ). CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaboração da autora

Os acessos BGU-50 e BGU-45 revelaram maior taxa de retransporte de potássio e o acesso EPAMIG-05 menor (Tabela 7). Em relação à taxa de retransporte do Mg, o acesso BGU-50 também expressou maior percentual, enquanto, o EPAMIG-07 revelou menor eficiência de reciclagem do Mg. A característica genética do acesso é um dos fatores ponderantes para maior eficiência de reciclagem bioquímica, possibilitando que estes acessos de maior percentual na taxa de retransporte de nutriente sejam, possivelmente, mais eficientes e menos exigentes de aporte nutricional e uma opção para cultivo em condições de solos mais pobres ou visando redução de custos na adubação.

Os acessos expressaram maiores teores foliares de potássio na fase de emissão de fluxos foliares. Isso pode ser justificado pela necessidade de suprimento do floema para as folhas novas, tecidos meristemáticos e os frutos frescos (MENGEL e KIRKBY, 1987; MARSCHNER 2012). Por outro lado, também deve ser considerado, na senescência, que ocorre a redução do teor de potássio nas folhas, quando não há ou reduz o requerimento para folhas novas, frutos e/ou crescimento dos ramos, sendo que o potássio transloca-se facilmente entre células e tecidos (LINDHAUER, 1985). Possivelmente, o potássio deve ser transportado para os xilopódios, compreendido como dreno, a partir da necessidade adaptativa do umbuzeiro e umbu-cajazeira em reservar nutrientes e água nas raízes tuberosas, para o aporte que será utilizado na floração, na próxima safra. Ademais da ciclagem biogeoquímica do potássio com a alocação dos tecidos foliares para o xilopódio, também verificou-se a influência dessa ciclagem, com perda do nutriente por lixiviação das folhas ocorrido no final de 2016 a janeiro de 2017.

Segundo Meurer (2006), o potássio é um nutriente de alta mobilidade, com importante função no controle osmótico, no favorecimento do transporte e armazenamento de carboidratos, na participação da síntese de amido na folha, entre outras. Além disso, quando o solo fornece quantidade adequada de potássio para planta afeta o teor de amido nos frutos e xilopódios, a coloração e aroma do fruto, o teor de vitamina C e sólidos solúveis podem ser incrementados.

A função do magnésio está envolvida na regulação do pH e na ativação de enzima no metabolismo energético. O elemento é bastante móvel no floema, sendo remobilizado das folhas mais velhas para as novas ou para os pontos de crescimento (MEURER, 2006). Porém, observam-se maiores teores de Mg nas folhas senescentes. Ainda segundo esse autor, na maioria das plantas, os teores de magnésio nas partes novas são maiores do que nas partes velhas, embora também possa ocorrer o inverso.

Os teores foliares de potássio, magnésio, ferro, manganês e sódio variaram entre épocas nos dois ciclos avaliados formando dois grupos, exceto os teores foliares de magnésio e ferro, no ciclo I, e de sódio, na safra 2016/2017 (Tabela 8). O maior teor foliar de potássio foi observado na fase



de emissão de fluxos foliares da safra 2015/2016, independentemente do acesso. Nas folhas senescentes das plantas, o teor deste nutriente foi maior para a safra 2016/2017. Por sua vez, o teor médio de ferro foi menor na fase de emissão de fluxo foliar da safra 2016/2017. Verificou-se menor teor de manganês na fase de emissão de fluxos foliares da safra 2015/2016. O maior teor foliar de sódio foi observado na fase emissão de fluxos foliares a safra 2015/2016, sendo de 130,90 mg kg<sup>-1</sup>. O teor foliar médio de sódio foi notadamente inferior ao relatado por Silva et al. (1984), que verificaram 1300 mg kg<sup>-1</sup>, em folhas de umbuzeiro adulto silvestre.

De acordo com Neves, Sá e Carvalho (2004), em observação de omissão de micronutrientes em mudas de umbuzeiro, houve maior exigência em boro, ferro e zinco na fase inicial de crescimento em relação ao manganês e cobre. Por outro lado, Gonçalves, Neves e Carvalho (2006), avaliando a omissão de macronutrientes, observaram maior exigência em nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio na fase inicial do crescimento de mudas de umbuzeiro.

Ainda para a compreensão da variação que ocorre nos teores foliares de nutrientes entre acessos, Faquin (2005) afirmou que o processo de absorção dos nutrientes é regulado pelo controle genético. Desta forma a seletividade e a velocidade de absorção dependem das características de absorção do genótipo. Então, além do aporte de nutrientes no solo, as características genéticas de cada acesso podem interferir no teor foliar de nutrientes. O teor foliar de nutrientes nas plantas influencia a disponibilidade de elementos para os processos fisiológicos das plantas e, conseqüentemente, no desenvolvimento do acesso.

**Tabela 8.** Teores foliares de potássio (K), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e sódio (Na) de umbuzeiro e umbu-cajazeira em épocas de emissão de fluxos foliares (I) e senescentes (II), em dois ciclos de produção, 2015 -2016 (I) e 2016- 2017 (II). Guanambi, BA, 2017.

Épocas	K (g kg <sup>-1</sup> )		Mg (g kg <sup>-1</sup> )		Fe (mg kg <sup>-1</sup> )		Mn (mg kg <sup>-1</sup> )		Na (mg kg <sup>-1</sup> )	
	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo I	Ciclo II
I	16,50 Aa	9,00 Ab	3,90 Aa	3,70 Ba	112,38 Aa	82,57 Bb	28,95 Bb	48,55 Ba	130,90 Aa	56,11 Ab
II	6,30 Ba	6,30 Ba	4,20 Ab	5,10 Aa	108,11 Aa	111,36 Aa	84,24 Aa	79,26 Aa	48,86 Ba	92,61 Aa
Média	9,50		4,20		103,61		60,20		82,12	
CV (%)	16,76		21,80		26,55		33,45		143,05	

\*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais s nas colunas, para épocas, e minúsculas nas linhas, para ciclos, não diferem pelo teste F (P < 0,05).

CV= coeficiente de variação.

Fonte: elaboração da autora

#### 4.2.2 Fluorescência da clorofila *a*

Não houve efeito das épocas de avaliação nem da interação entre este fator e acessos, para a eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) e o rendimento quântico do fotossistema II (Yield). Os dados Fv/Fm e Yield variaram entre acessos, independentemente das épocas (Tabela 9).

**Tabela 9.** Eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) e rendimento quântico do fotossistema II (Yield) em folhas de quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira. Guanambi, BA, 2017.

Acessos	Características de fluorescência da clorofila	
	Fv/Fm	Yield
EPAMIG-01	0,76 A	0,56 B
EPAMIG-05	0,74 A	0,66 A
BGU-75	0,74 A	0,62 A
BGU-47	0,78 A	0,66 A
BGU-48	0,67 B	0,44 D
BGU-50	0,72 B	0,41 D
BGU-45	0,75 A	0,59 B
BGU-44	0,67 B	0,47 C
EPAMIG-07	0,72 B	0,48 C
EPAMIG-09	0,71 B	0,49 C
EPAMIG-13	0,75 A	0,49 C
EPAMIG-06	0,67 B	0,41 D
EPAMIG-04	0,75 A	0,50 C
EPAMIG-03	0,69 B	0,53 C
Princesa (umbu-cajazeira)	0,77 A	0,65 A
Desconhecido	0,70 B	0,57 B
Média	0,73	0,54
CV (%)	14,05	21,55

\*Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, pertencem a um mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). CV= coeficiente de variação.

Fonte: elaboração da autora

As leituras de Fv/Fm nas folhas adaptadas ao escuro foram organizadas em dois grupos, sendo que os acessos EPAMIG-01, EPAMIG-05, BGU-75, BGU-47, BGU-45, EPAMIG-13, EPAMIG-04 e umbu-cajazeira Princesa caracterizaram-se pelos maiores valores (Tabela 9).

De acordo com Bolh ar-Nordenkampf et al. (1989), uma planta sem estresse apresenta razão Fv/Fm entre 0,75 a 0,85. Desta forma, as leituras para os acessos EPAMIG-01, BGU-47, BGU-45, EPAMIG-13, EPAMIG-04 e umbu-cajazeira Princesa demonstraram estar dentro desta faixa. Os valores de Fv/Fm observados para estes acessos indicam a preserva o da funcionalidade do processo fotossintético, especificamente no transporte de elétrons no fotossistema II ao longo das épocas de avalia o, no ciclo de produ o.

Importante salientar que no período de coleta, novembro de 2016 a maio de 2017, houve decréscimo da temperatura máxima e acúmulo de precipitação, principalmente entre os meses de dezembro de 2016 e janeiro de 2017 (Figura 2), por consequência, revela que o componente genético é determinante para maior ou menor suscetibilidade ao estresse por alta ou baixa disponibilidade hídrica. Isso pode ser um indicativo de que os valores inferiores a 0,75 para  $F_v/F_m$  podem estar relacionados à ocorrência de danos por saturação de luz na eficiência da fotossíntese (BJÖRKMAN e DEMMING, 1987).

Contudo, Bolhàr-Nordenkampf et al. (1989), sugeriram associar outras variáveis fisiológicas com outras medidas das trocas gasosas para maior potencial da análise da fluorescência em condições de campo. Este estudo corrobora com os resultados de Silva et al. (2009) e Silva et al. (2006), que destacou o acesso BGU-68, corresponde ao mesmo acesso identificado de EPAMIG-01 (SATURNINO, GONÇALVES E SILVA, 2000), com maior velocidade no fechamento estomático sob condições de seca, recuperação mais rápida na transpiração depois da reidratação, menores valores de transpiração e maior fotossíntese líquida, em relação aos demais acessos estudados, BGU-44, BGU48 e BGU-50.

Segundo Campostrini (2001), a variação da fluorescência depende de vários fatores como horário da medição, a estação de crescimento, a posição da folha, as características adaptativas, ao tempo de adaptação ao escuro e à temperatura e intensidade de luz durante o experimento. Nesse sentido, no experimento em campo também deve ser considerado o número de acessos e de repetições, que totalizou 48 plantas, sendo exigido um trabalho de campo das 7 às 11 horas, durante esse período ocorreu amplitudes térmicas que podem ter influenciado as médias das fluorescências tanto  $F_v/F_m$ , quanto Yield.

O rendimento quântico do fotossistema II adaptado ao claro, determinado nas folhas dos acessos avaliados, distinguiu quatro grupos (Tabela 9). Os acessos EPAMIG-05, BGU-75, BGU-47 e umbu-cajazeira Princesa denotaram médias maiores para o Yield, enquanto, os acessos BGU-48, BGU-50 e EPAMIG-06 expressaram menores médias.

Os acessos EPAMIG-01, BGU-47, BGU-45, EPAMIG-13, EPAMIG-04 e umbu-cajazeira Princesa são sugeridos para as condições ambientais variáveis do semiárido. O acompanhamento da fluorescência da clorofila *a* em umbuzeiro e umbu-cajazeira pode ser útil no diagnóstico da tolerância desses acessos a estresses abióticos. Apesar das variações nas condições climáticas ao longo do período avaliado, a fluorescência da clorofila mostrou estabilidade, indicando que o mecanismo de proteção do fotossistema II é eficiente em umbuzeiro e umbu-cajazeira.

### 4.2.3 Índice de clorofila *a*, *b* e *Total*

O índice de clorofila *a* determinado nas folhas dos acessos de umbuzeiro e umbu-  
cajazeira nas diferentes datas foi influenciado pela interação entre os fatores acessos e datas  
(Tabela 10). O índice de clorofila *a* nas datas avaliadas, com exceção do mês de janeiro de  
2017, variou entre os acessos possibilitando a formação de no mínimo dois e no máximo três  
grupos.

**Tabela 10.** Valores médios do índice de clorofila *a* ao longo dos meses para quinze acessos de umbuzeiro e um  
de umbu-cajazeira, no período de novembro de 2016 a maio de 2017. Guanambi-BA, 2017.

Acessos	Clorofila <i>a</i>					
	Épocas de avaliação					
	Nov/16	Jan/17	Fev/17	Mar/17	Abr/17	Mai/17
EPAMIG-01	23,63 Bc	31,93 Ab	29,82 Ab	33,35 Ab	37,38 Ba	34,07 Ab
EPAMIG-05	29,16 Bc	33,18 Ab	32,77 Ab	39,33 Aa	37,91 Ba	34,34 Ab
BGU-75	25,51 Bc	30,56 Bb	28,82 Bb	34,14 Aa	37,45 Ba	29,91 Bb
BGU-47	27,42 Bb	29,95 Bb	29,65 Bb	34,40 Aa	37,14 Ba	33,47 Aa
BGU-48	26,18 Bc	31,66 Bb	31,11 Ab	36,15 Aa	38,45 Ba	32,22 Ab
BGU-50	34,42 Ab	34,42 Ab	34,35 Ab	35,87 Ab	40,83 Aa	34,06 Ab
BGU-45	28,30 Bc	30,15 Bc	31,97 Ac	34,63 Ab	39,36 Aa	31,85 Ac
BGU-44	25,73 Bc	30,88 Ab	30,24 Bb	33,70 Ab	40,80 Aa	29,83 Bb
EPAMIG-07	27,11 Ba	28,05 Ba	22,91 Bb	23,51 Cb	25,46 Ca	21,44 Cb
EPAMIG09	27,11 Bc	32,43 Ab	31,58 Ab	34,70 Ab	40,77 Aa	34,05 Ab
EPAMIG-13	24,50 Bc	33,81 Ab	30,93 Ab	35,18 Ab	41,00 Aa	32,05 Ab
EPAMIG-06	26,92 Bc	32,66 Ab	31,15 Ab	34,56 Ab	42,17 Aa	33,44 Ab
EPAMIG-04	25,02 Bc	31,62 Bb	31,68 Ab	31,31 Ab	37,66 Ba	29,02 Bb
EPAMIG-03	24,04 Bc	31,71 Ba	29,61 Bb	29,56 Bb	35,22 Ba	27,83 Bb
Princesa	26,38 Bb	30,31 Bb	28,64 Bb	34,55 Aa	35,30 Ba	34,37 Aa
Desconhecido	27,28 Bc	32,02 Ab	29,97 Bb	24,41 Cc	38,65 Ba	30,06 Bb
Média	31,83					
CV (%)	6,95					

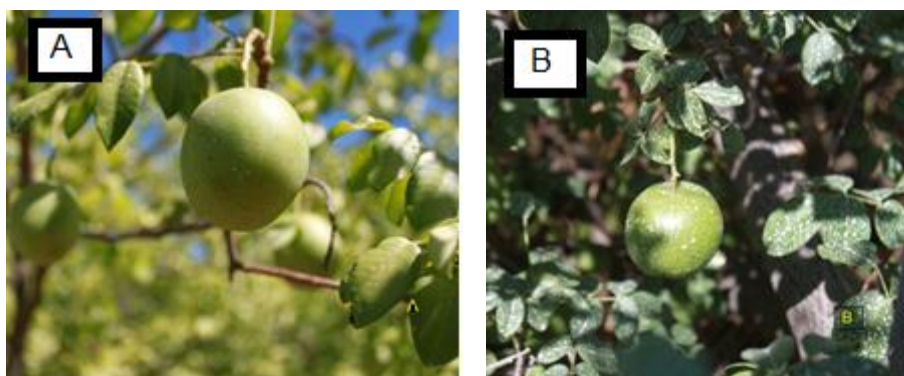
\*Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas para acessos, e minúsculas nas linhas para épocas de  
avaliação, pertencem a um mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). CV= coeficiente de  
variação.

Fonte: elaboração da autora

O índice de clorofila *a* nas folhas entre os acessos estudados em novembro de 2016 foi  
organizado em dois grupos, sendo o acesso BGU-50 o que apresentou maior índice de  
clorofila *a* (Tabela 10). Os acessos EPAMIG-07 e umbuzeiro de origem desconhecida  
revelaram menor índice de clorofila *a* nas folhas entre os acessos avaliados em março de  
2017. O acesso EPAMIG-07 apresentou menor índice de clorofila *a* entre os acessos, nos  
meses de fevereiro abril e maio de 2017.

Conforme observado na Tabela 10, houve diferença no índice de clorofila *a* para os  
acessos estudados. As respostas das plantas podem estar relacionadas ao ambiente e à

variabilidade genética. Foi possível observar durante as mensurações em campo que o EPAMIG-07 possuía aparentemente folhas de coloração verde mais claro (Figura 8) comparado aos demais acessos, provavelmente ao menor índice de clorofila.



**Figura 8.** Folhas dos acessos de umbuzeiro EPAMIG-07 (A); BGU-50 (B).

Nota: a cor branca no fruto e nas folhas no acesso BGU-50 é cal hidratada pulverizada a 2%.

Fotos: Aloísio José dos Santos

De modo geral, os valores do índice de clorofila *a* dos acessos oscilaram ao longo dos meses. Novembro foi o período em que as plantas estavam em processo de formação das folhas, flores e frutos, o que pode ser comprovado pelos menores valores do índice da clorofila *a* para a maioria dos acessos, com exceção do EPAMIG-07 (Tabela 10). De fevereiro a março de 2017 foram formados de dois a três grupos. Nesse período, acontece o enchimento dos frutos e a copa estava totalmente formada com folhas maduras. Em abril de 2017, as plantas dos acessos demonstraram os maiores índices de clorofila *a*. No mês seguinte, houve redução do índice, possivelmente devido ao término da safra em março. A redução, nessa fase, pode ser uma estratégia adaptativa nas condições do semiárido. Possivelmente, no mês de abril de 2017, as plantas, intensificaram o processo fotoquímico, estrategicamente para o acúmulo de reservas nas raízes tuberosas antes da senescência das folhas, que começou em maio de 2017.

Porém, o índice de clorofila *a* observado no acesso EPAMIG-07 revela estratégia diferente dos demais. Ocorreu maior investimento no índice da clorofila nos meses de novembro de 2016 e janeiro de 2017, talvez para formação e processos fisiológicos dos frutos. O aumento do índice em abril de 2017 deve estar associado a acúmulo de reservas nas raízes antes da senescência, em maio de 2017.

O índice de clorofila *b* determinado nas folhas dos acessos de umbuzeiro e umbucajazeira nas diferentes datas sofreu influência da interação entre os fatores acessos e datas

estudo (Tabela 11). O índice de clorofila *b* nos meses avaliados variou entre os acessos com a formação de, no mínimo, dois e, no máximo, quatro grupos semelhantes.

**Tabela 11.** Índice de clorofila *b* em folhas de quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira durante o período de novembro de 2016 a maio de 2017. Guanambi-BA, 2017.

Acessos	Épocas de avaliação					
	Nov/16	Jan/17	Fev/17	Mar/17	Abr/17	Mai/17
EPAMIG-01	6,92 Cb	13,06 Aa	12,07 Aa	11,15 Ba	14,52 Aa	12,47 Aa
EPAMIG-05	11,26 Bb	14,40 Aa	13,93 Aa	14,53 Aa	14,97 Aa	12,66 Ab
BGU-75	7,25 Cb	12,95 Aa	10,86 Ba	9,50 Bb	13,34 Aa	9,08 Bb
BGU-47	7,17 Cb	10,57 Ba	10,35 Ba	9,60 Ba	13,08 Aa	10,32 Aa
BGU-48	7,24 Cb	11,57 Ba	11,81 Aa	11,54 Ba	14,34 Aa	9,78 Ab
BGU-50	16,12 Aa	16,12 Aa	14,83 Aa	12,93 Ab	16,31 Aa	11,43 Ab
BGU-45	8,21 Cb	12,04 Ba	12,73 Aa	10,54 Bb	13,36 Aa	8,87 Bb
BGU-44	6,54 Cc	12,62 Ab	11,66 Ab	10,66 Bb	15,02 Aa	8,81 Bc
EPAMIG-07	7,22 Ca	8,83 Ba	6,96 Ca	5,17 Db	5,60 Cb	4,86 Cb
EPAMIG-09	7,22 Cc	14,07 Aa	13,47 Aa	10,80 Bb	14,25 Aa	11,30 Ab
EPAMIG-13	7,22 Cc	13,78 Aa	11,53 Ab	9,98 Bc	14,90 Aa	9,32 Bc
EPAMIG-06	6,65 Cc	14,18 Aa	12,92 Aa	10,67 Bb	15,63 Aa	10,38 Ab
EPAMIG-04	7,13 Cb	13,34 Aa	12,48 Aa	8,78 Cb	13,08 Aa	7,28 Bb
EPAMIG-03	7,28 Cb	11,76 Ba	9,56 Ba	7,50 Cb	10,43 Ba	7,24 Bb
Princesa (umbu-cajazeira)	7,87 Cb	12,26 Ba	9,47 Bb	10,93 Ba	11,38 Ba	11,43 Aa
Desconhecido	6,17 Cb	13,24 Aa	10,95 Ba	8,13 Cb	13,87 Aa	8,16 Bb
Média	10,91					
CV (%)	15,25					

\*Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas para acessos, e minúsculas nas linhas para épocas de avaliação, pertencem a um mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaboração da autora



O acesso BGU-50 apresentou maior índice de clorofila *b* nas folhas no mês de novembro de 2016 (Tabela 11). Os acessos BGU-47, BGU-48, BGU-45, EPAMIG-07, EPAMIG-03 e umbu-cajazeira Princesa denotaram menor índice de clorofila *b* entre os acessos no mês de janeiro de 2017. Em fevereiro, março, abril e maio de 2017, o acesso EPAMIG-07 apresentou menor índice de clorofila *b* nas folhas entre os acessos avaliados.

Ao longo do período avaliado o acesso BGU-50 revelou maiores valores de índice de clorofila *b* nos meses de novembro de 2016, janeiro, fevereiro e abril de 2017 e os menores valores em março e maio de 2017. A resposta aponta para maior investimento na clorofila *b* para o auxílio na absorção da luz no processo fotoquímico, tanto para formação e maturação dos frutos, quanto para outros órgãos, como ramos, folhas e raízes.

Deve-se salientar que a proporção relativamente maior de clorofila *b* possibilita a captura de fótons de comprimentos de ondas diferentes da clorofila *a*. Além disso, a clorofila *b* funciona como protetor ao aparelho fotossintético contra dano fotoinibitório, com a dissipação da energia térmica (HENDRY e PRICE, 1993). Em condição de estresse, o aumento ou manutenção da clorofila *b* é observado como proteção ao fotossistema II, sendo observado em maior quantidade (HUDAK, 1997).

O índice de clorofila total determinado nas folhas dos acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira nas diferentes datas demonstrou influência da interação entre esses fatores (Tabela 12). O índice de clorofila total nos meses avaliados variou entre os acessos, formando, no mínimo dois e, no máximo, quatro grupos.

**Tabela 12.** Índice de clorofila total em folhas de quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira no período de novembro de 2016 a maio de 2017. Guanambi-BA, 2017.

Acessos	Épocas de avaliação					
	Nov/16	Jan/17	Fev/17	Mar/17	Abr/17	Mai/17
EPAMIG-01	30,55 Bc	45,00 Ab	41,96 Bb	44,51 Bb	51,91 Ba	46,55 Ab
EPAMIG-05	40,43 Bc	47,58 Ab	46,71 Ab	53,86 Aa	52,88 Ba	47,01 Ab
BGU-75	32,76 Bd	43,52 Bb	39,68 Bc	43,64 Bb	50,80 Ba	39,00 Bc
BGU-47	34,60 Bc	40,53 Bc	40,01 Bc	44,00 Bb	50,23 Ba	43,80 Ab
BGU-48	33,42 Bc	43,24 Bb	42,92 Bb	47,70 Aa	52,80 Ba	42,01 Ab
BGU-50	50,54 Ab	50,54 Ab	49,18 Ab	48,81 Ab	57,14 Aa	45,50 Ab
BGU-45	36,51 Bc	42,20 Bb	44,71 Ab	45,17 Bb	52,73 Ba	40,73 Ab
BGU-44	32,27 Bc	43,51 Bb	41,91 Bb	44,36 Bb	55,82 Aa	38,64 Bb
EPAMIG-07	34,33 Ba	36,88 Ba	29,87 Cb	28,68 Db	31,06 Cb	26,31 Cb
EPAMIG-09	34,33 Bc	46,51 Ab	45,06 Ab	45,50 Bb	55,03 Aa	45,35 Ab
EPAMIG-13	31,72 Bd	47,59 Ab	42,46 Bc	45,17 Bb	55,90 Aa	41,37 Ac
EPAMIG-06	33,57 Bc	46,85 Ab	44,07 Ab	45,24 Bb	57,81 Aa	43,83 Ab
EPAMIG-04	33,97 Bc	44,96 Ab	44,17 Ab	40,10 Bc	50,75 Ba	36,31 Bc
EPAMIG-03	31,33 Bb	43,47 Ba	39,17 Bb	37,06 Cb	45,65 Ba	35,07 Bb
Princesa (umbu-cajazeira)	34,26 Bb	42,57 Ba	38,12Bb	45,48 Ba	46,68 Ba	45,81 Aa
Desconhecido	33,46 Bd	45,26 Ab	40,93 Bc	32,54 Dd	52,53 Ba	38,23 Bc
Média			42,77			
CV (%)			8,63			

\*Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas para acessos, e minúsculas nas linhas para épocas de avaliação, pertencem a um mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaboração da autora

O acesso BGU-50 apresentou maior índice de clorofila total nas folhas que os demais no mês de novembro de 2016 (Tabela 12). O índice de clorofila total em janeiro de 2017 foi maior para os acessos EPAMIG-01, EPAMIG-05, BGU-50, EPAMIG-09, EPAMIG-13, EPAMIG-06, EPAMIG-04 e Umbuzeiro sem origem. No mês seguinte, os acessos EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-06, BGU-45 e BGU-50 denotaram menor índice de clorofila total. Ao passo que, o índice de clorofila total em março de 2017 foi menor para os acessos EPAMIG-07 e umbuzeiro de origem desconhecida. O acesso EPAMIG-07 nos meses de abril e maio de 2017 revelou menor índice de clorofila total.

Os acessos EPAMIG-01, BGU-45, BGU-44, EPAMIG-09 e EPAMIG-06 apresentaram comportamento semelhante em relação ao índice de clorofila total ao longo dos meses (Tabela 12). Esses acessos apresentaram menor índice de clorofila total em novembro de 2016, que correspondeu ao período de constituição de copa, floração e frutos; seguindo-se a um aumento nos meses de janeiro, fevereiro e março, fase de maturação dos frutos até a colheita. Em abril, ocorreu o pico de índice de clorofila total, quando, possivelmente, os processos fotoquímicos foram direcionados para o acúmulo de reserva nas raízes tuberosas e outros órgãos. Por fim, antes da senescência em maio de 2017, é possível que a redução do índice de clorofila total seja devido ao início da degradação das clorofilas nas folhas.

Verificou-se que o acesso umbu-cajazeira Princesa foi o único a manter valor elevado do índice de clorofila total até o mês de maio. Essa resposta pode ser explicada pela redução de folhas das plantas copa, sem ocorrência de degradação da clorofila para completa senescência, sendo esta uma característica própria da espécie.

Lima Filho (2008) determinou o índice de clorofila em diferentes partes da copa de umbuzeiro, observando valor em torno de 32,1 nas folhas na parte superior do dossel, relatado inferior ao do presente estudo (42,7). Na medição do índice de clorofila das plantas, alguns fatores como sombreamento, teor de nitrogênio nas folhas, estágio de desenvolvimento, idade da planta e condições de estresse podem determinar variação em clorofila *a*, *b* e total, associadas a mecanismos bioquímicos e estruturas de resistência da planta (GONZALEZ et al., 2013). Observou-se que o acesso BGU-50 inclui-se no agrupamento dos acessos com maiores teores de nitrogênio nas fases de emissão de fluxo foliar e de senescência da safra de 2016/2017 (Tabela 3), bem como no grupo de maiores índices de clorofila *a*, *b* e total (Tabelas 10, 11 e 12). Aparentemente, teor considerável de nitrogênio nas folhas do acesso BGU-50 pode explicar o maior teor de clorofila, já que o N participa da estrutura dessas moléculas.

#### **4.2.4 Índice de Área Foliar**

O índice de área foliar (IAF) determinado nas copas dos acessos de umbuzeiro e umbucajazeira nas diferentes datas sofreu influência da interação dos fatores em estudo (Tabela 13). O índice de área foliar, nas datas avaliadas 27/10/16, 31/01/17, 3/3/17, 21/03/17, 23/04/17 e 21/05/17, possibilitou a formação de no mínimo dois e no máximo quatro grupos. Contudo, nas épocas 30/09/16, 9/11/16, 16/11/16 e 9/06/17 o índice de área foliar das copas foi semelhante entre os acessos.

**Tabela 13.** Índice de área foliar da copa de quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira no período de setembro de 2016 a junho de 2017. Guanambi, BA, 2017.

Acessos	Épocas de avaliação									
	30/9/16	27/10/16	9/11/16	16/11/16	31/1/17	3/3/17	21/3/17	23/4/17	21/5/17	09/6/17
EPAMIG-01	0,96 Ab	1,04 Bb	0,82 Ab	0,81 Ab	1,48 Cb	2,32 Da	1,77 Ca	0,85 Cb	1,29 Bb	0,60 Ab
EPAMIG-05	1,29 Ab	1,67 Ab	1,29 Ab	1,50 Ab	2,12 Ca	3,05 Ca	2,22 Cb	1,03 Cb	1,22 Bb	1,18 Ab
BGU-75	1,03 Ab	1,32 Aa	0,76 Ab	0,79 Ab	1,54 Ca	1,94 Da	1,65 Ca	0,47 Cb	0,58 Bb	1,07 Ab
BGU-47	1,02 Ab	1,27 Bb	1,21 Ab	1,48 Ab	2,15 Ca	3,02 Ca	2,39 Ca	1,37 Cb	1,26 Bb	0,92 Ab
BGU-48	1,60 Ab	0,66 Bb	1,04 Ab	0,72 Ab	2,05 Ca	2,97 Ca	2,25 Ca	1,22 Cb	1,01 Bb	0,89 Ab
BGU-50	0,69 Bb	0,85 Bb	0,62 Ab	0,69 Ab	1,73 Ca	2,38 Da	2,15 Ca	1,91 Ba	0,83 Bb	0,47 Ab
BGU-45	0,81 Bb	0,82 Bb	0,91 Ab	0,95 Ab	2,08 Ca	2,22 Da	1,49 Ca	1,91 Ba	1,61 Ba	0,95 Ab
BGU-44	0,98 Ab	0,14 Bb	0,83 Ab	0,72 Ab	2,04 Ca	1,38 Da	1,51 Ca	1,70 Ba	1,17 Bb	0,88 Ab
EPAMIG-07	0,98 Ab	1,40 Ab	1,44 Ab	1,53 Ab	2,87 Ba	3,05 Ca	3,22 Ba	2,03 Bb	2,09 Ab	1,43 Ab
EPAMIG-09	1,02 Ab	0,54 Bb	1,00 Ab	0,93 Ab	2,13 Ca	2,98 Ca	2,32 Ca	1,91 Ba	1,09 Bb	1,04 Ab
EPAMIG-13	0,94 Ab	1,01 Bb	1,10 Ab	0,97 Ab	2,47 Ca	2,45 Da	2,15 Ca	2,32 Ba	1,85 Aa	1,08 Ab
EPAMIG-06	0,77 Bb	0,90 Bb	0,85 Ab	0,89 Ab	2,73 Ba	2,99 Ca	2,52 Ca	2,27 Ba	1,44 Bb	0,89 Ab
EPAMIG-04	0,76 Ac	0,78 Bbc	0,89 Abc	0,90 Abc	2,45 Ca	2,58 Ca	2,23 Cab	1,67 Babc	1,38 Babc	0,62 Ac
EPAMIG-03	1,21 Ab	2,14 Ab	1,72 Ab	2,22 Ab	3,98 Aa	4,44 Ba	3,68 Ba	2,31 Bb	2,36 Ab	1,44 Ab
Princesa	1,49 Ac	0,67 Bc	1,46 Ac	1,17 Ac	2,50 Cb	3,18 Ca	3,32 Ba	2,05 Ab	2,24 Ab	2,21 Ab
Desconhecido	0,73 Ac	1,49 Ac	1,13 Ac	1,31 Ac	3,26 Bb	5,44 Aa	5,32 Aa	3,51 Ab	1,34 Bc	1,57 Ac
Média	1,63									
CV (%)	36,58									

\*Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas para acessos, e minúsculas nas linhas para épocas de avaliação, pertencem a um mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaboração da autora

O índice de área foliar da copa formou dois grupos entre os acessos avaliados na data 30/09/16, os acessos EPAMIG-06, BGU-45 e BGU-50 demonstraram menor IAF (Tabela 13). Os acessos EPAMIG-05, BGU-75, EPAMIG-03, EPAMIG-07 e umbuzeiro de origem desconhecida apresentaram maior IAF nas datas 27/10/16 entre os acessos. Em 31/01/17, o acesso EPAMIG-03 apresentou o maior IAF entre os acessos.

O acesso umbuzeiro de origem desconhecida caracterizou-se por maior IAF na copa entre os acessos avaliados nas datas 3/3/17 e 21/3/17. Em 23/4/17, os acessos umbu-cajazeira Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida revelaram maior IAF. Na penúltima data, o IAF foi maior para os acessos EPAMIG-03, EPAMIG-07, EPAMIG-13 e umbu-cajazeira Princesa.

Os acessos BGU-47, BGU-48, EPAMIG-03 e EPAMIG-07 tiveram respostas similares para o índice de área foliar, ao longo das épocas (Tabela 13). Os valores inferiores de IAF nas datas 30/9/16, 27/10/16, 9/11/16, 16/11/16, 23/4/17, 21/5/17 e 9/6/17, estão relacionados, provavelmente, à fenologia das plantas, que estavam em fase de formação da vegetação, nas quatro primeiras épocas citadas, ou na senescência, em abril, maio e junho de 2017.

Ainda em relação aos acessos BGU-47, BGU-48, EPAMIG-03 e EPAMIG-07, os valores superiores de IAF nas datas 31/1/17, 3/3/17 e 21/3/17, indicaram que possivelmente estivessem em fase de vegetação plena. Por outro lado, os acessos BGU-50, BGU-44, EPAMIG-09 e EPAMIG-06 que apresentaram padrão de IAF semelhante ao longo das datas, revelaram retardo da fase de senescência, estando os valores superiores de IAF na data 23/04/17. Outro grupo de acessos com respostas semelhantes de IAF ao longo das datas foram o BGU-45 e EPAMIG-13, de modo que mostraram maior permanência de valores superiores de IAF até a data de 21/05/17.

Observou-se que o acesso BGU-50, além de se destacar pelos altos teores de nitrogênio nas fases de emissão de fluxo foliar e na senescência da safra de 2016/2017 e pelos maiores índices de clorofila *a*, *b* e total, expressaram os menores índices de área foliar nas datas de 16/11/2016, 31/01/2017 e 03/03/2017, quando as copas estavam na vegetação plena (Tabelas 3, 10, 11, 12 e 13).

Os maiores teores de nitrogênio nas folhas comumente estão associados a maiores índices de clorofila, uma vez que o N participa da estrutura da clorofila (TAIZ et al., 2017), enquanto o menor índice de área foliar, que aumenta o acesso da radiação na copa, e tende a degradar as clorofilas nas folhas. E, entende-se que, possivelmente, o acesso BGU -50, possua, como característica própria, altos teores de clorofila nas folhas, que aperfeiçoam a

eficiência do processo fotossintético, com maior quantidade de compostos moleculares receptores de energia luminosa.

### **4.3. Qualidade dos Frutos**

#### **4.3.1 Características Físicas dos Frutos**

As características físicas do fruto variaram entre os acessos possibilitando a formação de, no mínimo, dois e, no máximo, sete grupos (Tabela 14). A menor variação ocorreu para o rendimento de polpa e firmeza com a formação de apenas dois grupos, enquanto a massa do fruto, massa da semente e massa da polpa apresentaram maior variação com a formação de sete agrupamentos. A segunda maior variação ocorreu para os diâmetros transversal e longitudinal (mm), com a formação de seis grupos, seguidos pela massa da casca, que formou cinco agrupamentos.

**Tabela 14.** Valores médias de diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), massa do fruto (MF), massa da casca (MC), massa da semente (MS), massa da polpa (MP), rendimento de polpa (RP) e firmeza da polpa (FP) dos frutos de quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira da Coleção do IFBAIANO, Campus Guanambi. Guanambi-BA, 2017.

Acessos	DT (mm)	DL (mm)	MF (g)	MC (g)	MS (g)	MP (g)	RP (%)	FP (N)
EPAMIG-01	50,27 B	49,89 A	73,39 A	15,22 A	6,16 A	52,01 B	70,86 B	2,61 A
EPAMIG-05	46,42 C	42,45 C	54,56 C	10,94 C	4,02 C	39,59 C	72,52 A	1,56 B
BGU-75	52,64 A	51,59 A	76,14 A	12,76 B	5,24 B	58,15 A	76,36 A	2,40 A
BGU-47	21,67 F	20,83 F	9,24 G	1,68 E	0,84 G	6,72 G	72,51 A	-
BGU-48	45,01 C	43,54 B	54,26 C	10,82 C	5,84 A	37,60 D	69,28 B	1,37 B
BGU-50	48,54 B	50,53 A	69,95 B	13,32 B	4,87 B	51,76 B	74,03 A	1,45 B
BGU-45	46,28 C	46,13 B	57,28 C	10,87 C	3,63 D	42,78 C	74,69 A	1,68 B
BGU-44	44,31 C	44,68 B	56,36 C	10,23 C	4,40 C	41,73 C	73,80 A	1,25 B
EPAMIG-07	43,02 C	40,96 C	40,48 E	8,94 D	3,68 D	29,02 E	69,67 B	1,47 B
EPAMIG-09	42,34 C	40,79 C	40,26 E	9,30 D	3,46 D	27,50 E	68,31 B	2,04 A
EPAMIG-13	45,60 C	40,81 C	41,73 E	7,81 D	3,86 C	30,06 E	71,97 A	1,53 B
EPAMIG-06	45,37 C	45,30 B	50,79 D	11,31 C	3,88 C	35,60 D	70,01 B	2,36 A
EPAMIG-04	44,48 C	44,54 B	50,88 D	9,41 D	4,19 C	37,28 D	73,25 A	2,14 A
EPAMIG-03	43,94 C	42,46 C	50,06 D	9,40 D	3,28 D	37,38 D	74,62 A	2,20 A
Princesa (umbu- cajazeira)	38,02 D	29,59 D	18,32 F	3,37 E	2,38 E	12,56 F	68,55 B	-
Desconhecido	28,01 E	26,60 E	11,70 G	2,30 E	1,46 F	7,94 G	67,84 B	-
Média	42,87	41,29	47,21	9,23	3,82	34,23	71,77	1,85
CV (%)	3,64	4,00	5,15	9,04	9,54	7,31	3,23	30,99

\* Médias seguidas por letras iguais na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). CV = coeficiente de variação.

Fonte: elaboração da autora

Os acessos BGU-75, EPAMIG-01 e BGU-50 expressaram maior diâmetro transversal e longitudinal do fruto, enquanto o acesso BGU-47 apresentou menores valores para essas características (Tabela 14). Os diâmetros transversais dos acessos EPAMIG-01, BGU-50, BGU-48, BGU-47, BGU-45 e BGU-44 foram menores valores que os observados por de Santos, Nascimento e Oliveira (1999), avaliando os frutos de umbuzeiros nas plantas matrizes originais avaliadas *in situ*. Pinheiro et al. (2015) verificaram diâmetro longitudinal médio de 43,9 mm e diâmetro transversal de 39 mm, em frutos de umbuzeiro no estágio de maturidade “de vez”.

Frutos de tamanho maiores são desejáveis para o consumo *in natura*, uma vez que, impressionam visualmente o consumidor, agregando maior valor. Frutos menores e em cachos como do acesso BGU-47, em escala maior possivelmente limitariam o processo manual de colheita. Neste caso, a colheita dos frutos poderia acarreta na perda daqueles em estádios diferentes de maturação devido à aproximação uns dos outros na retirada unitária. No caso da venda em cacho, não haveria como padronizar o estágio de maturação, o que comprometer a qualidade esperada para todos os frutos. Por outro lado, apesar dessas limitações, possuir frutos em cacho ainda é considerado uma característica exótica e atrativa ao consumidor para fins de consumo *in natura*. Talvez seja requerido o desbaste dos frutos,



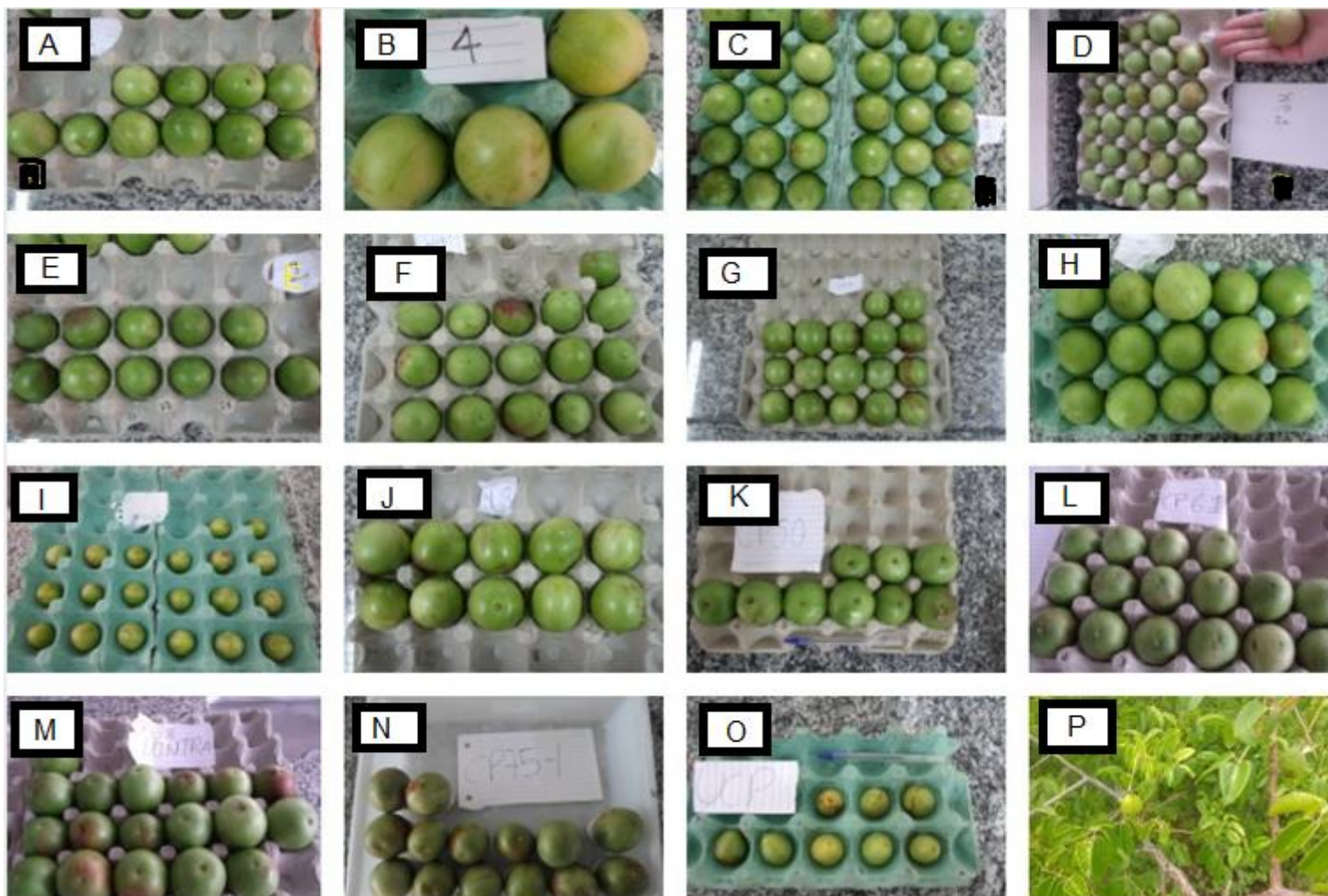
para reduzir a competição e favorecer frutos maiores e mais doces em estádios de maturação semelhantes.

Para indústria, é relevante conhecer o tamanho do fruto para facilitar a operação de corte e descascamento no processamento. O uso de frutas de tamanho variado dificulta a extração para uma despoldadora, por isso é desejável uniformidade na dimensão das frutas (SANTANA, 2010). Neste sentido, a tendência será trabalhar com frutos de um acesso, com características de tamanho e massa semelhante. Por outro lado, em plantios que visam diversidade de acessos, é possível agrupar os acessos de tamanhos e dimensões semelhantes, observando, neste estudo, a formação de três grupos baseado no tamanho e dimensão, sendo: grupo I, formado pelos acessos BGU-48, BGU-45 e BGU-44; grupo II, por EPAMIG-07, EPAMIG-09 e EPAMIG-13; e grupo III: por EPAMIG-04 e EPAMIG-06. Assim, obtém-se uniformidade e a possibilidade a padronização no processamento e embalagem.

Os frutos dos acessos BGU-75 e EPAMIG-01 foram os de maior massa e BGU-47 o mais leves (Tabela 14). Os acessos utilizados neste estudo apresentaram massa do fruto acima da média comum para umbuzeiro de 18,5 g (SANTOS, NASCIMENTO e OLIVEIRA,1999), com exceção dos acessos umbuzeiro de origem desconhecida e BGU-47. Os frutos do umbucajazeira Princesa foram considerados grandes, acima de 15 g, de acordo com a classificação de Bosco et al. (2000), também condizente a massa de 18 g do umbu-cajazeira Princesa avaliado por Fonseca et al. (2011). Na Figura 9, observa-se os frutos dos 16 acessos.

Os acessos EPAMIG-03, EPAMIG-06, EPAMIG-04, BGU-48, EPAMIG-05, BGU-44, BGU-45, BGU-50, EPAMIG-01 e BGU-75 com frutos de massa média acima de 50 g são conhecidos popularmente como umbu gigante (NEVES, 2010). Devido à dispersão entre as massas, uma adequação de referência da massa faz se necessária. Considera-se que um fruto de 50 g parece grande comparado à média de 18 g, mas nem tão grande ao lado de um que tenha massa superior a 70 g. Portanto, sugere-se que frutos de 50 g a 70 g sejam considerados grandes e frutos acima de 70 g sejam denominados de umbu gigante ou excêntricos.

Santos, Nascimento e Oliveira (1999) e Nascimento et al. (2002) reportaram a massa dos frutos de plantas matrizes dos acessos EPAMIG-01, BGU-50, BGU-48, BGU-45 e BGU-44 como sendo de 96,70g; 85,30 g; 75,30 g; 85,00 g; 75,30 g e 86,70 g, respectivamente. Ressalta-se que essas avaliações foram realizadas com as plantas matrizes *in situ*. Oliveira et al. (2015) avaliando frutos de seis acessos de mesma procedência no estádio de maturidade fisiológica reportaram massa dos frutos semelhante para o acesso BGU-75 (71,87 g) e maiores para os acessos EPAMIG-13 e BGU-47, com 53,16 g e 11,39 g, respectivamente, em comparação com o presente estudo.



**Figura 9.** Características visuais dos frutos de acessos: EPAMIG-03 (A); EPAMIG-04 (B); EPAMIG-06 (C); EPAMIG-07 (D); EPAMIG-09 (E); EPAMIG-13 (F); BGU-44 (G); BGU-45 (H); BGU-47 (I); BGU-48 (J); BGU-50 (K); EPAMIG-05(L); EPAMIG-01 (M); BGU-75 (N); umbu-cajazeira Princesa (O) e umbuzeiro de origem desconhecida (P).

Fotos: Luana Jéssica Souza Santos

Os acessos Lontra, MG (BGU-68), corresponde ao mesmo acesso identificado de EPAMIG-01 (SATURNINO, GONÇALVES e SILVA, 2000), Anagé, BA (BGU-44), América Dourada, BA (BGU-48), Brumado, BA (BGU-45) e Santana, BA (BGU-50) provavelmente mantêm a característica de massa das suas plantas matrizes e são indicados para pequenas áreas comerciais (SANTOS, NASCIMENTO e OLIVEIRA, 1999). É importante destacar a manutenção da característica de massa dos frutos, avaliada nas plantas de origem nas diferentes localidades expressas no trabalho citado anteriormente, nas condições de climáticas de Guanambi. Esta observação destaca a expressão da característica genética dos acessos.

Costa et al. (2015) avaliando frutos de 58 acessos de umbuzeiro originados da Paraíba e Rio Grande do Norte verificaram que a massa média dos frutos foi de 21 g, inferior à média de 47,21 g observado no presente estudo. Saturnino e Gonçalves (2011) reportaram massa média de frutos de umbuzeiro dos acessos EPAMIG-01, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-06, EPAMIG-07, EPAMIG-09 e EPAMIG-13 de, respectivamente, 79,95; 74,80; 67,33; 59,66; 55,0; 55,67; 47,87; 42,50 g, para plantas matrizes do jardim clonal na EPAMIG Norte, avaliadas no município de Nova Porteirinha-MG.

As menores massas da casca dos frutos foram observadas nos acessos BGU-47, umbuzeiro de origem desconhecida e umbu-cajazeira Princesa (Tabela 14). Deve-se ressaltar na separação da casca de frutos, especialmente no estágio de maturidade fisiológica, que a espessura do epicarpo não influencia significativamente o rendimento industrial, quando homogeneizada com a polpa, mas pode influenciar na qualidade do produto (DANTAS JÚNIOR, 2008). Por outro lado, maior massa de casca reflete em espessura mais grossa. Analisando os aspectos de estratégia de preservação e de cultivo, esta característica possivelmente dificulta a ação de algumas pragas diretamente sobre os frutos e aumenta a resistência a danos durante as operações de colheita, embalagem e transporte.

O acesso BGU-75 destacou-se pela maior massa da polpa e o acesso umbu-cajazeira Princesa, pela menor (Tabela 14). Os frutos do acesso BGU-75 apresentam características desejáveis, pois é grande, de semente e casca proporcionalmente menores e com mais massa de polpa em relação aos demais. Na avaliação de Oliveira et al. (2015), a massa de polpa de 49,03 g do acesso BGU-75 foi menor comparado a este estudo, ao passo que para os acessos umbuzeiro de origem desconhecida e BGU-47 com valores de 7,69 g e 6,61 g, respectivamente, os valores foram semelhantes ao presente estudo. Dantas Júnior (2008) reportou massa média de casca de 3,14 g, 1,75 g de semente e 13,37 g de polpa de fruto de

umbuzeiro provenientes de Petrolina-PE. Os valores são inferiores em comparação aos do presente trabalho.

O rendimento dos frutos distinguiu dois grupos de acessos (Tabela 14). Os acessos EPAMIG-05, BGU-75, BGU-50, BGU-45, BGU-44, EPAMIG-13, EPAMIG-04 e EPAMIG-13 expressaram maior rendimento e os acessos EPAMIG-01, BGU-48, EPAMIG-07, EPAMIG-09, EPAMIG-06, umbu-cajazeira Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida revelaram menor rendimento. Costa et al. (2015) observaram rendimento de polpa de frutos de 58 acessos de umbuzeiro coletados na Paraíba e Rio Grande do Norte entre 25,67% e 84,18%. Saturnino e Gonçalves (2011) verificaram rendimento de polpa de frutos, coletados das plantas matrizes no jardim clonal da EPAMIG Norte, instalado no município de Porteirinha-MG, dos acessos EPAMIG-01, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-05, EPAMIG-07, EPAMIG-09 e EPAMIG-13 de 68,59; 69,84; 72,19; 67,74; 59,86; 64,99 e 51,59%, respectivamente. O rendimento do fruto é uma importante característica tanto para o consumo *in natura* quanto para a agroindústria. Maiores rendimento reduzem a necessidade do uso de mais frutos.

Verificou-se dois grupos para a firmeza da polpa dos frutos entre os acessos avaliados (Tabela 14). Os acessos EPAMIG-01, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-06, EPAMIG-09 e BGU-75 expressaram maior firmeza.

Silva (2014) constatou firmeza média de 2,36 N para 20 acessos de umbu-cajazeira, sendo que, no referido trabalho, não foi informado se houve a retirada da casca na região de leitura. Em contraste, Schunemann (2012) relatou variação de firmeza em frutos de umbuzeiro entre 13 N e 18 N, pesquisassem que, também, fosse informado se houve retirada da casca para a realização da leitura. O autor acrescentou que, no estádio em que foi apresentaram características de aroma, textura e sabor mais apreciável para os testadores.

A firmeza é uma característica importante para o manejo em pós-colheita, uma vez que frutos de menor firmeza podem ter menor vida útil, por serem mais suscetíveis a danos mecânicos por queda, manipulação ou transporte. Por outro lado, frutos com maior firmeza possibilita maior resistência ao transporte comercial de longas distâncias e maior durabilidade de prateleira. A firmeza da polpa afeta a preferência do consumidor por fruto fresco e a consistência de produtos derivados. Isso qualifica os acessos EPAMIG-01, EPAMIG-03, EPAMIG-04, EPAMIG-06, EPAMIG-09 e BGU-75 como mais indicados para o transporte a longa distância e possível maior vida de prateleira, embora essa hipótese careça de comprovação.

A luminosidade (L) da casca do fruto dos acessos avaliados apresentou uma pequena variação, formando apenas dois grupos, com valores equivalentes (Tabela 15). Os acessos EPAMIG-05, BGU-48, BGU-44, EPAMIG-06, EPAMIG-04, EPAMIG-03, umbu-cajazeira Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida apresentaram frutos com maior brilho, na faixa de 6,47 e 66,73, enquanto que os acessos (EPAMIG-01), BGU-75, BGU-50, BGU-45, EPAMIG-07, EPAMIG-09 e EPAMIG-13 expressaram menos brilho. Os acessos expressaram luminosidade média de 62,22, superior ao observado por Pinheiro et al. (2015) em casca de frutos de umbuzeiro no estágio de maturidade fisiológica com valor médio de 58,4.

A aparência do fruto é um aspecto importante para a comercialização e a cor é um dos seus componentes principais. Sendo assim, frutos com maior luminosidade são desejáveis para o consumo *in natura*, uma vez que essa característica é associada à adequada maturidade para o consumo. Por sua vez, frutos opacos são confundidos com imaturos ou com estágio muito avançado de amadurecimento, considerando apenas o aspecto visual.

**Tabela 15.** Valores médios de luminosidade (L), croma (C) e ângulo Hue (H°) da casca de frutos de quinze acessos de umbuzeiro e um de umbu-cajazeira. Guanambi – BA, 2017.

Acessos	L	C	H°
EPAMIG-01	59,17 B	31,36 <sup>ns</sup>	106,37 <sup>ns</sup>
EPAMIG-05	63,79 A	35,28	108,23
BGU-75	56,67 B	40,36	111,22
BGU-48	64,44 A	32,53	106,36
BGU-50	59,60 B	30,10	110,80
BGU-45	60,34 B	29,58	109,81
BGU-44	64,37 A	31,53	109,22
EPAMIG-07	61,46 B	32,42	108,31
EPAMIG-09	58,26 B	30,78	111,14
EPAMIG-13	60,78 B	28,54	108,21
EPAMIG-06	64,34 A	27,03	108,00
EPAMIG-04	66,73 A	31,18	105,02
EPAMIG-03	66,01 A	32,33	125,67
Princesa (umbu-cajazeira)	63,47 A	36,05	111,14
Desconhecido	63,88 A	27,60	105,91
Média	62,22	31,78	108,94
CV (%)	2,96	12,88	7,10

\*Médias seguidas por letras iguais na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott (P < 0,05). CV= coeficiente de variação. ns = não significativo.

Fonte: elaboração da autora

Os acessos não diferiram na intensidade da cor (croma), nem para a tonalidade da casca determinada pelo ângulo Hue (Tabela 1). O croma apresentou variação percentual cerca de 50%, do menor valor, 27,03 observado no acesso EPAMIG-06, ao maior (40,36), no BGU-75.

Maiores valores de croma podem distinguir um produto no mercado uma vez que demonstram cores intensas enquanto os menores indicam menor intensidade. De acordo com Pinheiro et al. (2015), observando frutos de umbuzeiro em três estádios de maturidade, aqueles com casca verde 50% e amarela 50%, considerados na maturidade fisiológica, revelaram croma médio de 31,6, semelhante ao valor de 31,78 do presente estudo.

O ângulo Hue revelou variação percentual de 19,66%, do menor valor, observando no acesso EPAMIG-04 (105,02) e maior para EPAMIG-03 (125,67) (Tabela 15). O ângulo Hue ou tonalidade caracteriza a cor do fruto de acordo com escalão diagrama de decomposição da cor, utilizando os elementos L, C e ângulo Hue (H) (Figura 4). Os valores apresentados foram classificados na faixa correspondente ao reflexo da região amarelo, que inclui desde 91° até 126°, sendo que a proximidade do limite inferior representa coloração amarela mais intensa. Pinheiro et al. (2015), avaliando a cor da casca de frutos de umbuzeiro no estágio de maturidade fisiológica, verificaram ângulo Hue com média de 99,3°, inferior a média de 108,94° no presente estudo.

Podem ocorrer diferenças das cores medidas no colorímetro e a percebida pelos olhos humanos. É possível que nos frutos coletados houvesse uma maior proporção de pigmentos amarelos mesmo com a aparência de verde-amarelo. Em geral, o verde prevaleceu visivelmente aos olhos sobre o amarelo, no momento da colheita, tanto que refletiu nas variações não significativas para croma e ângulo Hue. Contudo, o aparelho pode captar mesmo as cores que não distinguimos e que representam pigmentos não visualizados em primeiro plano. Tais variações são comuns em frutos que ao amadurecerem mudam a coloração do verde para amarelo. Isto implica em dificuldade para reconhecer os estádios de maturação, o ponto de maturação para colheita e a padronização comercial dos frutos.

#### **4.3.2 Características Físico-químicas**

Os frutos dos acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira diferiram entre si em relação aos atributos teor de sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, pH, teores de açúcares redutores, açúcares solúveis totais, amido e de compostos pécnicos da casca (Tabela 16).

**Tabela 16.** Teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH, teores de açúcares redutores (AR), de açúcares solúveis totais, de amido e de compostos pécnicos (Pectina) da casca dos frutos de quinze acessos de umbuzeiro e um umbu-cajazeira, presentes na Coleção do IFBAIANO, *Campus* de Guanambi. Guanambi-BA, 2017.

Acessos	SS * (°Brix)	AT* (g ácido cítrico 100 mL <sup>-1</sup> )	SS/AT**	pH**	AR** (g 100 g <sup>-1</sup> )	AST * (g 100 g <sup>-1</sup> )	Amido ** (g 100 g <sup>-1</sup> )	Pectina da casca** (g 100 g <sup>-1</sup> )
EPAMIG-01	10,3 AB	0,66 AB	15,54 B	2,69 B	3,94 C	7,64 AB	0,93 A	2,11 A
EPAMIG-05	11,5 AB	0,67 AB	17,15 B	2,83 A	3,87 C	8,68 AB	0,77 B	1,72 A
BGU-75	10,9 AB	0,90 AB	12,14 C	2,54 D	4,31 C	8,16 AB	1,12 A	-
BGU-47	11,7 AB	0,61 AB	19,36 A	2,74 B	4,43 C	9,64 AB	0,21 D	-
BGU-48	11,5 AB	0,88 AB	13,18 C	2,74 B	4,21 C	8,61 AB	0,48 C	1,93 A
BGU-50	11,1 AB	0,92 AB	12,08 C	2,49 D	4,06 C	8,37 AB	0,76 B	1,84 A
BGU-45	11,2 AB	0,61 AB	18,43 A	2,65 C	5,22 B	8,87 AB	0,87 B	2,01 A
BGU-44	10,9 AB	0,60 B	18,12 A	2,69 B	4,83 B	8,64 AB	0,49 C	2,18 A
EPAMIG-07	10,8 AB	0,94 AB	11,52 C	2,50 D	3,18 D	7,99 AB	0,94 A	1,68 A
EPAMIG-09	9,7 B	0,80 AB	12,07 C	2,61 C	3,85 C	7,38 B	0,70 B	1,38 A
EPAMIG-13	10,9 AB	0,62 AB	17,64 A	2,86 A	3,14 D	8,43 AB	0,14 D	1,16 B
EPAMIG-06	9,2 B	0,74 AB	12,70 C	2,61 C	3,52 D	7,06 B	1,06 A	2,18 A
EPAMIG-04	11,1 AB	0,90 AB	12,39 C	2,59 C	3,06 D	8,30 AB	1,02 A	1,86 A
EPAMIG-03	10,8 AB	0,66 AB	16,33 B	2,57 C	5,64 A	8,89 AB	1,04 A	1,44 B
Princesa (umbu- cajazeira)	15,6 A	1,15 A	13,66 C	2,48 D	5,61 A	12,48 A	0,57 C	1,30 B
Desconhecido	12,2 AB	0,94 AB	12,93 C	2,56 C	4,82 B	9,41 AB	0,66 B	1,07 B
Média	11,21	0,79	14,70	2,64	4,23	8,66	0,74	1,70
CV (%)	4,42	7,45	6,82	2,51	9,13	6,35	12,89	12,77

\*Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Dunn ( $P < 0,05$ ). \*\* Médias seguidas por letras iguais na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). CV= coeficiente de variância.

Fonte: elaboração da autora

Os teores de sólidos solúveis dos frutos do acesso umbu-cajazeira Princesa diferiram dos valores observados nos acessos EPAMIG-06 e EPAMIG-09 (Tabela 16). De acordo com Gondim et al. (2013) o teor de solúveis apresentado para frutos de umbu-cajazeira foi de 12,9 °Brix, inferior em relação ao presente estudo, cujo valor foi de 15,6 °Brix. Enquanto, Lima et al. (2015) constataram variação de 9,5 a 13,7 °Brix, em frutos de 10 acessos de umbu-cajazeira procedentes dos municípios de Serrinha, Santo Estevão, Santa Barbara, Itaberaba e Milagres, no Estado da Bahia. Santos, Nascimento e Oliveira (1999) indicaram a prospecção de plantas matrizes de umbuzeiro com frutos caracterizados com teores de sólidos solúveis acima de 12,5 °Brix. No presente estudo, apenas o umbu-cajá está incluso nesse padrão. Porém, a variação entre os frutos de um mesmo acesso justifica a resposta dos acessos BGU avaliados e alguns dos EPAMIG como não diferindo estatisticamente do umbu-cajá.

Para os frutos de umbuzeiro no estágio de maturidade fisiológica, o trabalho realizado por Dantas Júnior (2008) destacou teores de sólidos solúveis mínimo de 7,7 e máximo de 11,8 °Brix. Oliveira et al. (2015), estudando seis acessos de umbuzeiro na coleção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, observou teores de sólidos solúveis de 12,5; 12,3 e 10,6 °Brix para os acessos BGU-47, umbuzeiro de origem desconhecida e BGU-75, respectivamente. Os valores observados para os frutos dos acessos umbuzeiro de origem desconhecida e BGU-75, no presente estudo, 12,2 e 10,9 °Brix, respectivamente, são equivalentes aos relatados por Oliveira et al. (2015). Apenas o teor médio dos frutos do acesso BGU-47 foi inferior, no presente estudo em relação ao observados pelos autores citados. Diferenças na proporção entre parte vegetativa e número de frutos por planta, além da influência de fatores ambientais, podem justificar diferenças dessa natureza.

Todos os acessos possuíam frutos com teor de sólidos solúveis acima de 9 °Brix, mínimo exigido para a elaboração de sucos e polpas (BRASIL, 2016). Os teores de sólidos solúveis apresentados podem servir de base para futuros estudos de ajuste do ponto de colheita mais adequado para cada acesso. Ademais, selecionar plantas com teores elevados de sólidos solúveis e com uma faixa, definida antecipadamente, como adequada para os diferentes perfis de consumidores possibilita com certa segurança, indicar acessos competitivos no mercado, de acordo com LIMA e SILVA (2016).

Frutos com elevados teores de sólidos solúveis são preferidos para consumo e industrialização, uma vez que possuem a vantagem de propiciar maior rendimento no processamento por causa da maior quantidade de néctar por quantidade de polpa (SILVA et al., 2017).



Poucos acessos foram diferenciados em relação à acidez titulável (Tabela 16). Apenas os acessos BGU-44 e umbu-cajazeira Princesa, com 0,60 g ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> e 1,15 g ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente, diferiram entre si. Em estudos realizados por Lima et al. (2015) a variação foi de 1,08 a 1,77 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> em acessos de umbu-cajazeira.

Oliveira et al. (2015) observaram variação entre 0,7 e 1,1 g de ácido cítrico nos acessos de umbuzeiro identificados como BGU-47, umbuzeiro de origem desconhecida, EPAMIG-13 e BGU-45. Os autores relataram ainda que o acesso BGU-50 apresentou maior acidez com média de 2,17 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>. Todos os acessos apresentaram acidez titulável dentro do limite de 1,40 g ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> considerado como atendendo aos requisitos de qualidade para suco, pela legislação brasileira (BRASIL, 2016).

Houve a formação de três grupos de acessos para a variável relação sólidos solúveis/acidez titulável (Tabela 15). Os acessos BGU-47, BGU-45, BGU-44 e EPAMIG-13 apresentaram sabor mais ácido enquanto BGU-75, BGU-48, BGU-50, EPAMIG-07, EPAMIG-09, EPAMIG-06, EPAMIG-04, umbu-cajazeira Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida caracterizaram-se por sabor mais doce. A acidez titulável dos frutos diminui com o avanço da maturação, enquanto a relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) aumenta, representando um importante índice de maturidade que determina a característica de sabor ácido do umbu (LIMA e SILVA, 2016).

Lima et al. (2015) observaram variação dessa relação 7,83 a 10,77, para acessos de umbu-cajazeira. Moura et al. (2017) avaliaram frutos de 55 acessos de umbuzeiro do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido, no qual constataram relação SS/AT em média de 17,3, sendo que, no acesso BGU-51 foi observada a maior razão (25,9).

Quatro grupos de acessos foram formados em relação ao pH (Tabela 16). O grupo que reúne os acessos EPAMIG-13 e EPAMIG-05 apresentaram os maiores valores: 2,86 e 2,83 respectivamente. O agrupamento formado pelos acessos BGU-75, BGU-50, EPAMIG-07 e umbu-cajazeira Princesa apresentou os menores valores 2,54; 2,49; 2,50; e 2,48, respectivamente.

Para o pH, a seguinte relação de valor entre os acessos: EPAMIG-05, EPAMIG-13 > EPAMIG-01, BGU-44, BGU-48 e BGU-47 > BGU-45, EPAMIG-04, EPAMIG-06, EPAMIG-03, EPAMIG-09 e umbuzeiro de origem desconhecida > BGU-75, BGU-50, EPAMIG-07, e umbu-cajazeira Princesa, sendo observado uma média geral de 2,64 (Tabela 16). Moura et al. (2017) constataram pH, dos frutos frescos de 55 acessos de umbuzeiro do

Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, variando de 2,30 a 3,67 enquanto que, Lima et al. (2015) observaram valores de 2,39 a 2,63 em acessos de umbu-cajazeira.

Todos os acessos caracterizaram-se por pH maior que 2,4, mínimo aceitável para o padrão de qualidade para fabricação da polpa de umbu (BRASIL, 2016). Para a indústria, é preferível os acessos de pH mais baixo, pois favorece a conservação dos produtos, enquanto que, para consumo *in natura*, é desejável pH maior (GONDIM, 2012).

Avaliando os teores de açúcares no estágio de maturidade fisiológica constatam-se valores mais elevados de açúcares redutores (glicose e frutose, predominantemente) nos frutos dos acessos de umbu-cajazeira Princesa e de umbuzeiro EPAMIG-03 (Tabela 16). Os menores teores foram observados para EPAMIG-13, EPAMIG-07, EPAMIG-04 e EPAMIG-06, mais uma vez demonstrando a variabilidade genética na qualidade dos frutos.

Gondim (2012) reportou, realizando estudo de frutos de umbu-cajazeira provenientes de diferentes regiões dos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, teor de açúcares redutores entre 7,11 a 10,01 g 100 g<sup>-1</sup>, o que é superior aos valores encontrados neste estudo, tanto para umbu quanto umbu-cajá. Lima et al. (2015) verificaram teores de açúcares solúveis totais de 8,60 a 10,57 g 100 g<sup>-1</sup> e açúcares redutores variando entre 4,44 e 5,87 g 100 g<sup>-1</sup>, em polpa fresca de umbu-cajazeira obtidas dos municípios de Milagres, Itaberaba, Santo Estevão, Santa Barbara e Serrinha, no Estado da Bahia.

Os açúcares solúveis totais foram classificados pela diferença em dois grupos (Tabela 16). Os acessos EPAMIG-09 e EPAMIG-06 diferiram com menor teor de sólidos solúveis totais em relação ao umbu-cajazeira Princesa. Dantas Júnior (2008) encontrou teor de açúcares solúveis totais variando de 3,6 a 8,31 g 100 g<sup>-1</sup> e açúcares redutores de 2,5 a 5,82 g 100 g<sup>-1</sup> para polpa fresca de frutos de acessos de umbuzeiro da região semiárida de Pernambuco. Ao passo que, Almeida (2009) relatou açúcares solúveis totais de frutos de acessos de umbuzeiro provenientes da região de Picos-PI entre 3,92 a 5,55 g 100 g<sup>-1</sup> e açúcares redutores de 2,57 a 3,84 g 100 g<sup>-1</sup>. Possivelmente, as condições edafoclimáticas das localidades e as características genéticas das plantas podem ter influenciado os valores observados.

Os frutos de todos os acessos apresentaram valores solúveis totais acima do mínimo previsto para fabricação de polpa de umbu, que é de 2,40 g 100 g<sup>-1</sup> (BRASIL, 2016). Os teores de sólidos solúveis refletem correspondência com os teores de açúcares solúveis. Isto provavelmente ocorre porque os sólidos solúveis nos frutos, em sua maior parte são constituídos por açúcares. Mas, a quantificação do teor de açúcares individuais é importante

para avaliar o grau de doçura do produto, pois a capacidade de adoçar depende da proporção entre glicose, sacarose e frutose existentes na parte comestível dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os acessos puderam ser reunidos em quatro grupos quanto ao teor de amido, no estágio de maturidade fisiológica, sendo os maiores valores observados nos acessos BGU-75, EPAMIG-01, EPAMIG-04, EPAMIG-06 e EPAMIG-03 e os menores para o EPAMIG-13 e BGU-47 (Tabela 17). Essa variação deve-se provavelmente às características genéticas dos acessos. Dantas Júnior (2008) reportou, em frutos colhidos e avaliados em estágio de maturidade fisiológica, uma variação no teor de amido de 0,69 a 2,04 g 100 g<sup>-1</sup>, sendo, neste trabalho encontrado valores inferiores (0,14 a 1,12 g 100 g<sup>-1</sup>). Silva et al. (2015) observaram variação entre 0,1 a 0,3 g 100 g<sup>-1</sup>, em frutos de acessos de umbu-cajazeira, na microrregião de Iguatu no Estado do Ceará.

O amido é a reserva de carboidratos do fruto para a manutenção dos processos bioquímicos. O teor decresce com o avanço do amadurecimento, por meio de sua conversão em açúcares solúveis, podendo afetar o sabor e textura do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A quantidade acumulada de reserva de amido (0,14 a 1,12 g 100 g<sup>-1</sup>), conforme Tabela 16, até o estágio de maturidade fisiológica, implicando em processos de degradação e conversão em açúcares solúveis que interferem diretamente na doçura do fruto. Os efeitos sobre a textura estão relacionados à intensidade das taxas de degradação de amido em conjunto ao desencadeamento do processo de degradação das paredes celulares, com a quebra dos compostos pécticos, resultando em amaciamento da polpa e casca (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Observou-se associação entre os grupos de acessos com maior teor de amido (Tabela 16) e maior firmeza da polpa, nos acessos EPAMIG-01, BGU-75, EPAMIG-06, EPAMIG-04 e EPAMIG-03 (Tabela 14). Apesar de ocorrer a perda da firmeza do fruto com o avanço da maturação, devido à quebra do amido, a mudanças nos teores de água e à degradação de compostos pécticos (LIMA e SILVA, 2016; CHITARRA e CHITARRA, 2005),

A determinação dos teores de compostos pécticos na casca dos frutos dos acessos avaliados permitiu distinguir dois grupos (Tabela 16), sendo que os maiores teores foram representados pelos acessos BGU-44, EPAMIG-06 e EPAMIG-01 e menores por EPAMIG-03, EPAMIG-13, umbu-cajazeira Princesa e umbuzeiro de origem desconhecida. Dantas Júnior (2008) relatou teor de pectina total de 0,65 g 100 g<sup>-1</sup>, na polpa de frutos de acessos de

umbuzeiro. Em estudo de frutos de acessos de umbu-cajazeira foi observado teor pectina total variando de 0,2 a 0,6 g 100 g<sup>-1</sup> de polpa (SILVA et al., 2015).

Os compostos pécticos insolúveis da casca se transformam em pectina solúvel durante o amadurecimento da fruta, o que está diretamente relacionado à textura do fruto, que amolece com o avanço da maturação do umbu. Os acessos de elevados teores de compostos pécticos possuem vantagens para a agroindústria, pois podem reduzir ou, eventualmente, substituir o uso de aditivos que fornecem estabilidade às geleias de umbu, por exemplo. Além disso, os acessos de destaque refletem uma possibilidade de uso como fonte de pectina para algumas aplicações na agroindústria.

#### **4.3.3 Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante**

Os teores de flavonoides amarelos da casca, polifenóis extraíveis totais - PET e a atividade antioxidante, determinada pelos métodos da captura dos radicais livres ABTS e DPPH diferiram entre os acessos estudados, mas o teor de ácido ascórbico não diferiu (Tabela 17).

**Tabela 17.** Teores de flavonoides amarelos da casca (FAC), ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais - PET e atividade antioxidante, por meio dos métodos de captura dos radicais livres ABTS e DPPH dos frutos de quinze acessos de umbuzeiro e m de umbu-cajazeira, presentes na Coleção do IFBAIANO, *Campus* de Guanambi. Guanambi-BA, 2017.

Acesso	FAC** (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Ácido ascórbico*** (mg 100 g <sup>-1</sup> )	PET** (mg de ácido gálico 100 g <sup>-1</sup> )	ABTS* (µM de Trolox g <sup>-1</sup> )	DPPH** (g fruta g DPPH <sup>-1</sup> )
EPAMIG-01	22,38 C	28,54 ns	73,85 C	3,56 AB	12.772 B
EPAMIG-05	25,73 C	26,36	86,59 B	6,68 AB	10.240 A
BGU-75	-	30,92	58,81 D	3,84 AB	17.727 D
BGU-47	-	28,54	52,28 E	3,34 AB	14.510 C
BGU-48	18,69 D	28,56	69,24 D	3,87 AB	13.724 C
BGU-50	16,71 D	28,53	44,50 F	2,84 AB	19.618 D
BGU-45	26,45 C	28,55	85,26 B	7,49 A	9.806 A
BGU-44	23,61 C	28,53	56,61 D	3,70 AB	11.714 A
EPAMIG-07	29,85 B	28,55	59,44 D	3,24 AB	14.921 C
EPAMIG-09	30,86 B	42,82	85,62 B	6,18 AB	9.690 A
EPAMIG-13	21,32 D	28,55	38,68 F	2,26 B	21.493 E
EPAMIG-06	25,61 C	28,53	94,88 A	7,33 A	8.612 A
EPAMIG-04	30,97 B	42,81	99,76 A	5,31 AB	7.833 A
EPAMIG-03	30,70 B	28,57	54,99 D	4,13 AB	15.285 C
Princesa (umbu-cajazeira)	40,74 A	28,54	63,28 D	3,13 AB	16.509 C
Desconhecido	31,33 B	30,91	50,20 E	2,64 AB	18.446 D
Média	26,78	30,47	67,12	6,48	13.931
CV (%)	10,28	17,90	8,93	38,65	8,88

\*Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Dunn ( $P < 0,05$ ). \*\* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). \*\*\*dados analisados pelo método de Kruskal-Wallis, ns= não significativo. CV= coeficiente de variância.

Fonte: elaboração da autora

O acesso umbu-cajazeira Princesa revelou maior teor de flavonoide amarelo da casca, enquanto os menores teores foram observados em EPAMIG-13, BGU-48 e BGU-50 (Tabela 17). Em estudos realizados por Gondim (2012), a média de teores de flavonoides amarelos de massa fresca foi de 1,98 mg 100<sup>-1</sup> para frutos de umbu-cajazeira. Silva et al. (2015) relataram valores para a polpa dos frutos de umbu-cajazeira variando entre 8,10 mg 100 g<sup>-1</sup> e 49,92 mg 100 g<sup>-1</sup> encontrados na polpa. Além disso, Dantas Júnior (2008) observou os teores de flavonoides amarelos na polpa de frutos de acesso de umbuzeiro variáveis de 11,03 a 38,92 mg 100 g<sup>-1</sup>. Os resultados indicam que os acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira podem ser fonte de flavonoides amarelos, que se caracterizam por suas propriedades funcionais.

Os acessos não diferiram para o teor de ácido ascórbico nos frutos (Tabela 17). A média geral de teor de ácido ascórbico foi de 30,7 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa, com uma variação de 50% do menor valor absoluto, 28,53 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa, para o maior valor, 42,82 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa. Os teores observados no presente estudo foram superiores aos encontrados por Gondim (2012). No seu estudo, este autor mencionou variação de 13,24%, do menor valor absoluto, 11,55 mg 100 g<sup>-1</sup>, para o maior, 13,08 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa, sem que também observasse diferença significativa entre os genótipos. Dantas Júnior (2008) relatou variação de teores de ácido ascórbico de 44,01 a 71,05 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa, superiores ao presente estudo.

Lima et al. (2015), em seu estudo de genótipos de umbu-cajazeira relataram teor variável de 7,33 a 18,17 mg de ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup>. Almeida (2009), trabalhando com frutos frescos de umbuzeiros do Piauí, citou valor médio de 17,6 mg de ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup>. Por outro lado, Silva et al (2017) observaram teor de ácido ascórbico de frutos de umbuzeiro colhidos da região de Pernambuco de 4,96 mg 100 g<sup>-1</sup>. Os teores de ácido ascórbico em umbus e umbu-cajás contribuem para a dieta e proteção ao organismo, devido à importância nutricional e funcional associada ao seu potencial antioxidante.

Os acessos formaram seis grupos similares para os teores de polifenóis extraíveis totais - PET (Tabela 17). Os acessos EPAMIG-04 e EPAMIG-06 se destacaram com teores de 99,76 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> e 94,88 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Os acessos BGU-50 (44,50 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>) e EPAMIG-13 (38,68 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>) apresentaram os menores teores.

Almeida (2009), pesquisando os frutos de umbuzeiro, encontrou variações semelhantes ao presente trabalho para os teores de polifenóis extraíveis totais: de 32,80 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> a 80 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>. A média obtida no presente trabalho foi superior comparada à dos autores Silva et al. (2015) com frutos de umbu-cajá, que relataram média de

29,63 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>, e Dantas Júnior (2008), que reportou média de 32,48 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> para umbu. A variabilidade genética do umbuzeiro e umbu-cajazeira e as condições ambientais podem justificar as variações nos teores de polifenóis extraíveis totais. Situações de estresse induzidos por fatores abióticos e bióticos induzem a síntese destes compostos metabólicos, como resposta de defesa na planta (COMARELLA et al., 2012).

O valor médio dos teores de polifenóis extraíveis totais dos frutos dos acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira avaliados (67,12 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>) foram próximos aos de frutos de mamão dos grupos formosa e solo (69,12 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> e 63,87 mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente) observados por Reis et al. (2015).

As frutas possuem em sua constituição, vários compostos com ação antioxidante, entre eles, compostos bioativos como os polifenóis, que podem contribuir diretamente para a maior atividade antioxidante. O conteúdo e os tipos de antioxidantes presentes nos tecidos dependem do grau de maturação do fruto, das condições edafoclimáticas do local e do composto que deu origem a síntese do antioxidante (LEONG e SHUI, 2002).

Para a atividade antioxidante determinada pelo método que usa o radical ABTS, os acessos EPAMIG-06 (7,33 µM de Trolox g<sup>-1</sup> de polpa) e BGU-45 (7,49 µM de Trolox g<sup>-1</sup> de polpa) diferiram do acesso EPAMIG-13 (2,26 µM de Trolox g<sup>-1</sup> de polpa), com o menor valor (Tabela 17). Dantas Júnior (2008) observou, com polpa fresca de frutos de 32 acessos de umbuzeiro, valor máximo de atividade antioxidante de 30,04 µM de Trolox g<sup>-1</sup> de polpa pelo método ABTS, bem acima dos valores do presente estudo. Almeida (2009) reportou média oscilando de 1,53 a 3,89 µM de Trolox g<sup>-1</sup> de polpa de atividade antioxidante pelo método ABTS em frutos de umbuzeiro.

Foram reunidos quatro grupos de acessos semelhantes para a atividade antioxidante determinada a partir do uso do radical livre DPPH (Tabela 17). As maiores atividades foram observadas nos acessos EPAMIG-05 (10.240 g g DPPH<sup>-1</sup>), BGU-45 (9.806 g g DPPH<sup>-1</sup>), BGU-44 (11.714 g g DPPH<sup>-1</sup>), EPAMIG-09 (9.690 g g DPPH<sup>-1</sup>), EPAMIG-06 (8.612 g g DPPH<sup>-1</sup>) e EPAMIG-04 (7.833 g g DPPH<sup>-1</sup>). A determinação da atividade antioxidante pelo método de captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) expressa a quantidade de amostra que deve ser consumida para se ter efeito antioxidante equivalente ao de 1 g de DPPH. Portanto, aqueles acessos que tiveram médias numericamente maiores representam material genético com menor potencial antioxidante, uma vez que seria necessário um maior consumo da fruta para ter efeito semelhante ao do radical de referência DPPH.

Araújo et al. (2012) estudaram a atividade antioxidante pelo método DPPH em casca de plantas de umbuzeiro em diferentes paisagens da região de Pernambuco, relatando maiores valores em áreas antropogênicas ( $27,07 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), principalmente próximas as residências familiares, e menor atividade nas áreas nativas ( $32,10 \mu\text{g mL}^{-1}$ ). Gregoris et al. (2013) estudando propriedades antioxidantes de espécies frutíferas, incluindo o umbuzeiro, revelou atividade antioxidante pelo método DPPH, próximo de 0,67 CEmM, para esta espécie.

Conforme Oliveira (2015), o método DPPH é bastante utilizado para a análise de atividade antioxidante. Contudo, essa avaliação não deve ser baseada em uma única metodologia, sendo necessária a complementação com outros métodos que caracterizem a capacidade antioxidante.

É recomendado utilizar pelo menos dois métodos de análise para abranger mais informações de atividade antioxidante do vegetal. O processamento assume maior importância quando se considera que não há referência de melhor método para avaliação da atividade antioxidante dos frutos do umbuzeiro e umbu-cajazeira. O método DPPH foi eficiente na quantificação da atividade antioxidante, não observando relação direta com o método ABTS. A partir dos resultados observados, infere-se que os frutos do umbuzeiro contribuem para as demandas mínimas necessárias a saúde humana, através da sinergia dos compostos antioxidantes presentes na polpa (LIMA e SILVA, 2016; SILVA et al., 2015; GONDIM, 2012), mas não podem ser tratados como uma fonte que promova, por si só, proteção à saúde.

Os dados e informações obtidas neste estudo destacaram a variabilidade fenotípica para os acessos de umbuzeiro e umbu-cajazeira Princesa. Esses podem auxiliar na seleção de acessos com características superiores para a implantação de pomares em regiões semelhantes às condições edafoclimáticas do município de Guanambi, Bahia.

## 5. CONCLUSÕES

Os acessos potenciais com características de altura e maior diâmetro de copa mais favoráveis ao processo de colheita e à produção são: BGU-44, BGU45, BGU-50, EPAMIG-03, EPAMIG-07 e EPAMIG-13.

O acesso BGU-48 revelou maior eficiência de retranslocação de nitrogênio e fósforo nas folhas e o BGU-50 expressou eficiência de reciclagem para potássio e magnésio.

O acesso BGU-75 apresentou potencial para consumo *in natura* por associar as características de maior tamanho, maior massa do fruto, maior rendimento, maior firmeza de



polpa e doceira, o EPAMIG-01 também pela maior massa fruto e firmeza de polpa, EPAMIG-04 e EPAMIG-06 devido ao potencial de antioxidante.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculo de cajuzeiros e frutos de umbuzeiros nativos do Semiárido do Piauí**. 2009. 186f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró.

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, 1998.

ARAÚJO, T. A. de S.; CASTRO, V. T. N. de A.; AMORIN, E. L. C. de; ALBUQUERQUE, U. P. de. Habitat influence on antioxidant activity and tannin concentrations of *Spondias tuberosa*. **Pharmaceutical Biology**, v. 50, n. 6, p. 754-759, 2012.

ARNAO, M. B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, n. 11, p. 419-421, 2000.

BIALE, J. B. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advance Food Research**, New York, v. 10, p.293-354, 1960.

BIELESKI, R. L. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability Annual. **Review of Plant Physiology**, v. 24, p. 255-252, 1973.

BJÖRKMAN, O.; DEMMING, B. Photon yield of O<sub>2</sub> evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 k among vascular plants of diverse origins. **Planta**, v.170, p.61-66, 1987.

BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New methods for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 54, p. 484-489, 1973.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; BAKER, LONG, S. P.; BAKER, N. R.; OQUIST, G. N.; SCHREIBER, U.; LECHNER, G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. **Functional Ecology**, v.3, n. 4, p.497-514, 1989

BOSCO, J.; SOARES, K.T.; AGUIAR FILHO, S. P.; BARROS, R.V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA, 2000. 29 p. (Documentos, 28).

BRANDT, F. M.; MARSCHELAK, R.; VIBRANS, A.C. **Melhoramento (Genético) Florestal**. Disponível em:<<http://home.furb.br/rubensm/>> Acesso em: 18 nov. 2016.

BRASIL MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. PORTARIA Nº 58, DE 30 DE AGOSTO DE 2016. **Lex**: Coletânea de Legislação e Jurisprudência, São Paulo. Disponível em:

<[http://www.lex.com.br/legis\\_27181299\\_PORTARIA\\_N\\_58\\_DE\\_30\\_DE\\_AGOSTO\\_DE\\_2016.aspx](http://www.lex.com.br/legis_27181299_PORTARIA_N_58_DE_30_DE_AGOSTO_DE_2016.aspx)>. Acesso em 03 out. 2017

BRITO, C. F. B. **Irrigação com água salina na cultura do abacaxizeiro no semiárido baiano**. 2016. 57f. Dissertação (Mestrado Profissional Produção Vegetal no Semiárido), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus Guanambi*, 2016.

BROUNS, F.; THEUWISSEN, E.; ADAM, A.; BELL, M.; BERG, A.; MENSINK, R. P. Cholesterol-lowering properties of different pectin types in mildly hyper-cholesterolemic men and women. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 66, p.591-599. 2012.

CAMPOSTRINI, E. **Fluorência da clorofila a: Considerações teóricas e aplicações práticas**. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Apostila, 2001.

CARVALHO, J. M. F. C.; SILVA, M. M. A.; MEDEIROS, M. J. L. **Perda e Conservação dos Recursos Genéticos**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.

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

CHUYONG, G. B.; NEWBERY, D. M.; SONGWE, N C. Litter nutrient Translocation in a central African rain forest dominated by ectomycorrhizal trees. **New Phytologist**. London, v. 148, p.493-510, 2000.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 2005. Diagnóstico ambiental dos perímetros irrigados da Codevasf – 2ª Superintendência Regional. Brasília: CODEVASF, 2005. 222 p.

COMARELLA, C. G.; SAUTTER, C. K.; EBERT, L.; PENNA, N. G. Polifenóis totais e avaliação sensorial de suco de uvas Isabel tratadas com ultrassom. In: Simpósio de Segurança Alimentar, retorno às origens?, 4, 2012, Gramado. **Anais...** Gramado 2012. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/ssa4/wp-content/uploads/2011/12/carine-APRESENTA%C3%87%C3%83O-GRAMADO.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2018.

COMBS JÚNIOR, G. F. **Vitaminas**. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-SUTMP, S. (editores). Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia. 10ª ed. São Paulo, Editora Roca2003, p. 65-105.

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

CRUZ, L. I. B.; CRUZ, M. C. M.; FERREIRA, E. A.; CASTRO, G. D. M.; ALMEIDA, M. O. Eficiência quântica do fotossistema II de mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em resposta a associação com *Piriformospora indica* e herbicidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 794-804, 2014.

DANTAS JÚNIOR, O. R. **Qualidade e capacidade antioxidante total de frutos de genótipos de umbuzeiro oriundos do Semiárido Nordeste**. 2008. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

DANTAS, A. C. V. L.; LIMA, M. S. S.; LIMA, R. N.; SANTOS, K. S.; OLIVEIRA, T. A. D.; RODRIGUES, E. S. Coleção de umbu-cajazeira da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. In: Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, II, 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2015. Disponível em: <http://www.rgvne.org/2simposio/wp-content/uploads/2015/11/165.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2018.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Micronutrientes**. In: Fernandes, M. S. (editor). Nutrição mineral de plantas. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. 432 p.

DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; MOURA, M. S. B.; CUNHA, T. J. F.; ARAÚJO, J. L. P.; OLIVEIRA, V. R.; SÁ, I. B.; TAURA, T. A. **Caracterização ambiental do Semiárido brasileiro**. IN: UMBUZEIRO: avanços e perspectivas. DRUMOND, M. A; AIDAR, S. T; NASCIMENTO, C. E. S; OLIVEIRA, V. R. (editores técnicos). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 266 p.

**EMBRAPA**. PA16 - Bancos Ativos de Germoplasma de Fruteiras Nativas ou adaptadas a região Nordeste. Disponível em:<<http://plataformarg.cenargen.embrapa.br/rede-vegetal/projetos-componentes/pc6-banco-ativo-de-germoplasma-de-especies-frutiferas/planos-de-acao/pa16-bancos-ativos-de-germoplasma-de-fruteiras-nativas-ou-adaptadas-a-regiao-nordeste>>. Acesso em: 19 nov. 2016

EHSEN, H. Pruning of street trees: cause, objective and execution. **Arboricultural Journal**. v. 11, p. 245-263, 1987.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE. Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente, 2005.

FONSECA, M. D.; VIANA, E. de S.; OLIVEIRA, L. A. de; SOUSA, M. R.; AMORIN, T. da S. Caracterização física e físico-química de frutos de umbucajazeira. 5º Jornada Científica-Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. **Anais...** Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55214/1/Caracterizacao-fisica-Elisete-souza-106-11.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2017.

FORD-LLOYD, B. V.; DIAS, S. R.; BETTENCOURT, E. (editors). **Genetic Erosion and Pollution Assesment Methodologies**. Proceeding of PGR Forum Workshop 5, Terceira Island, Autonomous Region of the Azores, Portugal, 8-11 Setembro, 2004. European Crop Wild Relative Diversity Assessment and Conservation Forum, by Biodiversity International, Rome, Italy. 100 p.

FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins**. In: MARKAKIS, P. (ed). Anthocyanins as food colors. New york: Academic Press, p.181-207, 1982.

GONÇALVES, F. C.; NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de. Deficiência nutricional em mudas de umbuzeiro decorrente da omissão de macronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 1053-1057, 2006.

GONDIM, P. J. **Identificação de carotenoides e quantificação de compostos bioativos e atividade antioxidante em frutos do gênero *Spondias***. 2012. 119 f. Tese (Doutorado em agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

GONDIM, P. J. S.; SILVA, S. de M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; NETO, J R. C.; SANTOS, L. F. dos. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.17, n.11, p.1217–1221, 2013

GONDIM, T. M. S.; SILVA, H.; SILVA, A. Q.; CARDOSO, E. A. Período de ocorrência de formação de xilopódios em plantas de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) propagadas sexualmente e assexuadamente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, p. 33-38, 1991.

GONZALEZ, G. C.; CATANEO, A. C.; FIORI, M. dos S.; SILVA, G. de S.; MISCHAN, M. M.; FURTADO, E. L. Pigmentos fotossintéticos em clones de Seringueira sob ataque de Oídio. **Ciências Florestais**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 499-506, jul.-set.,2013.

GREGORIS, E.; LIMA, G. P. P.; FABRIS, S.; BERTELLE, M.; SICARI, M. STEVANATO, R. Antioxidant Properties of Brazilian Tropical Fruits by Correlation between Different Assays. **BioMed Research International**, Article ID 132759, 8 p., 2013.

GUNNESS, P.; GIDLEY, M. J. Mechanisms underlying the cholesterol-lowering properties of soluble dietary fibre polysaccharides. **Food and Function**, v 1, p. 149-155. 2010.

HAGLER, L. C. M. Biodiversidade e biossegurança. **Jornal da ANBio**, Rio de Janeiro, n. 2, 2001.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v.52, p. 481-504, 2000.

HENDRY, G. A. F.; PRICE, A. H. **Stress Indicators: Chlorophylls and Carotenoids**. In: HENDRY, G.A.F. and Grime, J.P., Eds., *Methods in Comparative Plant Ecology*, Chapman Hall, London, p. 148-152. 1993.

HUDAK, J. **Photosynthetic apparatus**, In: PESSARAKLI, M. (ed.), *Handbook of Photosynthesis*, Marcel Dekker, New York, p. 27-48. 1997

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ZENEON, O; PASCUET, N. S; TIGLEA, P. (Coord.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4ª. Ed. 2008. 1020 p.

**KONICA MINOLTA**. O padrão de medição de cor. Documento técnico. Sensing Americas. Disponível em: < <http://sensing.konicaminolta.com.br/learning-center/white-papers/colorimetry/>>. Acesso em 13 fev. 2018.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J. FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Revista Ciência e Tecnologia e alimentos**. v. 25, n. 4, Campinas, oct./dec.. 2005

LARRAURI, J. A.; PUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v. 45, p.1390-1393, 1997.

LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, v.76, p.69–75, 2002.

LINDHAUER, M. G. The role of potassium in the plant with emphasis on stress conditions (water, temperature, salinity). In: PROCEEDINGS OF POTASSIUM SYMPOSIUM. Pretoria, 1985. **Proceedings**. Pretoria, International Potash Institute and Fertilizer Society of South Africa, 1985. P. 95-113.

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

LIMA FILHO, J. M. P.; AIDAR, S. T. **Ecofisiologia**. In: UMBUZEIRO: avanços e perspectivas. DRUMOND, M. A; AIDAR, S. T; NASCIMENTO, C. E. S; OLIVEIRA, V. R. (editores técnicos). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 266 p.

LIMA, M. A. C. de; SILVA, S. de M. **Qualidade e conservação pós-colheita**. In: UMBUZEIRO: avanços e perspectivas. DRUMOND, M. A; AIDAR, S. T; NASCIMENTO, C. E. S; OLIVEIRA, V. R. (editores técnicos). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 266 p

LIMA, M. S. S. de; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; BARROSO, J. P. Caracterização de frutos de genótipos selecionados de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista de Ciencia y Tecnología de América**, v. 40, n. 5, p. 311-316, 2015.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. V.2, 3ed Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2000. 368p.

MACHADO, C. de F.; OLIVEIRA, V. R. de; MAIA, M. C. C.; ALVES, R. M.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; FONSECA, N. Banco ativo de germoplasma de *Spondias* da Embrapa. Folder. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura BA, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1028908/banco-ativo-de-germoplasma-de-spondias-da-embrapa>. Acesso em: 19 Nov. 2016.

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

MALAVOLTA, E.; **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agrônomo Ceres, 1981. 596 p.

MARSCHNER, P. (Ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2012. 651p.

MARCHALL, C.; WARDLAW, I. F. A comparative study of the distribution and speed of movement of <sup>14</sup>C assimilates and foliar-applied <sup>32</sup>P-labelled phosphate in wheat. **Aust J. Biol. Sci.**, v. 26, p. 1-13, 1973.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern, International Potash Institute, 1987. 685 p.

MEURER, E. J. Potássio. In: **Nutrição mineral de plantas**. FERNADES, M. S. (editor). Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. 432 p.

McREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic material in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p.1586-1588, 1952.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v.31, p.426-428, 1959.

MILLER, N. J.; DIPLOCK, A.T.; RICE-EVANS, C.; DAVIES, M.J.; GOPINATHAN, V.; MILNER, A. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. **Clinical Science**, v.84, p.407-412, 1993.

MOURA, N. R.; FERREIRA, M. A. R.; PASSOS, T. O.; LIMA, A. S.; CASTRO, C. D. P. da C.; RYNKA, A. C. P.; OLIVEIRA, V. R. de; FREITAS, S. T. de. 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, 2017.

MURISIER, F. M. **Optimisation du rapport feuillefruit de la vigne pour favrizer la qualité du raision el l'accumulation des glucides de reserve**. 1996. 132 f. tese (doutorado) - École Pol. Fédérale de Zurich, Zurich, 1996.

NASCIMENTO, C. E. de S.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de; DRUMOND, M. A. Banco de germoplasma do umbuzeiro: novos acessos e avaliações preliminares aos oito anos de idade. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura., 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém : SBF, 2002. 1 CD-ROM.

NEVES, O. S. C. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): uma alternativa para o semiárido**. 1. ed., Edições UESB, Vitória da Conquista, 2010. v. 1. 96p

NEVES, O. S. C.; SÁ, J. R. de; CARVALHO, J. G. de. Crescimento e sintomas visuais de deficiências de micronutrientes em umbuzeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 306-309, 2004.

OLIVEIRA, C. G.; BRITO, I. S. de; CARDOSO, R. L.; CARDOSO, J. A. R.; DONATO, S. L. R. Características físico-químicas de frutos de genótipos de umbuzeiro. In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. **Anais...** Aracaju-SE. 2015.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais *in vitro* pelo método do DPPH: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas, v. 17, n. 1, p. 36-44, 2015.

OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; DRUMOND, M. A. RECURSOS GENÉTICOS. IN: **UMBUZEIRO: avanços e perspectivas**. DRUMOND, M. A; AIDAR, S. T; NASCIMENTO, C. E. S; OLIVEIRA, V. R. (editores técnicos). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 266 p.

OZGEN, M., A.Z. TULIO, JR., R.N. REESE, J.C. SCHEERENS, AND A.R. MILLER. Modified 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2#-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 54:1151– 1157, 2006.

PINHEIRO, J. M. DA S.; RODRIGUES, M. L. M.; FONSECA, S. N. A.; PARAIZO E. A.; MIZOBUTSI, G. P.; LOPES, E. P. Caracterização física e química de frutos de umbu In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. **Anais...** Aracaju-SE. 2015.

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

RAUHA, J. P.; REMES, S.; HEINONEN, M. HOPIA, A.; KAHKONEN, M.; KUJALA, T.; PIHLAJA, K. VUORELA, P. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. **International Journal of Food Microbiology**. Amsterdam: v. 56, n. 1, p. 3-12, 2000.

RAVEN, J. A. Short and long distance transport of boric acid in plants. **New Physiol.**, v. 84, 231-249, 1980.

REIS, R. C.; VIANA, E. de S.; JESUS, J. L. de; LIMA, L. F.; NEVES, T. T. das; CONCEIÇÃO, E. A. da. Compostos bioativos e atividade antioxidante de variedades melhoradas de mamão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n.11, p. 2076-2081, nov, 2015.

RUFINO, M. do S. M., R. E. ALVES, E.S. de BRITO, J. PÉREZ-JIMÉNEZ, F.D. SAURA-CALIXTO; J. MANCINI-FILHO. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996–1002, 2010.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; Saura-Calixto, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.76, p.270-276, 1998.

SANTANA, I. B. B. **Divergência genética entre acessos de umbu-cajazeira mediante análise multivariada utilizando marcadores morfoagronômicos e moleculares**. 2010. 85f. Dissertação (Melhoramento e Biotecnologia Vegetal) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas.

SANTOS, A. P. **Caracterização dos frutos e enraizamento de estacas de umbu-cajazeiras**. 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

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

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S. Relação entre caracteres quantitativos do umbuzeiro (*Spondia tuberosa* A. Câmara). **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (1977. Imprensa), Brasília, DF, v.33, n. 4, p.449,456,1998

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, M. C. de. **Recursos genéticos do umbuzeiro: preservação, utilização e abordagem metodológica**. In: Queiroz, M. A. de; GOEDERT, C. O; RAMOS, S. R. R. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-árido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

SANTOS, E. K. Totipotência vegetal e cultura de tecidos vegetais. In: FREITAS, L.B; BERED, F. **Genética e evolução vegetal**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 415-444.

SATURNINO, H. M. **Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no estado de Minas Gerais**. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, F. de. (Org.). *Spondias* no Brasil: umbu, cajá e espécies afins. Recife: IPA; UFRPE, 2008. P. 75-79.

SATURNINO, H. M.; GONÇALVES, N. P. *Spondias*: umbu, cajá-manga, cajá e seriguela. Eds.: Rodrigues, M. G. V.; Dias, M. S. C. In: Cultivo tropical de fruteiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.32, n. 264, p. 101-113, set./out. 2011.

SATURNINO, H. M.; GONÇALVES, N. P.; SILVA, E. de B. **Informações sobre a cultura do umbuzeiro**. Nova Porteirinha: EPAMIG-CTNM, 2000. 6p. (EPAMIG-CTNM. Circular Técnica, 8).

SCHACHTMAN, D. P.; REID, R. J.; AYLING, S. M. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. **Rev. Plant Physiol.**, v. 116, p. 447-453, 1998.

SHUMAN, L. M. **Mineral Nutrition**. In WILKINSON, R. E., ed. Plant-environment interactions. New York, Marcel Dekker, 1994. p. 149-182.

SCHUNEMANN, A. P. P. **Qualidade e perfil sensorial de frutas nativas e não tradicionais do Nordeste do Brasil**. [Brasília, DF]: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2012. Relatório parcial.

SEYMOUR, G. B.; GROSS, K. C. Cell wall disassembly and fruit softening. **Postharvest News and Information**, London, v. 7, n. 3, p. 45-52, 1996.

SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. Biochemistry of fruit ripening. London: **Chapman e Hall**, 450 p. 1993.

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

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



SILVA, H; SILVA, A. Q. da; ROQUE, M. L; MALAVOLTA, E. Composição mineral do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 7., 1983, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. v. 4, p. 1129-1134.

SILVA, L. R. da. Caracterização física de frutos de genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.13, n.2, 2014.

SILVA, L. R. da; ALVES, R. E.; SILVA, S. de M.; NOGUEIRA, D. H. Caracterização físico-química de frutos dos genótipos de umbu-cajazeiras oriundos da microrregião de Iguatu, CE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, n. 1, 2015.

SILVA, M. I. da; SILVA, G. R. da; ALVES, J. E. de A.; MARTINS, J. N. Caracterização físico-química da polpa de umbu *in natura*. In. Reunião Regional da Sociedade Brasileira para Progresso da Ciência no Cariri, 2017, Cariri/Ceará. **Anais...** Cariri: URCA, 2017, n. 1894.

SMART, R. E. Principales of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture, Davis**, v.36, n.3, p. 230- 239, 1985.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. **Nitrogênio**. In: FERNANDES, M. S. (editor). Nutrição mineral de plantas. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. 432 p.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. Análisis de vitaminas: métodos comprobados. **Madrid**: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TOMBOLATO, A. F. C. Cultivo comercial de plantas ornamentais. Campinas: **C & M Gráfica Editora**, 2004. 211 p.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; CARVALHO, N. B.; MILAGRES, M. P; GONÇALVES, A. C. A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: açai (*Euterpe oleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dubia*), cajá (*Spondia lutea* L.) and umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, Great Britian, v. 44, n. 4, p. 1988-1996, 2011.

VITOUSEK, P. M.; SANFORD, R. L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 17, p. 137-167, Nov. 1986.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: **Nutrição mineral de plantas**. FERNANDES, M. S. (editor). Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. 432 p.

WANG, X.; CHEN, Q.; LU, X. Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water. **Food Hydrocolloids**, v. 38, p.129-137. 2014

YEMN, E. W; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v.57. p.505-514, 1954.