

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E QUÍMICA DE
FRUTOS DE TAPEREBÁ (*Spondias mombin* L.) COLETADOS EM
ITACOATIARA - AM

SILVIO GONZAGA FILHO

ITACOATIARA-AM
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS

SILVIO GONZAGA FILHO

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E QUÍMICA DE
FRUTOS DE TAPEREBÁ (*Spondias mombin* L.) COLETADOS EM
ITACOATIARA - AM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Desenvolvimento Científico e Tecnológico para Recursos Amazônicos.

ORIENTADORA: Dra. Fernanda Fatima Caniato

ITACOATIARA- AM
2018

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G642c Gonzaga Filho, Silvio
Caracterização morfológica e química de frutos de Taperebá
(Spondias mombim L.) coletados em Itacoatiara-AM. / Silvio
Gonzaga Filho. 2018
55 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Fernanda Fatima Caniato
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos
Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Região Amazônica. 2. pré-melhoramento. 3. diversidade. 4.
análise multivariada. I. Caniato, Fernanda Fatima II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

SILVIO GONZAGA FILHO

Caracterização morfológica e química de frutos de taperebá
(*Spondias mombin* L.) coletados em Itacoatiara-AM.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Recursos Amazônicos.

Aprovado em 12 de julho de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Fernanda F. Caniato

Dra. Fernanda Fátima Caniato, Presidente
PPGCTRA-Universidade Federal do Amazonas

Demosthenes

Dra. Liane Cristine Rebouças Demosthenes
Universidade Federal do Amazonas

Carla Eloiza Bavose Campos Seabra

Dra. Carla Eloiza Bavose Campos Seabra
Universidade Federal do Amazonas

DEDICATÓRIA

À minha mãe Edith Rodrigues
Gonzaga e ao meu pai Silvio Pedro da
Silva Gonzaga (*in memoriam*) pelo
amor e ensinamentos para a vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus pela vida, força, saúde ao longo dessa jornada, pois a Sua ajuda, permissão e benevolência permitiram a concretização desse sonho.

Aos meus familiares pelo apoio emocional, paciência e encorajamento de nunca desistir dos meus sonhos.

À minha esposa Karine Nunes Queiroz pela paciência das inúmeras ausências durante o trajeto para a pesquisa.

À minha orientadora professora Dra. Fernanda Fatima Caniato pelo encorajamento, companheirismo, excelentes orientações e conselhos profissionais que foram a chave para a realização desse difícil trabalho, contribuindo significativamente para meu crescimento profissional e pessoal.

Às minhas grandes e companheiras amigas Bruna Freitas de Azevedo e Patrícia Lima Queiroz que sempre estiveram comigo nos momentos felizes e mais difíceis deste trabalho, mostrando dedicação, empenho e apoiando a execução desta pesquisa, reconheço que sem elas essa pesquisa seria muito mais difícil de se concretizar.

À minha grande Amiga Tamara Höcherl pelo incentivo e por ter acreditado em meu potencial.

A todos os proprietários de terras que permitiram a coleta dos frutos dos taperebazeiros em suas propriedades.

A todos professores, amigos e colegas que de forma direta e indireta ajudaram-me a realizar esse sonho.

RESUMO

O interesse pelo cultivo de taperebazeiro em escala comercial vem crescendo ultimamente em todo o Brasil, principalmente, nas regiões Norte e Nordeste do país. Isso se deve à forte demanda e ao alto valor pela polpa do fruto. No município de Itacoatiara a extração da polpa é oriunda do extrativismo e contribui com a renda do produtor familiar. Apesar da importância da polpa do fruto do taperebazeiro, verifica-se pouca informação referente ao melhoramento genético desta espécie com características agroindustrial e agronômicas disponível ao produtor na região. Este trabalho teve o objetivo de estudar a caracterização morfométrica e química de frutos de taperebá, a fim de obter informações que serão úteis para iniciar os trabalhos de melhoramento de taperebazeiro na região, bem como na seleção de matrizes com características desejáveis pela indústria de polpa. Foram localizados 50 taperebazeiros distribuídos geograficamente e distante entre si no Município de Itacoatiara – AM, porém foram utilizados apenas 48 neste trabalho. Foi coletada uma triplicata de 12 frutos entre janeiro a abril de 2017 e janeiro a abril de 2018. As variáveis morfológicas foram: diâmetro polar do fruto (DPF) em mm, diâmetro polar do caroço (DPC) em mm, diâmetro equatorial do fruto (DEF) em mm, diâmetro equatorial do caroço (DEC) em mm, massa do fruto (MF) em g, massa do caroço (MC) em g, rendimento em polpa (RP) em %, pH da polpa, teor de sólidos solúveis expresso em °Brix (SS), acidez titulável em ácido orgânico (AT) em % e relação SS/TA. Todas as análises químicas foram feitas conforme procedimento descrito por Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A análise univariada de Skott Knott revelou aglomerados de taperebazeiros nas estações de 2017 e 2018, bem como grupos entre as anos. O padrão de correlação das variáveis morfométricas e químicas dos frutos foi repetido ao longo das estações de 2017 e 2018 ($r^2 = 0,95$, p-valor $< 2,2e^{-16}$). A dissimilaridade entre os taperebazeiros registrada pela distância de Mahalanobis não foi totalmente repetida nas estações de 2017 e 2018 ($r^2 = 0,45$, valor de p $< 2,2e^{-16}$) resultando em alguns grupos diferentes de taperebazeiros que foi esperada devido a interação significativa detectada pela ANOVA. No entanto, mais investigações são necessárias para abordar a influência de fatores climáticos na interação observada.

Palavras – chaves: Região Amazônica, pré - melhoramento, diversidade, análise multivariada

ABSTRACT

The interest in the growing of yellow mombim trees in commercial scale has been growing in Brazil, mainly in the North and Northeast regions of the country. This is due to the strong demand and the high value for the pulp of the fruit. In Itacoatiara, pulp extraction originates from extractivism and contributes to the income of the small farmers. Despite of the importance of the pulp of yellow mombim fruit, there is few studies about genetic breeding of this species focus on agronomic and agrindustrial traits for this region. The objective of this work was to study the morphometric and chemical characterization of yellow mombim fruits in order to obtain information that will be useful to initiate the breeding work of yellow mombim, as well as in the selection of matrices with desirable traits by the pulp industry. Fifty yellow mombim trees geographically distant were located in Itacoatiara - AM, but only 48 were used in this study. A triplicate of 12 fruits was collected between January to April of 2017 and January to April of 2018 and the following morphological and chemical variables were measured: Polar fruit diameter (PFD, in mm); Polar seed diameter (PSD, in mm); equatorial fruit diameter (EFD, in mm); equatorial seed diameter (ESD, in mm); fruit weight (FW, in g); seed weight (SW, in g); pulp yield (PY, in %). Potential of Hydrogen (pH, in pH units); soluble solids (SS, in °Brix); titrable acidity (TA, in % in citric acid); soluble solids/ titrable acidity (SS/TA, in ratio). All chemical analyzes were performed according to the procedure described by Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). The univariate Skott Knott analysis revealed clusters of yellow mombim trees within 2017 and 2018 seasons as well as clusters of seasons. The correlation pattern of morphometric and fruit chemical variables were repeated across 2017 and 2018 seasons ($r^2 = 0.95$, p-value $< 2.2e^{-16}$). The dissimilarity among yellow mombim recorded by Mahalanobis distance were not fully repeated across 2017 and 2018 seasons ($r^2 = 0.45$, p-value $< 2.2e^{-16}$) resulting in some different clusters of yellow mombim in across season, that was expected due the significant interaction detected by ANOVA. However, further investigation is needed to address the influence of climatic factors on observed interaction.

Keywords: Amazon region, prebreeding, diversity, multivariate analysis.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	9
2.REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Importância Socioeconômica	12
2.2. Classificação e Descrição Botânica.....	13
2.4. Polinização	16
2.5. Sistema Reprodutivo	17
2.6. Origem e Domesticação	18
2.7. Variabilidade Genética.....	19
3.OBJETIVOS	20
3.1. Objetivo geral.....	20
3.2. Objetivos específicos.....	20
4. Morphometric and chemical characterization yellow mombin (<i>Spondias mombin</i> L.) fruits collected in Itacoatiara – AM.	21
REFERÊNCIAS	51

1.INTRODUÇÃO

A Amazônia Brasileira expressa uma grande diversidade de espécies frutíferas, relativamente bem conhecidas botanicamente, porém as características agronômicas e agroindustriais são pouco estudadas (CARVALHO; MÜLLER, 2005). As regiões brasileiras que concentram maior biodiversidade frutíferas são as regiões Norte e Nordeste do país, dentre uma infinidade de frutos tropicais encontrados, chama-se a atenção para o cajá (MATTIETO *et al*, 2010) ou taperebazeiro.

O taperebazeiro (*Spondias mombin* L.) pertence ao gênero *Spondias*, da família Anacardiaceae (SHAW; FORMAN, 1967), que é composta por 18 espécies (LIMA *et al*, 2016). O taperebazeiro, que no Brasil é popularmente conhecido como cajá, cajá mirim, é uma árvore frutífera originária da região tropical das Américas (SACRAMENTO; SOUZA, 2009). Pelo seu valor alimentício foi introduzida em partes da África, Índia e Indonésia (OBI-EGBEDI *et al*, 2012).

A literatura reporta algumas utilizações do taperebazeiro. A árvore tem sido utilizada na arborização urbana no estado de Roraima (NETO *et al*, 2016) e na cidade de Manaus (MAGALHÃES *et al*, 2013). Devido ao seu elevado porte, tem sido utilizada pelos produtores de cacau do Espírito Santo, para o sombreamento dos cacauzeiros no sistema conhecido como cabruca (SILVA *et al*, 2014).

O taperebazeiro tem o fruto apreciado em várias partes do Brasil pelo seu aroma e seu sabor agradável e exótico, aliados às boas características para a indústria (OLIVEIRA *et al*., 2014). Os frutos são consumidos *in natura* ou utilizados na confecção de polpas, sucos, geleias, néctares e sorvetes, de excelente qualidade e alto valor comercial, o que torna viável a exploração (SACRAMENTO; SOUZA, 2009), despertando o interesse pela sua polpa em todo o país (OLIVEIRA *et al*, 2014).

Os frutos funcionam como antioxidantes naturais e protegem contra doenças crônicas degenerativas (MALDONADO-ASTUDILLO *et al*, 2014). Além disso, as folhas e as cascas são tradicionalmente usadas de várias maneiras para uma variedade de doenças (OLA-DABVIES *et al*, 2014). As folhas maceradas são utilizadas no tratamento de diarreias (LEMOS *et al*, 2016). Já a casca, ela é relatada para reduzir a inflamação, aliviar a dor, reduzir os espasmos, matar fungos, matar bactérias, curar erupções cutâneas, curar feridas e parar o sangramento (OLA-DABVIES *et al*, 2014).

O cultivo do taperebazeiro dentro dos modelos agronômicos modernos requer a identificação de materiais propagativos que apresentem elevada capacidade produtiva e características melhoradas de qualidade dos seus frutos (CARVALHO *et al*, 2011). Com isso verifica-se a necessidade de estudos de variabilidade de taperebazeiros para as características dos frutos, a fim de encontrar boas características agronômicas e agroindustriais para o melhoramento da espécie.

Alguns estudos para características dos frutos têm reportado variabilidade de taperebazeiros: No Norte do Espírito Santo, com 14 genótipos, foram encontrados variabilidade genética e divergência genética entre os acessos de taperebazeiros. As características que mais contribuíram para a divergência genética foram acidez total titulável (33,33%), peso de polpa (28,68%) e o diâmetro polar (9,80%) (SILVA *et al*, 2014).

Em Teresina – PI, foi verificada a variabilidade morfológica e química dos frutos mediante a coleta de 14 genótipos de taperebá. O peso dos frutos apresentou média geral de 9,9 g, com mínimo 5,7 g e máximo de 16,5 g; a média do comprimento do fruto foi de 33,7 mm, com variação de 29,5 a 39,8 mm; o diâmetro apresentou média de 23,5 mm e amplitude de 18,3 a 26,8 mm; o rendimento de polpa obteve uma média de 72,6%, com variação de 69,7% a 77,5% (SOARES *et al*, 2006). Para o teor de sólidos solúveis (SS), o valor médio foi de 14,1° BRIX, com variação de 11,2° BRIX e 16,3° BRIX; os valores encontrados para

acidez titulável em média variaram de 0,9 a 2,6%, com média de 1,6%. Quanto à relação SS/AT, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT), a média obtida foi de 10,5, com variação de 4,9 a 16,7, os genótipo ZL2 (16,7%), ZL11 (15,8%) e ZLU1 (15,0%) se destacaram, em contrapartida os genótipos FS2 (4,9%), FS3 (5,3%) e LA2 (5,4%) apresentaram baixas relação de SS/AT (SOARES *et al*, 2006).

Em Itacoatiara, a exploração do taperebazeiro segue a mesma tendência extrativista nacional e pouco se sabe sobre a variabilidade para as características dos frutos. Assim, este projeto teve como objetivo a caracterização morfométrica e química de frutos de taperebá, a fim de fornecer subsídios para iniciar pesquisas direcionadas ao interesse agroindustrial e para o melhoramento da espécie na região.

Os resultados da pesquisa serão apresentados em formato de artigo seguindo as normas da GMR (Genetics and Molecular Research, A2 nacional). Link para normas da revista: <https://www.geneticsmr.com/for-authors.html>.

2.REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância Socioeconômica

O taperebazeiro é uma frutífera nativa da Amazônia que tem sabor diferenciado por natureza e tem potencial comercial, todavia a maior parte da produção ainda é extrativista, manejadas ou cultivadas em sistemas agroflorestais (SANTANA, 2004). Os frutos maduros da espécie são consumidos *in natura* e a polpa extraída é utilizada na agroindústria para preparar sorvetes, bebidas frescas, gelatina e geléias (AYOKA *et al*, 2008; LORENZI, 2008). Na Amazônia, o fruto é usado principalmente para fazer vinho, vendido como “vinho de taperiba” (AYOKA *et al*, 2008). No Brasil, a polpa congelada é comercializada em todo o território nacional e o suco é apreciado em restaurantes e lanchonetes (MITCHELL; DALY, 2015). Nesse cenário comercial, os frutos destinados às agroindústrias de polpa vêm tendo participação positiva na fruticultura, principalmente, das regiões Norte e Nordeste (SACRAMENTO; SOUZA, 2009). Apesar do potencial econômico, a oferta do fruto é insuficiente (SACRAMENTO; SOUZA, 2009).

Pesquisas revelam os valores nutricionais e funcionais do fruto de taperebá. O fruto é muito rico em vitamina C (BORA *et al*, 1991; SILVA *et al*, 2009) e, ainda, possui elevados níveis de potássio, magnésio, fósforo, cobre, compostos fenólicos, antioxidantes e elevado valores de carotenoide, esses elementos e compostos podem estar associado à prevenção de várias doenças (TIBURSKI *et al*, 2011).

A polpa é ingrediente para a fabricação de novas bebidas para comercialização. A produção de suco de fruta estruturada mista de polpa de cajá e de goiaba obteve aceitação elevada, indicando potencial de consumo, sendo considerados produtos de conveniência e saudáveis, tendo em vista seus teores significativos de carotenóides totais (SILVA *et al*, 2009). O licor de taperebá apresenta uma alternativa viável para agregação de valor à fruta, pois poderá ser utilizado por agricultores familiares para o incremento da renda familiar,

minimizando as perdas pós-colheita (XISTO *et al*, 2015). A bebida fermentada de cajá é outro produto que obteve boa aceitação, podendo ser uma nova fonte de investimento às indústrias ou aos pequenos produtores (DIAS *et al*, 2003).

A espécie tem outras potencialidades de utilidades ao ser humano. É utilizado para cercas vivas em terras agrícolas (AYOKA *et al*, 2008; ADEDOKUN *et al*, 2010) e no sul da Bahia para sombrear cacauzeiros e servindo de quebra vento (CORRÊA, 1984; SAMBUICHI *et al*, 2012). Entretanto, a madeira é de baixa qualidade e raramente utilizada (AYOKA *et al*, 2008). O óleo essencial extraído das folhas é um produto promissor à fabricação de produto antimicrobiano e que pode abrir caminho ao desenvolvimento sustentável, mantendo as pessoas no local de origem, preservando e reflorestando a espécie (LIMA *et al*, 2016). Outra finalidade é o uso do exsudado da planta, que é uma goma, como cola em carpintarias (DUARTE; PAULL, 2015).

O potencial medicinal e a importância socioeconômica de outras partes da planta como folhas, cascas e raízes também são relatados (ADEDOKUN *et al*, 2010). Os extratos de *S. mombin* e *F. exasperata* foram capazes de aliviar a úlcera gástrica (SABIU *et al*, 2015). O extrato de *S. mombin* e *Cola acuminata* tiveram efeito protetor contra o déficit de memória, podendo ser atribuído as suas propriedades antioxidantes, tornando-o um potencial agente fitoterapêutico no tratamento de Alzheimer (ISHOLA *et al*, 2017). Isso torna o extrato de taperebá um potencial como fonte de novas drogas, parecendo justificar parte de seus principais usos populares na medicina tradicional (CABRAL *et al*, 2016).

2.2.Classificação e Descrição Botânica

O taperebazeiro (*S. mombin* L.), sinonímia botânica (*Spondias lutea* L. *Spondias myrobalanus* L. e *Spondias aurantiaca* Schumach. & Thonn) (LORENZI, 2008), é uma frutífera do gênero *Spondias*, que possui aproximadamente 18 espécies nativas na América tropical, Ásia e Madagascar, pertencente à família Anarcadiaceae (MITCHELL;

DALY, 2015). A espécie está dispersa notadamente na Amazônia e na Mata Atlântica (DUCKE, 1946; SOUZA *et al*, 2000; SACRAMENTO; SOUZA, 2009). No Brasil, em diferentes regiões, o taperebazeiro recebe diferentes nomes comuns, taperibá, cajazeiro, cajá-pequeno, cajazeiro-miúdo, cajá-mirim, acaíba, acajá, acajaíba, imbuzeiro, sendo encontrada principalmente nas regiões Norte e Nordeste (LORENZI, 2008; SACRAMENTO; SOUZA, 2009; OLIVEIRA NETO *et al*, 2015).

A espécie é uma árvore frondosa, de caule ereto, de 20 a 25 metros de altura, com tronco cilíndrico de 40 a 60 cm de diâmetro, revestido por casca acinzentada fendida (LORENZI, 2008). É perenifólia ou semidecídua, heliófita e seletiva higrófito, características da mata alta das várzeas de terra firme, também em formações secundárias; folhas alternas espiraladas, sem estípulas, compostas, geralmente, imparipinadas, com 7 – 9 folíolos ovóides a elípticos (LORENZI, 2008).

A frutífera apresenta flores hermafroditas, masculinas e femininas (LOZANO, 1986). Outrossim, estudos mais recentes registraram apenas flores hermafroditas e masculinas, sendo a planta considerada andromonoica (RAMOS, 2009; CARNEIRO; MARTINS, 2012). Essas flores são aromáticas, dispostas em grandes panículas terminais (CORRÊA, 1984), medem de 5 a 7 mm de comprimento, de cor verde, com a porção livre muito pequena e triangular 5 partidas; as 5 pétalas são brancas, ovóides, e o ápice é agudo (JUSTINIANO *et al*, 2001). O fruto é uma drupa, ovóide para oblongo, de 2,5 a 3 cm de comprimento, possuindo um exocarpo fino, cor amarelo alaranjada, e um mesocarpo carnudo que envolve a semente resistente, fibrosa e não comestível (CROAT, 1974b).

2.3. Floração e Frutificação

Estudo realizado com clones de cajazeira cultivados na Chapada do Apodi, Ceará, os autores observaram que as primeiras plantas entraram na fase reprodutiva aos 36 meses de

idade, sendo que somente a partir dos 62 meses de idade todos os clones apresentaram plantas na fase reprodutiva (SOUZA *et al*, 2012).

A fenofase do taperebazeiro na planta adulta varia de acordo com as diferentes regiões e fatores climáticos (FREITAS *et al*, 2010; KIILL, 2013). A espécie floresce quase simultaneamente com a brotação das folhas (JUSTINIANO *et al*, 2001). Nas Antilhas, a espécie floresce principalmente do inverno até ao verão (FRANCIS, 1992). No México, inicia-se em fevereiro e termina em abril e a maturação dos frutos vai de março a junho (LASCURAIN *et al*, 2010). No Panamá, após a renovação das folhas durante no começo da estação seca (dezembro e janeiro), inicia-se a floração que persiste de março a junho e os frutos amadurecem de julho a outubro, com pico de maturação em agosto e setembro (CROAT, 1974a).

Em alguns países da América do Sul, como no Brasil, geralmente, a floração ocorre a partir de agosto junto com o surgimento da nova folhagem, até dezembro e os frutos amadurecem de outubro a janeiro (LORENZI, 2008), mas isso pode variar com o clima da região do país. Na Bolívia, floresce de outubro a novembro e frutifica de fevereiro a março (MOLINA, 2014). Nas proximidades das zonas da linha do Equador a espécie pode produzir duas florações ao ano, visto que nestas áreas existem dois períodos secos seguidos por períodos chuvosos (JUSTINIANO *et al.*, 2001).

Apesar de Lorenzi (2008) registrar a floração e frutificação no Brasil, no entanto em virtude das características climáticas de cada região, ocorrem variações nessas épocas como citado baixo. Na região Nordeste, no estado de Pernambuco, a floração tem seu pico nos meses de novembro e dezembro, com frutificação na estação chuvosa, tendo o início janeiro a março (KIILL, 2013). Na região Norte, no município de Santana, no estado do Amapá, a floração foi observada nos meses de setembro a outubro, correspondendo à época de seca na região; já a frutificação persistiu de novembro a março, iniciando a primeira fase

no mês do período chuvoso e a fase final no período seco (FREITAS *et al*, 2010). Os autores nesse trabalho apontam que o principal regulador da sincronização da floração com uma determinada época do ano pode estar relacionada com a sazonalidade climática.

Em Santo Antonio do Tauá, Pará, (RAMOS, 2009) registrou que a floração ocorre nos meses de julho a janeiro, com pico nos meses de agosto e setembro, apresentando indivíduos com poucas flores nos meses de dezembro e janeiro depois da mudança das folhas. A população apresentou floração simultânea entre os indivíduos, com duração aproximada de sete meses, período que corresponde à estação seca na área de estudo (RAMOS, 2009). A frutificação iniciou-se em setembro, estendendo-se até abril, com o pico de frutificação ocorrendo nos meses de janeiro e fevereiro, período em que a maioria dos frutos atingiu a maturação, correspondendo ao início do período chuvoso na região (RAMOS, 2009).

No município de Santa Bárbara, Pará, a intensidade da floração ocorre nos meses de agosto a novembro, período mais seco do ano e a frutificação ocorre entre novembro e fevereiro (RODRIGUES *et al*, 2015).

2.4. Polinização

O taperebazeiro é polinizado primordialmente por insetos (JUSTINIANO *et al*, 2001) e, devido às características das flores, por via anemófila (LOZANO, 1986). É uma árvore de floração síncrona com flores noturnas deiscentes que produzem bastante pólen e atraem espécies de abelhas noturnas e diurnas (CARNEIRO; MARTINS, 2012). A oferta de pólen em abundância e o forte aroma adocicado exalado durante a abertura em massa das flores são os principais mecanismos de atração observados aos visitantes nas flores do taperebazeiro (RAMOS, 2009).

Dentre os insetos, as abelhas são consideradas as principais polinizadoras, tendo em vista a capacidade de visitar um grande número de flores (CARNEIRO; MARTINS, 2012). Ramos (2009) relatou que as abelhas *Apis mellifera*, *Tetragona goettei* e *Trigona hyalinata*

apresentaram maior frequência, sugerindo que são os principais polinizadores, devido às características dos seus comportamentos em que tocam as partes reprodutivas das flores. A espécie *A. Mellifera* foi considerada polinizadora secundária, quando comparadas às *Tetragona goettei* e *Trigona hyalinata* (RAMOS, 2009). Por outro lado, um estudo feito no estado do Ceará, a abelha *A. Mellifera* foi a única espécie que atendeu os requisitos de polinização no taperebazeiro, devido ao seu comportamento no forrageio, abundância e frequência de visitas às flores, apresentando potencial para uso como polinizador, maximizando a produção de frutos (OLIVEIRA *et al.*, 2012). No estado da Paraíba, a *A. Mellifera* também foi considerada como polinizadora efetiva do taperebazeiro juntamente com a *Scaptotrigona aff. Tubida* devido à abundância e à habilidade de visitarem um número considerável de flores (CARNEIRO; MARTINS, 2012).

2.5. Sistema Reprodutivo

O taperebazeiro apresenta no seu sistema sexual autoincompatibilidade, por isso depende de polinizadores para frutificar (CARNEIRO; MARTINS, 2012), obrigatoriamente xenogâmica (RAMOS, 2009; VENTURIERI; VENTURIERI, 2010), podendo ser também um sistema misto de polinização (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Ramos (2009) avaliou o teste de receptividade do estigma e observou que o estigma está receptivo cerca de uma hora após a abertura da flor, o que caracteriza protandria na espécie, isto é, depende necessariamente da polinização cruzada para alcançar sucesso reprodutivo.

No Estado da Paraíba, (CARNEIRO; MARTINS, 2012) estudando a polinização por abelhas, observaram que o vingamento de frutos é maior em tratamento de polinização cruzada em plantas não clones quando comparadas ao tratamento de polinização cruzada em plantas clones e, no tratamento de polinização aberta, porém a taxa de sobrevivência foi significativamente maior no tratamento de polinização aberta, tendo em vista a superioridade

do número de frutos maduros absolutos, sendo seguido pelo tratamento de plantas não clones e, por último, o tratamento de plantas clones.

O taperebazeiro não apresenta apomixia e o vento é um aliado na polinização, trazendo pólen de outras panículas, ou transferindo-o entre flores da mesma panícula ou dentro da própria flor, isso só é possível porque o taperebazeiro aceita o próprio pólen necessitando apenas de um agente polinizador (OLIVEIRA *et al*, 2012).

2.6. Origem e Domesticação

O taperebazeiro (*Spondias mombin* L.) foi descrito por Linnaeus em 1753. É uma espécie frutífera amplamente cultivada nos trópicos úmidos (MITCHELL; DALY, 2015), mas é nativa da América Tropical (CROAT, 1974a), principalmente de florestas úmidas, indo do sul do México ao sudeste do Brasil, podendo ser originário do leste do Brasil (MITCHELL; DALY, 2015).

As espécies nativas da Amazônia de interesse agrícola vêm sofrendo o processo de domesticação e melhoramento de plantas pelos agricultores tradicionais de forma inconsciente, cuja prática é uma herança cultural de seus antepassados (NODA, 2009). Na Amazônia, Clement (1999) relata que a *S. mombin* é uma espécie semidomesticada, isto é, apresenta uma população modificada de forma significativa pela seleção e intervenção humana (no mínimo ocorrendo numa paisagem manejada), cujo fenótipo médio provavelmente extrapola a variação encontrada na população silvestre para os caracteres sujeitos à seleção.

Entre as espécies indicadoras da biodiversidade de Terra Preta de índio, encontra-se o taperebazeiro, isso significa que a espécie está no processo de domesticação (JUNQUEIRA *et al*, 2011), visto que os solos antropogênicos são classificados como produto da domesticação de paisagem (ERICKSON, 2008).

2.7. Variabilidade Genética

Estudos sobre a diversidade genética e o nível de diferenciação genética entre as populações das espécies são essenciais para definir os estoques genéticos e subsidiar políticas de exploração e manejo desses recursos, bem como para traçar estratégias de conservação em escalas regional e geográfica, além de manter a capacidade natural de responder às mudanças climáticas e a todos os tipos de estresses bióticos e abióticos (CRUZ *et al*, 2011). Além disso, o conhecimento e a organização da variabilidade genética de qualquer espécie vegetal também é uma ferramenta importante para a exploração extrativista, para a conservação genética e para o melhoramento genético da espécie (MAGALHÃES *et al*, 2013).

Estudos em nível molecular têm mostrado diversidade entre os taperebazeiros. Em Manaus, Amazonas, estudando a diversidade entre e dentro de populações, observou-se variabilidades genéticas de 52,8% entre as populações e 47,2% entre os indivíduos nas populações analisadas, indicando que a distribuição da diversidade genética é maior entre as populações que dentro das populações, sendo necessário para a conservação genética das espécies unirem os indivíduos de todas as populações (MAGALHÃES *et al*, 2013).

No estado do Mato Grosso, em três regiões geográficas, foi relatado 22,62% da variância total entre as populações e 77,38% dentro das populações, demonstrando que a diversidade genética é maior dentro das populações que entre as populações nos indivíduos estudados e que as populações com maior similaridade genética foram as mais próximas geograficamente, concluindo que há variabilidade genética em ambas as populações e que nenhum indivíduo foi considerado muito próximo ou idêntico, e que as populações podem representar fontes de genótipo para bancos de germoplasmas e para futuras plantações comerciais frutíferas de *S. mombin* (SILVA *et al*, 2017).

3.OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Caracterizar a variabilidade morfológica e química de frutos de taperebá, a fim de identificar árvores com bons atributos de interesse agroindustrial.

3.2. Objetivos específicos

-Averiguar a variabilidade morfológica e químicas dos frutos entre os taperebazeiros e entre as épocas de coletas (anos);

-Verificar se houve a interação entre taperebazeiros e épocas de coletas (anos);

- Gerar informações para fins de melhoramento da espécie.

4. Morphometric and chemical characterization yellow mombin (*Spondias mombin* L.) fruits collected in Itacoatiara – AM.

S. Gonzaga Filho¹, B.F. Azevedo¹, P.L. Queiroz¹, J.S. Sousa¹, L.C.R. Demosthenes¹, F.F. Caniato¹

¹Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Itacoatiara, AM, Brasil.

Corresponding author: F.F. Caniato

e-mail: fernanda_f_caniato@ufam.edu.br

ABSTRACT

Morphometric and chemical fruit characterization of 48 yellow mombin trees (*Spondias mombin* L.) was conducted during two consecutive harvested seasons (2017 and 2018) with the goal to provide information to breeding research in Itacoatiara – AM. Significance of yellow mombin and season were detected to all morphometric and fruit chemical variables as well as interaction between yellow mombin and seasons. The univariate Skott Knott analysis revealed clusters of yellow mombin trees within 2017 and 2018 seasons as well as clusters of seasons. The correlation pattern of morphometric and fruit chemical variables were repeated across 2017 and 2018 seasons ($r^2 = 0.95$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$). The dissimilarity among yellow mombin recorded by Mahalanobis distance were not fully repeated across 2017 and 2018 seasons ($r^2 = 0.45$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$) resulting in some different clusters of yellow mombin in 2017 and 2018, respectively. The main hypothesis for observed disturbance among clusters of two seasons may be the significant interaction detected by ANOVA. However, further investigation is needed to address the role of environmental factors on observed interaction.

Key words: Amazon Region, pre-breeding, diversity, multivariate analysis

INTRODUCTION

The Anacardiaceae family holds approximately 70 genus and 650 species (The Plant List, 2010). Eighth of these species belongs to genus *Spondias*: *Spondias dulcis* (Parkinson,

1773), *Spondias lakonensis* (Pierre, 1898), *Spondias mombin* (Linnaeus, 1753), *Spondias pinnata* (Kurz, 1875), *Spondias purpurea* (Linnaeus, 1762), *Spondias radlkoferi* (Donnell, 1891), *Spondias venulosa* (Engler, 1883). *Spondias mombin*, popularly known as yellow mombin is a fructiferous tree widespread to rainforest across the world (Orwa et al., 2009). In Brazil it is mainly found in the north and northeast regions where received the local names of “Taperebá” or “Cajá”.

Different parts of the yellow mombin tree have their use described on folk medicine and as human food. Decoction of root as purgative, bark as remedy for diarrhea, dysentery, hemorrhoids and a treatment for gonorrhoea. Gums as expectorant and to expel tapeworm. Tea of leaves and flowers relieves stomachache, biliousness, inflammation. Decoction of the young leaves is a remedy for diarrhea and dysentery. Juice of fruit as diuretic and febrifuge. Tea of flower relieves stomachache, biliousness, urethritis, cystitis and eye and throat inflammation (Ayoka et al., 2008). As human food, the fruits may be eaten fresh or appreciated in processed products such jellies, drinks and ice cream.

The yellow mombin fruits are ovoid or ellipsoid dupre with diameter of 3-4cm long per 2-2.5cm width. The mesocarp is yellow or orange with a thin skin surrounding it (Chisom et al., 2014). Overall, the fruits produce a small amount of pulp in relation to total fruit volume. Chemical composition analysis carried out on yellow mombin pulp revealed antioxidant activity of 7.5 mmol TEAC g⁻¹ and total phenolic content of 260 mg galic acid/100 mg both considered higher than values described for pineapple, papaya, umbu, soursop, sapodilla. Presence of the carotenoids β -criptoxanthin, lutein, zeinoxanthin, α -carotene and β -carotene. Proportionally, the β -criptoxanthin represent the majority of carotenoids content of yellow mombin pulp, which accounting for high levels of pro- vitamim A acitivity in the pulp (Tiburski et al., 2011).

The commercial exploration of yellow mombin fruits does not occur under intensive agriculture model but mainly collected in areas of natural occurrence. In this context, efforts to better understand its propagation, field management and breeding should be addressed. Some pre-breeding studies driven to morphological and chemical characterization of yellow mombin fruits in different regions of Brazil has revealed phenotypic variations (Pinto et al., 2003; Soares et al., 2006; Silva et al., 2014). Diversity of yellow mombin have been also explored at molecular level (Magalhães et al., 2013; Gois et al., 2014; Silva et al., 2017). These previous results reveal opportunities to be explored by breeding of yellow mombin.

This work has the goal investigate the morphological and chemical characterization of fruits of 50 yellow mombin trees in Itacoatiara -AM during two consecutive harvest seasons (2017 and 2018) with the purpose to provide information to breeding in this region.

MATERIAL AND METHODS

Sample collection

Fifty yellow mombin trees located in urban and rural areas in Itacoatiara (state of Amazonas, Brazil) were subject to morphometric and chemical characterization. The 50 yellow mombin accessions were georeferenced as in Figure 1. Permission to collect the yellow mombin fruits were granted by the landowner. The yellow mombin trees sampled were named with letter T, referring to local name of yellow mombin tree, “Taperebá”, followed by numbers from 1 to 50, in referring to the sampling order. Fruits were sampled for two consecutive harvests seasons from January to April of 2017 (2017 season) and from January to April of 2018 (2018 season). A total of thirty-six fruits were sampled per tree. Fruits were collected on the ground observing the absence of damage and ripeness. The fruits were maintained in a thermal container and transported to laboratory to carry out morphometric and chemical measures. Analysis was performed in triplicate.

Morphometric measures:

The following morphometric fruit variables were measured for each yellow mombin tree: ***Polar Fruit Diameter*** (PFD, in mm): The polar diameter of each fruit was measured with a digital caliper (precision $\pm 0.001\text{mm}$). The caliper jaws were positioned on the polar region of the fruit. ***Polar Seed Diameter*** (PSD, in mm): The polar diameter of each seed was measured with a digital caliper (precision $\pm 0.001\text{mm}$). The caliper jaws were positioned on the polar region of the seed. The reading values were obtained in millimeter (mm). ***Equatorial Fruit Diameter*** (EFD, in mm): The equatorial diameter of each fruit was measured with a digital caliper (precision $\pm 0.001\text{mm}$). The caliper jaws were positioned on the equatorial region of the yellow mombin fruit. ***Equatorial Seed Diameter*** (ESD, in mm): The equatorial diameter of each seed was measured with a digital caliper (precision $\pm 0.001\text{mm}$). The caliper jaws were positioned on the equatorial region of the seed. The reading values were obtained in millimeter (mm). ***Fruit Weight*** (FW, in g): each fruit was weighted on an analytical scale (precision $\pm 0.001\text{g}$). ***Seed Weight*** (SW, in g): each seed was weighted on an analytical scale (precision $\pm 0.001\text{g}$). The reading values were obtained in grams (g). ***Pulp Yield*** (PY, in %): The weight of each individual fruit was recorded (FW) followed by manual deseeded. After that, the weight of the seed (SW) was also measured individually. The results were filled on the equation 1, to obtain the values of PY.

$$\text{PY (\%)} = ((\text{FW}-\text{SW})/\text{FW}) \times 100 \quad (\text{Equation 1})$$

Chemical measures:

A pooled pulp was obtained during the deseeded step for each yellow mombin tree: It consisted of a mixture of pulp of the 36 fruits per accession, which was used to measure the chemical variables as follow: ***Hydrogen Potential*** (pH, in pH units): the pH was recorded by pHmeter KASVI (K39-2104B) previously calibrated with standard solutions of pH 4 and 7. Diluting 10g of pooled pulp in 100 mL of distilled water (Zenebon et al., 2008). ***Soluble***

Solids (SS, in °Brix); Soluble Solids was determined by refractometry using portable refractometer Quimis (Q667A1) using one drop of the pooled pulp (Zenebon et al., 2008).

Titration Acidity (TA, in % citric acid): Titration acidity was determined by volumetric method using phenolphthalein as indicator. Five grams of the pooled pulp was diluted in 50 mL distilled water. Titration was performed using NaOH 0,1M (Zenebon et al., 2008). **Ratio**

SS/AT (ratio SS/AT): Ratio was obtained dividing the values of Soluble Solids (SS) by Titration Acidity (TA).

Data Analysis:

Each of morphometric and the chemical fruit variables were analyzed based on the following model:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + TS_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (\text{Equation 2})$$

where μ is the overall mean, T_i is the fixed effect of the i th yellow mombin tree, S_j is the fixed effect of the j th season, TS_{ij} is the fixed effect of the interaction between the i th yellow mombin tree and the j th season, and ε_{ijk} is the random effect of residuals. The model was fitted using the package stats v3.5.0 in R (The R Core Team, 2015).

Residual diagnostic plots were used to verify the independence of the residuals of the fitted models as well as to verify if the residuals of the fitted models were normally distributed. The Shapiro-Wilk test was also used to verify if the residuals of the fitted models were normally distributed.

Subsequently, homogenous clusters of yellow mombin tree within each season was identified for morphometric and chemical variables using the package Scott Knott v1.2.7 in R (Jelihovschi et al., 2014).

Pearson correlation coefficient was used to measure the strength of association between all pairs of morphometric and chemical variables for the 2017 season and then for the 2018 season. Significance of correlation was tested with Student's t-test. Subsequently, to

measure the repeatability of the pairwise of correlation matrix across seasons, the Pearson correlation coefficient was obtained, and its significance was tested with Student's t-test.

A dissimilarity matrix based on Mahalanobis distance (Mahalanobis, 1936) was obtained for all pairwise of yellow mombin using the package biotools v3.1 in R (Silva et al., 2017). The generated matrix was submitted to the UPGMA method (Sneath and Sokal, 1973) using the package ade4 v1.7-11 in R (Chessel et al., 2004; Dray and Dufour, 2007; Dray et al., 2007). Additionally, to measure the repeatability of Mahalanobis dissimilarity matrix across seasons, the Pearson correlation coefficient was obtained, and its significance was tested with Student's t-test.

RESULTS AND DISCUSSION

Fifty yellow mombin trees were sampled during the 2017 season. However, the sampling window was missed for two yellow mombin trees (T15 and T28) during 2018 season leading to a reduction to yellow mombin panel to 48 trees.

To eliminate the influence of scale, all variables were Z-corrected by subtracting of each individual observation its average and then dividing by its standard deviation. The diagnostic plot performed to each Z-corrected variable indicated independence of residual for PFD (Figure 2a and 2b), PSD (Figure 2d and 2e), EFD (Figure 3a and 3b), ESD (Figure 3d and 3e), FW (Figure 4a and 4b), SW (Figure 4d and 4e), PY (Figure 5a and 5b), pH (Figure 6a and 6b), TA (Figure 6d and 4e), SS (Figure 7a and 7b) and ratio SS/TA (Figure 7d and 7e) as well as normal distribution of residuals for PFD ($W = 0.99559$, $p\text{-value} = 0.5918$, Figure 3c), PSD ($W = 0.99551$, $p\text{-value} = 0.5746$, Figure 2f), EFD ($W = 0.9922$, $p\text{-value} = 0.1345$, Figure 3c), ESD ($W = 0.99307$, $p\text{-value} = 0.2041$, Figure 3f), FW ($W = 0.99449$, $p\text{-value} = 0.3862$, Figure 4c), SW ($W = 0.99344$, $p\text{-value} = 0.2426$, Figure 4f) and PY ($W = 0.99089$, $p\text{-value} = 0.07079$, Figure 5c), whereas departure of normal distribution of residuals were not observed for pH ($W = 0.94505$, $p\text{-value} = 6.783e^{-09}$, Figure 6c), TA ($W = 0.97607$, $p\text{-value} =$

$9.53e^{-05}$, Figure 6f), SS ($W = 0.91356$, $p\text{-value} = 7.91e^{-12}$, Figure 7c) and ratio SS/TA ($W = 0.95253$, $p\text{-value} = 4.748e^{-08}$, Figure 7f).

Significant interactions between yellow mombin trees and seasons were observed for all morphometric and chemical variables: FW ($F = 2.967$, $p\text{-value} < 8.346e^{-08}$), SW ($F = 4.6097$, $p\text{-value} < 2.435e^{-14}$), PFD ($F = 4.0719$, $p\text{-value} < 2.984e^{-12}$), PSD ($F = 4.7250$, $p\text{-value} < 8.857e^{-15}$), EFD ($F = 2.3714$, $p\text{-value} < 2.104e^{-05}$), ESD ($F = 4.6842$, $p\text{-value} < 1.266e^{-14}$), PY ($F = 8.7676$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$), pH ($F = 6.0219$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$), TA ($F = 8.0753$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$), SS ($F = 11.4884$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$) and ratio SS/TA ($F = 5.5418$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$) (Table 1). It means that the effect of yellow mombin trees and seasons should not be investigated individually.

For the morphological fruit variables, the Scott Knott clustering procedure revealed nine groups based on PFD during 2017 (mean = 36.98mm and minimum/maximum of 27.28 and 47.47mm, respectively) and nine groups during 2018 (mean = 36.46mm and minimum/maximum of 28.78 and 48.06mm, respectively) as well as 14 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for PFD. Ten groups based on PSD during 2017 (mean = 30.26mm and minimum/maximum of 22.29 and 38.64mm, respectively) and eight groups during 2018 (mean = 30.05mm and minimum/maximum of 23.48 and 40.43mm, respectively) as well as 17 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for PSD. Nine groups based on EFD during 2017 (mean = 26.00mm and minimum/maximum of 19.35 and 31.49mm, respectively) and eight groups during 2018 (mean = 25.32mm and minimum/maximum of 18.68 and 30.09mm, respectively) as well as 14 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for EFD. Eight groups based on ESD during 2017 (mean = 18.35mm and minimum/maximum of 14.16 and 22.17mm, respectively) and seven groups during 2018 (mean = 18.37mm and minimum/maximum of 14.12 and 21.98mm, respectively) as well as 11 of 48 yellow mombin

revealed differences from one season to another for ESD. Eight groups based on FW during 2017 (mean = 13.87g and minimum/maximum of 6.52 and 23.28g, respectively) and eight groups during 2018 (mean = 12.38g and minimum/maximum of 6.04 and 22.78g, respectively) as well as 16 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for FW. Nine groups based on SW during 2017 (mean = 6.74g and minimum/maximum of 3.14 and 12.01g, respectively) and eight groups during 2018 (mean = 6.64g and minimum/maximum of 3.25 and 14.21 g, respectively) as well as 15 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for SW. Seven groups based on PY during 2017 (mean = 50.42% and minimum/maximum of 36.33 and 63.13%, respectively) and seven groups during 2018 (mean = 45.96% and minimum/maximum of 34.21 and 56.27%, respectively) as well as 31 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for PY (Table 2).

For the chemical fruit variables, the Scott Knott clustering procedure revealed four groups based on pH during 2017 (mean = 3.18 units of pH and minimum/maximum of 2.79 and 3.51 units of pH, respectively) and four groups during 2018 (mean = 2.96 units of pH and minimum/maximum of 2.48 and 3.60 units of pH, respectively) as well as 22 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for pH. Seven groups based on TA during 2017 (mean = 1.41% and minimum/maximum of 0.68 and 2.35%, respectively) and five groups during 2018 (mean = 1.22% and minimum/maximum of 0.57 and 1.84%, respectively) as well as 23 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for TA. Seven groups based on SS during 2017 (mean= 12.28 °Brix and minimum/maximum of 10 and 15.67 °Brix, respectively) and five groups during 2018 (mean= 12.30 °Brix and minimum/maximum of 9.67 and 15 °Brix, respectively) as well as 23 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for SS. Six groups based on SS/TA during 2017 (mean = 9.46 and minimum/maximum of 5.28 and 18.2, respectively) and

six groups during 2018 (mean = 10.76 and minimum/maximum of 6.36 and 17.43, respectively during 2018) as well as 18 of 48 yellow mombin revealed differences from one season to another for SS/TA (Table 3).

Phenotypic variation for morphometric and chemical fruit variables of yellow mombin have been target to investigation in different locations in Brazil: State of Piauí (Soares et al., 2006), State of Bahia (Pinto et al., 2003), both representing the northeast region of Brazil and State of Espírito Santo (Silva et al., 2014), representing the Southeast region of Brazil. Regarding to morphometric variables, the accessions from Itacoatiara exhibited similar performance compared to genotypes from State of Espírito Santo, which showed PFD (mean= 34.82mm and minimum/maximum 25.73 and 50.85mm, respectively), EFD (mean = 26.32mm and minimum/maximum 19.42 and 37mm, respectively), FW (mean = 14.39g and minimum/maximum 7.25 and 40.51g, respectively). Exception was observed for PY (mean = 58.68% and minimum/maximum 35.43 and 69.42%, respectively). The accessions from Itacoatiara yielded less pulp than those genotypes from State of Espírito Santo. In general, the accessions from Itacoatiara exhibited superior performance compared to the genotypes from State of Piauí: PFD (mean = 33.7mm, and minimum/maximum 29.5 and 39.8mm, respectively), EFD (mean = 23.5mm and minimum/maximum 18.3 to 26.8mm, respectively), FW (mean = 9.9g and minimum/maximum 5.7 and 16.5, respectively). Exception was observed for PY (mean = 72.6% and minimum/maximum 69.7 and 77.5%, respectively). The accessions from Itacoatiara yielded less pulp than those from State of Piauí. Additionally, the accessions from Itacoatiara showed pulp yield like genotypes from State of Bahia: PY (mean = 49.96% and minimum/maximum 27.42 and 61.84%, respectively).

Concerning to the chemical variables assessed, the Brazilian Legislation (Brasil, 2000) defines the minimum pattern of pH in units of pH of 2.2, SS in °Brix of 9.0, TA in percentage (%) of 0.9 and ratio SS/TA of 10. For pH and SS, all 48 yellow mombin fitted to minimum

pattern in both 2017 and 2018 seasons. For the TA, six and seven yellow mombin did not fit the minimum pattern of 0.9 % in the 2017 and 2018 seasons, respectively, and for the ratio SS/TA, 30 and 29 yellow mombin did not fit the minimum pattern of 10 in the 2017 and 2018 seasons, respectively.

Comparatively, the values of SS displayed by accessions from Itacoatiara were like the genotypes from State of Piauí (SS, mean= 14.1 °Brix and minimum/maximum of 11.2 and 16.3 °Brix, respectively), State of Bahia (SS, mean= 11.01 °Brix and minimum/maximum of 7.07 and 14 °Brix, respectively) and State of Espírito Santo (SS, mean= 11.39 °Brix and minimum/maximum of 9.4 and 14.08 °Brix, respectively). The values of Titrable Acidity displayed by the accessions from Itacoatiara were also like the genotypes from State of Piauí (TA, mean= 1.6% and minimum/maximum of 0.9 and 2.6%, respectively), State of Bahia (TA, mean= 1.06% and minimum/maximum of 0.58 and 1.75%, respectively) and State of Espírito Santo (TA, mean= 1.56% and minimum/maximum of 0.22 and 4.38%, respectively). Comparing the ratio SS/TA, the values exhibited by accession from Itacoatiara were like the values presented by genotypes from State of Piauí (ratio SS/TA, mean= 10.5 and minimum/maximum of 4.9 and 16.7, respectively), State of Bahia (SS/TA, mean= 11.03 and minimum/maximum of 7.3 and 21.3%, respectively). The accessions from State of Espírito Santo showed wide range of ratio SS/TA (SS/TA, mean= 18.52 and minimum/maximum of 3.12 and 59.82).

Studies of association between traits are important step to define breeding strategies. The correlation matrix between pairwise of morphometric and chemical fruit variables in both 2017 and 2018 seasons were highly correlated ($r^2 = 0.95$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$, Figure 8a), it means that no significant disturbance was detected between pairwise of correlation estimated in the 2017 and 2018. Overall, significant correlations were observed between morphometric fruit variables in 2017 and 2018, except for the pairs PFD-PY, PSD-PY, ESD-PY, FW-PY

and SW-PY (Table 4). The pair EFD-PY showed low and significant correlation in the 2017 ($r^2 = 0.323$, $p\text{-value} = 0.02503$) but not in the 2018 ($r^2 = 0.115$, $p\text{-value} = 0.4356$). Especial attention, on positive and high correlation displayed between PFD-PSD ($r^2 = 0.962$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$ and $r^2 = 0.970$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$ in 2017 and 2018, respectively), EFD-ESD ($r^2 = 0.82$, $p\text{-value} = 1.042e^{-12}$ and $r^2 = 0.865$, $p\text{-value} = 2.109e^{-15}$ in 2017 and 2018, respectively), FW-SW ($r^2 = 0.91$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$ and $r^2 = 0.926$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$ in 2017 and 2018, respectively). It means, the selection to increase size and weight of the fruits would lead on increase of size and weight of the seeds. As consequence, the most morphological variables were not correlated to pulp yield, except the weak but significant correlation between PY-EFD ($r^2 = 0.323$, $p\text{-value} = 0.02503$ in the 2017). However, this weak but significant pattern of correlation between PY-EFD was not repeated in the 2018 ($r^2 = 0.115$, $p\text{-value} = 0.4356$). Previous works on morphological attributes of yellow mombin fruits revealed significant correlation between FW-PFD ($r^2 = 0.77$), FW-EFD ($r^2 = 0.90$), FW-SW ($r^2 = 0.97$), PFD-EFD ($r^2 = 0.60$) PFD-SW ($r^2 = 0.75$) whereas no correlation was detected between pulp yield with either morphological measure of fruit (Soares et al., 2008).

Among chemical fruit variables, positive and significant correlation was observed for the pair SS-TA ($r^2 = 0.316$, $p\text{-value} = 0.02854$ and $r^2 = 0.367$, $p\text{-value} = 0.0103$ in 2017 and 2018, respectively), negative and significant correlation was observed for the pair TA-ratio SS/TA ($r^2 = -0.879$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$ and $r^2 = -0.922$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$ in 2017 and 2018, respectively) whereas the following pairs do not show significant correlation in 2017 and 2018, pH-TA ($r^2 = -0.649$, $p\text{-value} = 5.929e^{-07}$ and $r^2 = 0.083$, $p\text{-value} = 0.576$ in 2017 and 2018, respectively) and pH-ratio SS/TA ($r^2 = 0.551$, $p\text{-value} = 4.983e^{-05}$ and $r^2 = -0.0005$, $p\text{-value} = 0.9972$ in 2017 and 2018, respectively).

Multivariate analysis is an important statistical tool for identification of similar or closely related objects based on a set of shared attributes. In the current study, data generated

from 48 yellow mombin tree was used for construction of dendrogram to assess the relatedness among them. The Mahalanobis dissimilarity matrix between pairwise of yellow mombin trees based on morphological and fruit chemical variables generated in both 2017 and 2018 seasons displayed positive significant correlation ($r^2 = 0.45$, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$, Figure 8b). Although significant, the association between two matrices was weak and result in a distinct cluster pattern (Figure 9a and 9b).

Based on clustering analysis, the 48 yellow mombin accessions were organized into seven clustered in 2017 and eight in 2018 season, respectively (Figure 9a and 9b). Cluster 4 consisted of two yellow mombin (T13 e T22) during 2017 and these two yellow mombin were grouped together in cluster 2 during 2018. The Cluster 1 consisted of single member group (T34) during 2017 whereas it clustered with 33 others yellow mombin trees of Cluster 6 during 2018. The Cluster 2 consisted of single member group (T30) during 2017 whereas it clustered with one other yellow mombin tree of Cluster 8 during 2018. The Cluster 3 consisted of three yellow mombin trees (T39, T41 and T42) during 2017, whereas T42 clustered with two others (T40 and T45) of Cluster 5 during 2018 as well as T39 and T41 clustered with 32 others yellow mombin trees of Cluster 6 during 2018. The Cluster 5 consisted of three yellow mombin trees (T16, T7 and T8) during 2017, whereas T16 clustered with two others yellow mombin trees of Cluster 4 during 2018 as well as T7 and T8 clustered with 32 others yellow mombin trees of Cluster 6 during 2018. The Cluster 6 consisted of two yellow mombin trees (T31 and T33) during 2017, whereas T31 clustered with two others yellow mombin tree (T16 and T21) of Cluster 4 during 2018 and T33 was single member of Cluster 1 during 2018. Twenty nine of 36 yellow mombin trees of Cluster 7 during 2017 were also members of Cluster 6 during 2018. The main hypothesis for observed disturbance among clusters of two seasons may be the significant interaction detected by ANOVA in Table 1.

Further investigation is needed to address if the climatic factors would be responsible for the observed interactions among seasons.

REFERENCES

- Ayoka AO, Akomolafe RO, Akinsomisoye OS and Ukponmwan OE (2008). Medicinal and Economic Value of *Spondias mombin*. *African Journal of Biomedical Research* 11:129-136.
- BRASIL (2000). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 07/01/2000. Padrões de identidade e qualidade para polpa de cajá. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 54. Available at [<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislado?operacao=visualizar&id=7777>]. Accessed October 29, 2017.
- Chessel D, Dufour AB and Thioulouse J (2004). The ade4 package-I- onetable methods. *R News*, 4:5–10.
- Chisom IF, Chukwu NO and CU O (2014). A comparative foliar anatomical and morphological study on *Anacardium occidentale* L. and *Spondias mombin* L. *International Journal of Herbal Medicine* 2: 150-153.
- Donnell SJ (1891). Anacardiaceae *Spondias radlkoferi* Donn.Sm. *Bot. Gaz.* 16: 194
- Dray S and Dufour AB (2007). The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*, 22:1–20.
- Dray S and Dufour AB and Chessel D (2007). The ade4 package - II: Twotable and K-table methods. *R News*, 7:47–54.
- Engler HGA (1883). Anacardiaceae in A. DC. & C. DC., *Monogr. Phan*, 4: 172–546.
- Gois IB, Ferreira RA, Silva-Mann R, Blank MFA, et al. (2014). Diversidade genética entre indivíduos de *Spondias lutea* L. procedentes do baixo São Francisco sergipano, por meio de marcadores RAPD. *Revista Árvore* 38: 261-269. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000200006>
- Jelihovschi EG, Faria JC and Allaman IB (2014). ScottKnott: a package for performing the Scott-Knott clustering algorithm in R. *TEMA (São Carlos)* 15: 3-17. <http://dx.doi.org/10.5540/tema.2014.015.01.0003>
- Kurz, WS (1875). Preliminary Report on the Forest and Other Vegetation of Pegu Appendix A: 44, Appendix B: 42.
- Linnaeus C (1753). *Species Plantarum* 1: 371
- Linnaeus C (1762). *Species Plantarum* ed. 2: 613
- Magalhães MA, Lopes MTG, Coelho LM, Costa Neto PQ, et al. (2013). Genetic diversity within and among populations of Cajazeira. *Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal*

of *Agricultural and Environmental Sciences* 56: 61–67.

<http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.082>

Mahalanobis PC (1936). On the generalized distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Science of India* 12:49–55.

Orwa C, A Mutua, Kindt R, Jamnadass R, et al. (2009). Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0 . Available at [<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>]. Accessed October 23, 2016).

Parkinson SC (1773). *J. Voy. South Seas*, 39

Pierre JBL (1898). *Fl. Forest. Cochinch.* t. 375 B

Pinto WDS, Dantas ACVL, Fonseca AAO, Ledo CADS, et al. (2003). Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. *Pesq. agropec. bras.* 38: 1059-1066. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000900006>

Silva AR, MALAFAIA G and MENEZES IPP (2017). Biotools: an R function to predict spatial gene diversity via an individual-based approach. *Genet. Mol. Res.* 16:1-6. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16029655>.

Silva BM, Rossi AAB, Tiago AV, Schmitt KFM, et al. (2017). Genetic diversity of Cajazeira (*Spondias mombin* L.) in three geographic regions. *Genetics and Molecular Research* 16: 1–11. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16018946>

Silva CA, Costa PR, Detoni JL, Alexandre RS, et al. (2014). Divergência genética entre acessos de cajazinho (*Spondias mombin* L.) no norte do Espírito Santo. *Revista Ceres* 61: 362-369. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000300010>

Sneath PHA, Sokal RR (1973). *Numerical taxonomy*. Freeman, New York.

Soares EB, Gomes RLF, Campelo JG, Lopes ADA, et al. (2008). Repetibilidade e correlações entre caracteres morfo-agronômicos de cajazeira. *Ciência e agrotecnologia* 32: 1851-1857. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000600025>

Soares EB, Gomes RLF, Mello JG, Nascimento FN, et al. (2006). Caracterização física e química de frutos de cajazeira Physical and chemical characterization of yellow mombin fruits. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28: 518-519. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000300039>

The Core R Team (2015). Akaike's An Information Criterion. Package [stats v3.5.0](#). Available at [<https://www.rdocumentation.org/packages/stats/versions/3.5.0/topics/AIC>]. Accessed July 04, 2018.

The Plant List (2010). Version 1. Available at [<http://www.theplantlist.org>]. Accessed May 29, 2016.

Tiburski JH, Rosenthal A, Deliza R, Godoy RLO, et al. (2011). Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. *Food Research International* 44: 2326-2331. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.037>

Zenebon O, Pascuet NS and Tiglia P (2008). Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4ed. Versão digital. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo.

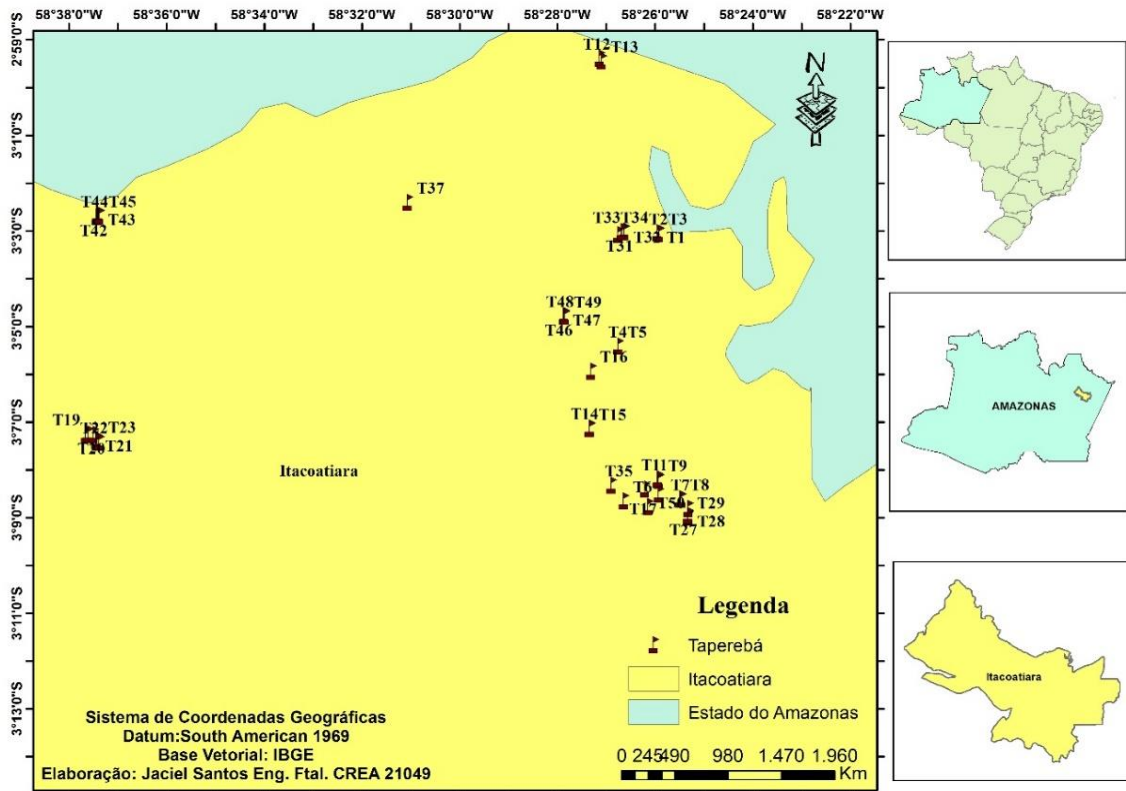


Figure 1. Geographic distribution of the 50 yellow mombin trees sampled in Itacoatiara – AM.

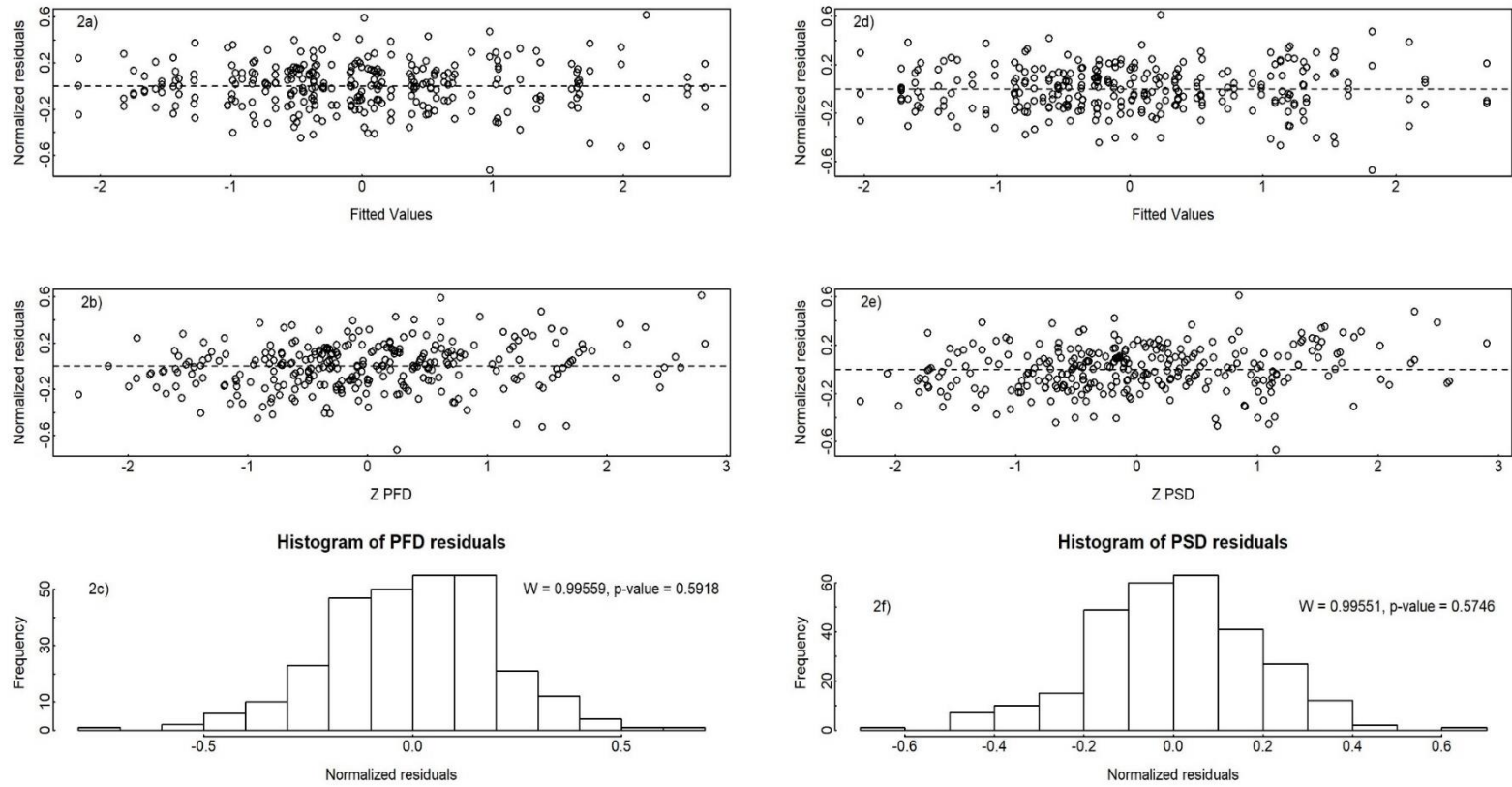


Figure 2. Residual plots of PFD (a and b) and PSD (d and e) and histogram of PFD (c) and PSD (f) residuals.

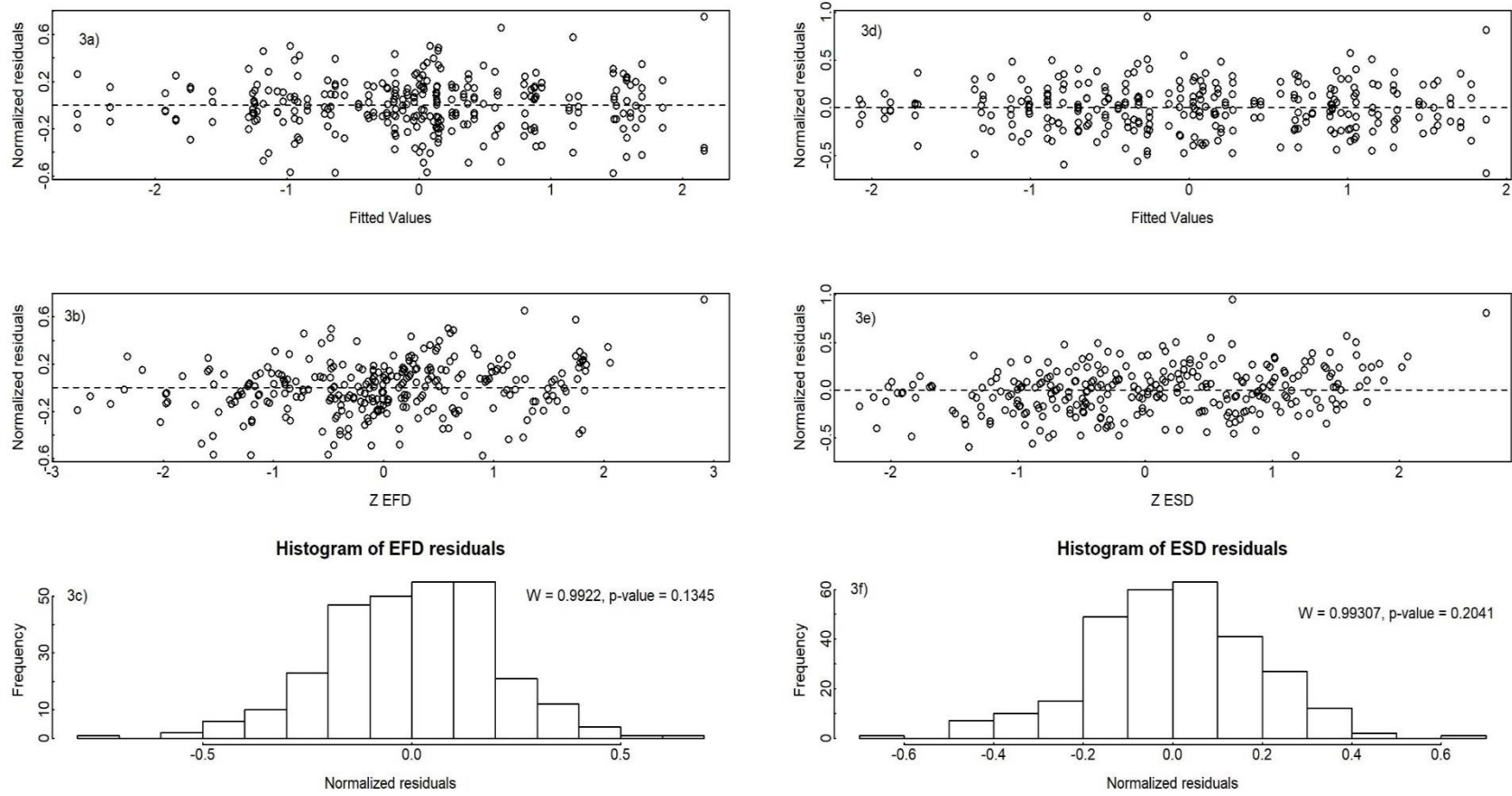


Figure 3. Residual plots of EFD (a and b) and ESD (d and e) and histogram of EFD (c) and ESD (f) residuals.

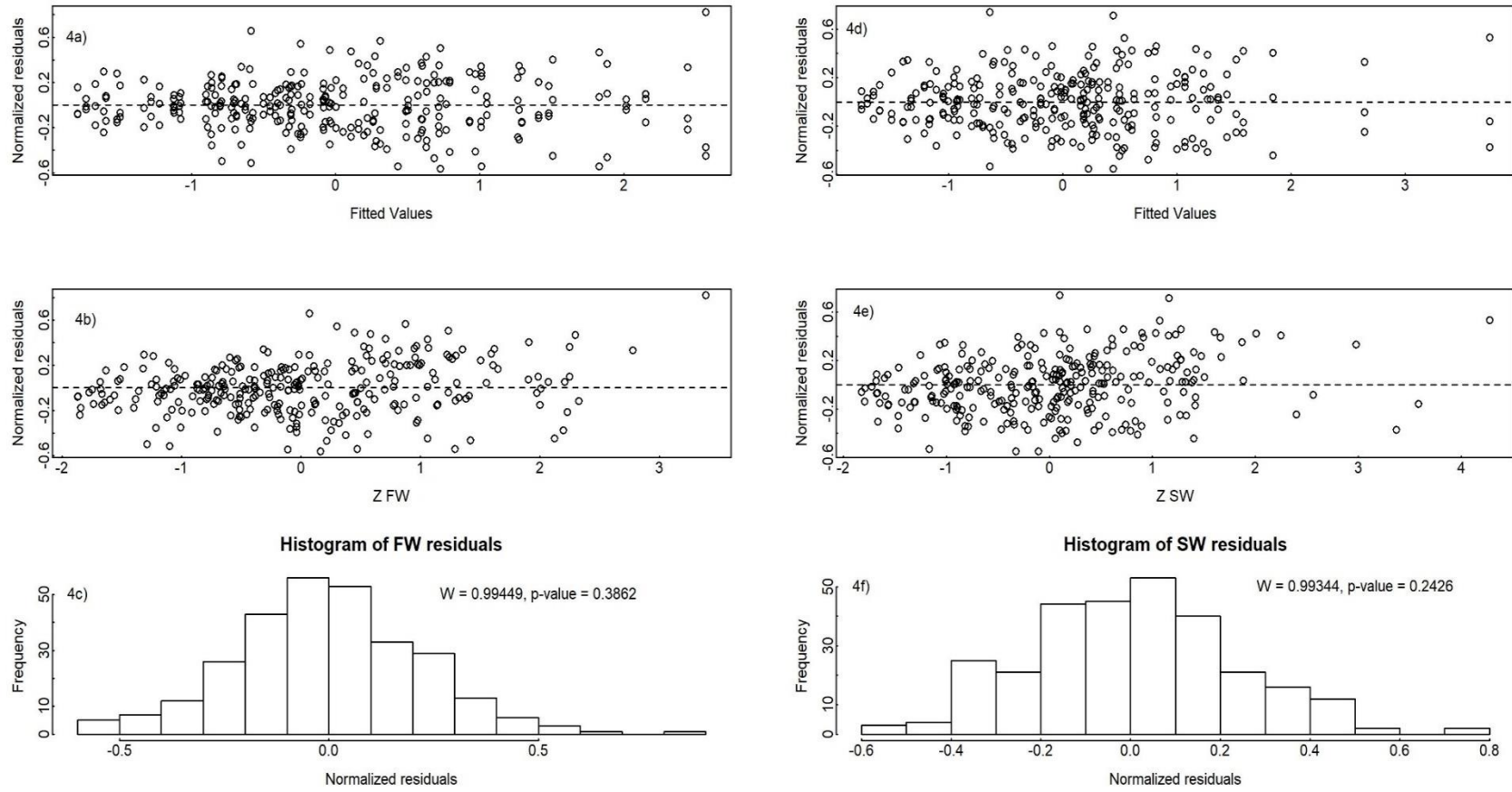


Figure 4. Residual plots of FW (a and b) and SW (d and e) and histogram of FW (c) and SW (f) residuals.

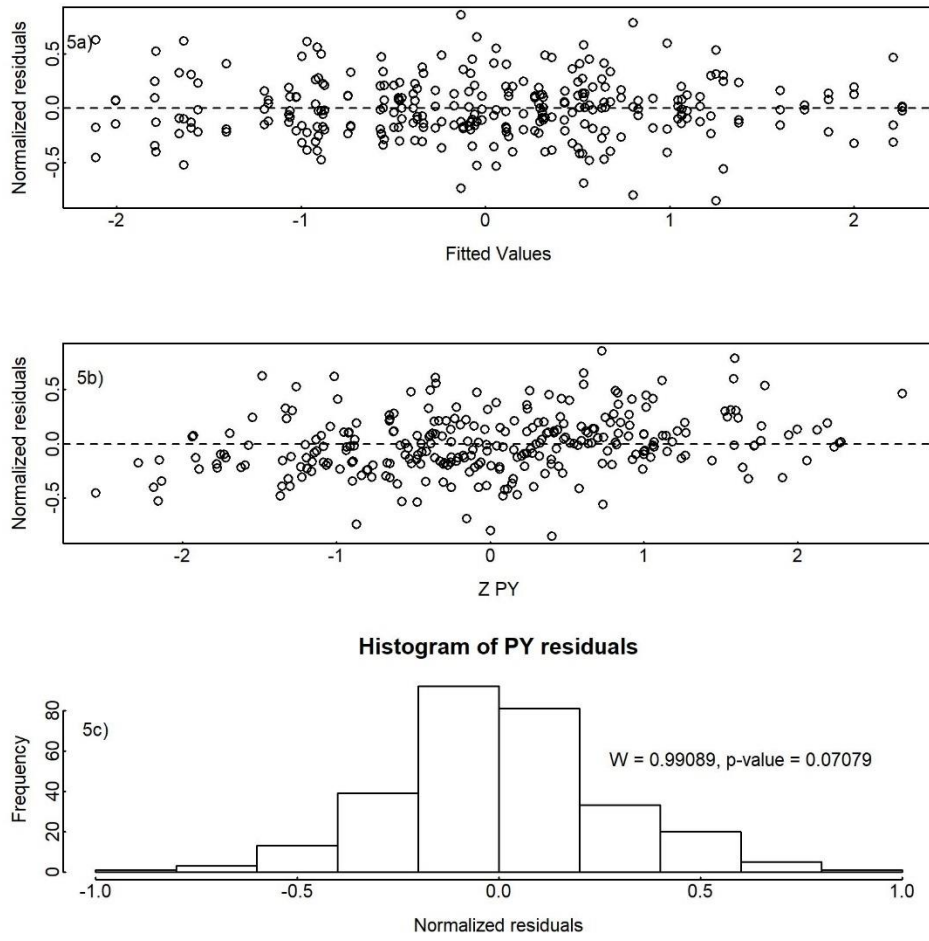


Figure 5. Residual plots of PY (a and b) and histogram of PY (c) residuals.

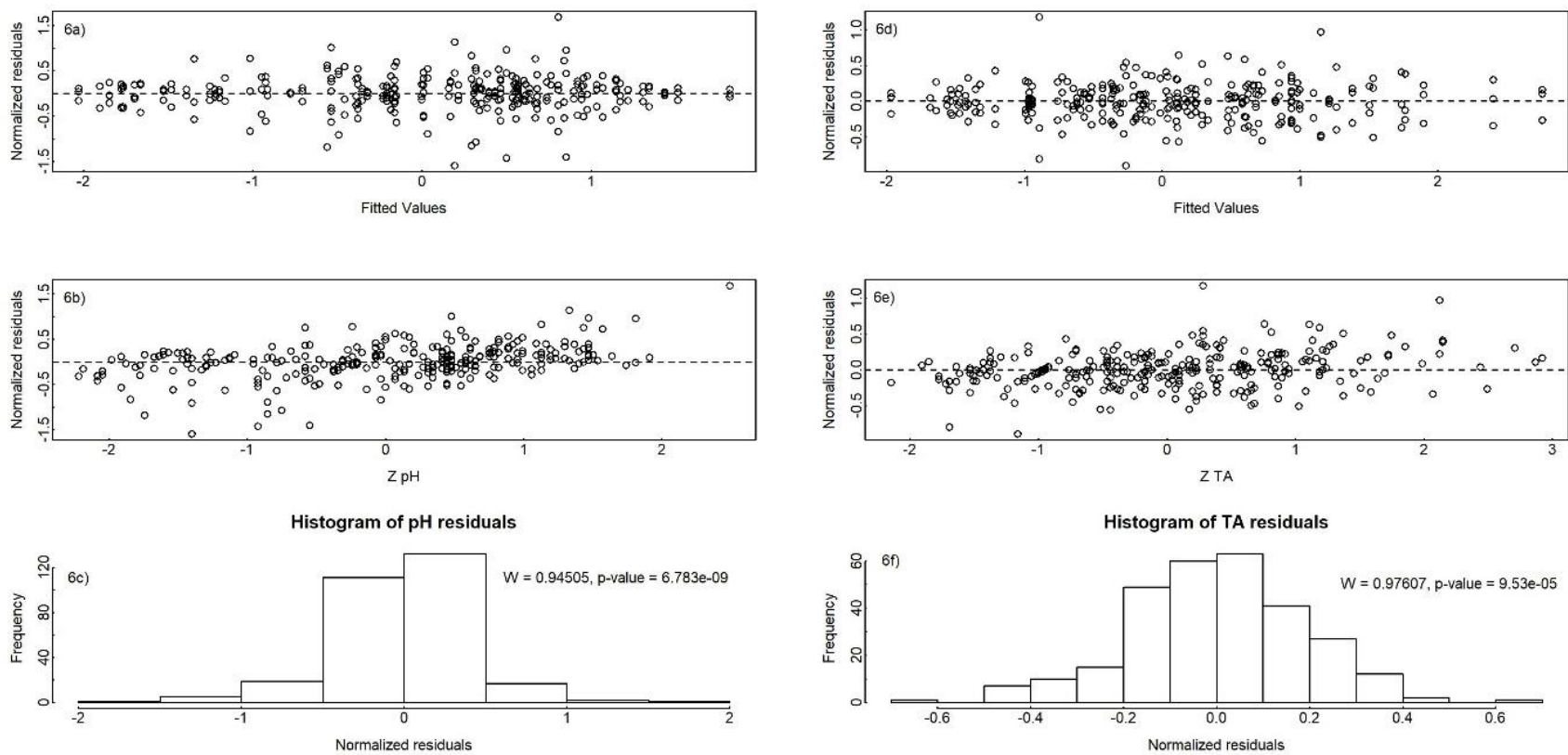


Figure 6. Residual plots of pH (a and b) and TA (d and e) and histogram of pH (c) and TA (f) residuals.

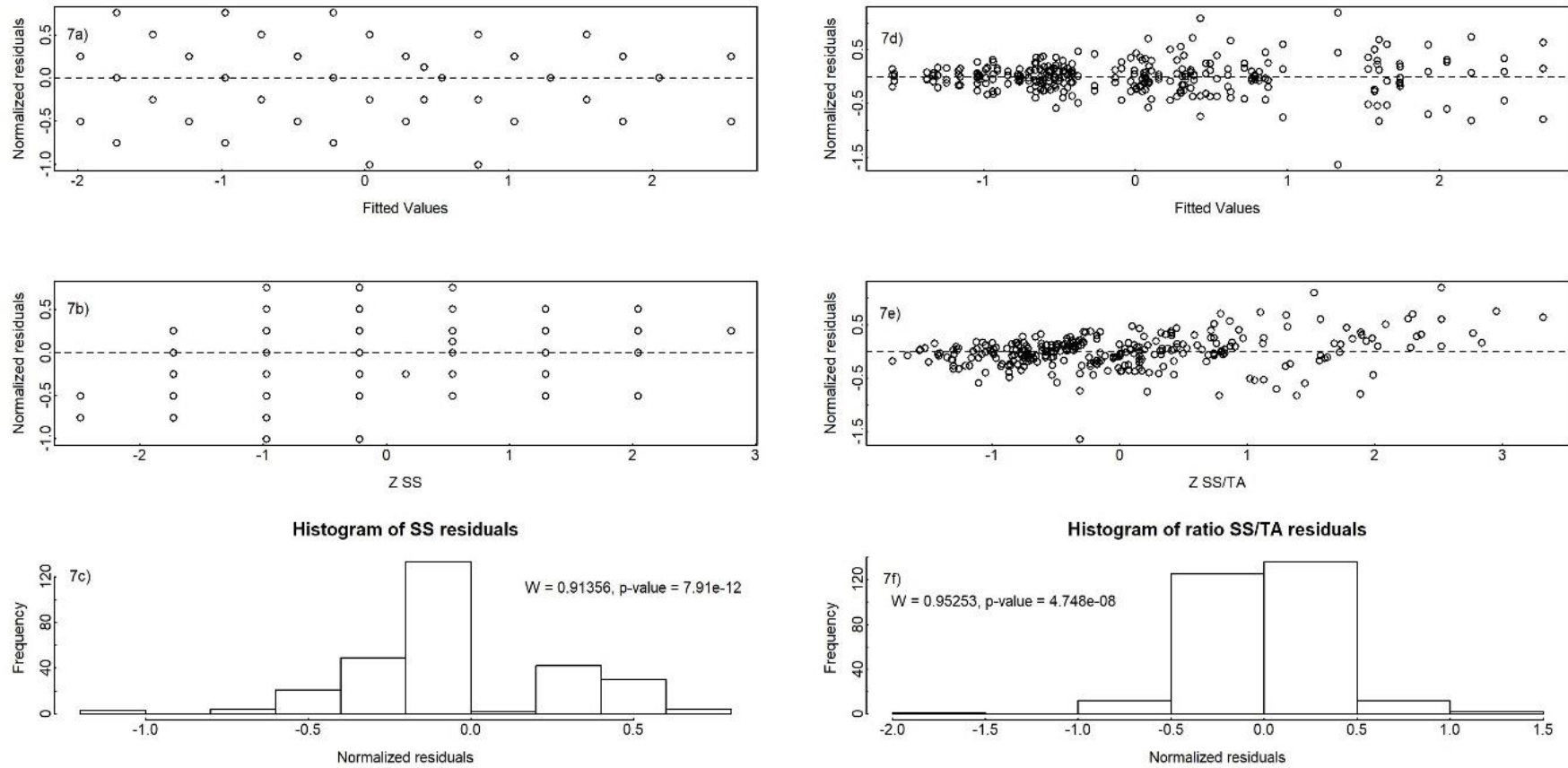


Figure 7. Residual plots of SS (a and b) and ratio SS/TA (d and e) and histogram of SS (c) and ratio SS/TA (f) residuals

Table 1. Results of the analysis of variance (ANOVA) for morphometric and chemical variables:

	PFD		PSD		EFD		ESD		FW		SW		PY		pH		TA		SS		SS/TA	
	F	<i>p-value</i>	F	<i>p-value</i>	F	<i>p-value</i>	F	<i>p-value</i>	F	<i>P-value</i>	F	<i>p-value</i>	F	<i>p-value</i>	F	<i>p-value</i>	F	<i>P-value</i>	F	<i>p-value</i>	F	<i>p-value</i>
Yellow mombin	94,27	< 2,2e ⁻¹⁶	109,72	< 2,2e ⁻¹⁶	77,54	< 2,2e ⁻¹⁶	60,51	< 2,2e ⁻¹⁶	70,35	< 2,2e ⁻¹⁶	67,91	< 2,2e ⁻¹⁶	36,16	< 2,2e ⁻¹⁶	12,98	< 2,2e ⁻¹⁶	48,22	< 2,2e ⁻¹⁶	28,93	< 2e ⁻¹⁶	32,71	< 2,2e ⁻¹⁶
Year	12,82	0,0004341	1,05	0,3065	65,67	6,104e ⁻¹⁴	0,09	0,7669	134,17	< 2,2e ⁻¹⁶	2,18	0,1411	296,68	< 2,2e ⁻¹⁶	189,80	< 2,2e ⁻¹⁶	176,16	< 2,2e ⁻¹⁶	0,18	0,6745	98,79	< 2,2e ⁻¹⁶
Yellow mombin*Year	4,07	2,984e ⁻¹²	4,73	8,857e ⁻¹⁵	2,37	2,104e ⁻⁰⁵	4,68	1,266e ⁻¹⁴	2,97	8,3e ⁻⁰⁸	4,61	2,43e ⁻¹⁴	8,77	< 2,2e ⁻¹⁶	6,02	< 2,2e ⁻¹⁶	8,08	< 2,2e ⁻¹⁶	11,49	< 2,2e ⁻¹⁶	5,54	< 2,2e ⁻¹⁶

Polar fruit diameter (PFD, in mm); Polar seed diameter (PSD, in mm); equatorial fruit diameter (EFD, in mm); equatorial seed diameter (ESD, in mm); fruit weight (FW, in g); seed weight (SW, in g); pulp yield (PY, in %). Potential of Hydrogen (pH, in pH units); soluble solids (SS, in °Brix); titrable acidity (TA, in % in citric acid); soluble solids/ titrable acidity (SS/TA, in ratio).

Fisher test values and probability level at a threshold of 5%.

Table 2. Means of morphometric variables obtained from 48 yellow mombin trees from Itacoatiara, Amazonas, in 2017 and 2018.

Yellow mombin	PFD		PSD		EFD		ESD		FW		SW		PY															
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018														
T43	47.47	a A	43.88	b B	38.64	a A	34.68	b B	30.21	b A	27.95	b B	21.55	a A	17.82	e B	21.63	b A	17.26	b B	10.40	b A	7.69	d B	51.91	d A	55.23	a A
T33	46.10	a A	48.06	a B	38.19	a A	40.43	a B	31.49	a A	30.09	a B	21.31	a A	21.98	a A	23.28	a A	22.78	a A	12.01	a A	14.21	a B	47.88	e A	37.64	g B
T30	45.28	b A	42.47	b B	37.11	b A	35.20	b B	26.02	e A	25.74	d A	17.54	e A	18.25	e A	15.61	d A	14.23	d A	7.14	e A	7.28	e A	54.69	c A	48.48	c B
T40	44.23	b A	40.90	c B	36.04	b A	34.46	b B	27.82	c A	25.83	d B	22.17	a A	18.91	d B	16.95	d A	16.00	c A	8.97	c A	7.78	d B	46.40	e A	51.30	b B
T20	43.85	b A	42.61	b A	34.50	c A	35.12	b A	28.73	c A	26.79	c B	17.71	e A	18.70	d A	21.09	b A	16.79	c B	9.43	c A	9.30	b A	55.09	c A	44.51	d A
T44	43.81	b A	43.63	b A	36.41	b A	35.50	b A	29.70	b A	29.65	a A	21.71	a A	20.31	b B	18.96	c A	18.22	b A	9.58	b A	7.94	d A	48.93	e A	56.27	a B
T45	41.51	c A	41.21	c A	34.86	c A	34.18	b A	28.17	c A	27.34	c A	20.98	b A	20.78	b A	16.25	d A	15.60	c A	8.19	d A	7.73	d A	47.31	e A	50.13	c A
T2	41.11	c A	41.18	c A	34.73	c A	35.11	b A	25.75	e A	25.58	d A	18.29	e A	19.53	c B	15.06	d A	13.89	d A	7.90	d A	7.69	d A	47.38	e A	44.46	d A
T22	39.76	d A	38.32	d A	31.40	e A	31.49	c A	29.63	b A	27.81	b B	18.42	e A	18.41	d A	20.35	b A	15.94	c B	9.03	c A	8.59	c A	55.22	c A	45.92	d B
T27	39.69	d A	36.54	e B	33.90	d A	30.59	d A	24.60	e A	23.38	f A	17.57	e A	16.30	f B	12.79	e A	10.39	f B	6.30	f A	5.23	f B	50.57	d A	49.15	c A
T3	39.54	d A	41.93	b B	34.30	c A	36.00	b B	26.05	e A	26.68	c A	18.76	d A	19.19	c A	13.99	e A	14.83	d A	7.24	e A	8.31	c B	47.80	e A	42.31	e B
T34	39.41	d A	38.33	d A	31.43	e A	30.86	d A	28.02	c A	28.03	b A	19.72	c A	20.18	b A	19.07	c A	15.38	c B	9.87	b A	8.84	c B	46.62	e A	42.43	e B
T32	39.14	d A	38.88	d A	32.04	e A	32.19	c A	25.95	e A	26.06	c B	17.17	f A	17.82	e A	15.49	d A	14.34	d A	6.59	f A	7.58	d B	56.45	b A	47.65	c B
T18	39.08	d A	37.64	e A	30.10	f A	29.84	e A	30.21	b A	29.83	a A	20.48	b A	20.50	b A	20.56	b A	18.15	b B	9.17	c A	9.23	b A	55.42	c A	48.58	c B
T11	38.95	d A	37.25	e A	33.12	d A	31.49	c B	26.33	e A	26.33	c A	21.03	b A	21.36	a A	15.10	d A	13.13	e B	8.71	c A	8.31	c A	41.79	f A	34.21	g B
T29	38.81	d A	38.69	d A	32.93	d A	32.77	c A	25.55	e A	25.33	d A	17.70	e A	17.84	e A	14.52	e A	12.83	e A	6.84	e A	7.00	e A	52.43	d A	45.10	d B
T4	38.49	d A	37.18	e A	33.64	d A	32.15	c B	23.12	g A	22.29	f B	17.04	f A	16.53	f A	10.33	g A	8.86	g A	5.58	g A	4.77	g A	45.97	e A	45.66	d A
T46	38.42	d A	38.25	d A	29.64	f A	30.74	d A	30.64	a A	29.91	a A	20.41	b A	21.50	a A	18.68	c A	18.11	b A	7.33	e A	8.84	c A	60.48	a A	51.03	b A
T26	37.64	e A	36.76	e A	32.15	e A	31.00	d A	23.79	f A	23.22	f A	17.07	f A	16.59	f A	12.26	f A	10.80	f A	6.02	f A	5.40	f A	50.11	d A	49.96	c A
T14	37.34	e A	36.29	e A	31.65	e A	31.13	d A	27.21	d A	26.03	c B	20.71	b A	20.22	b A	15.95	d A	11.59	e B	8.33	d A	6.66	e B	47.60	e A	42.36	e B
T31	37.20	e A	35.01	f B	30.52	f A	28.25	f B	23.86	f A	22.26	f A	15.69	g A	15.71	f A	12.78	e A	9.82	f B	7.06	e A	5.94	f B	44.56	e A	38.90	f A
T39	37.09	e A	34.71	f B	30.24	f A	28.32	f B	28.05	c A	26.06	c B	19.76	c A	18.50	d B	15.83	d A	11.89	e B	6.66	f A	6.73	e A	57.28	b A	43.26	e B
T47	37.08	e A	36.98	e A	29.17	f A	29.83	e A	29.90	b A	28.92	b B	20.25	c A	20.99	b A	17.11	d A	16.15	c A	7.01	e A	7.63	d A	58.75	b A	52.49	b B
T6	36.88	e A	35.17	f A	29.50	f A	29.07	f A	26.79	d A	25.15	d B	18.82	d A	18.41	d A	13.32	e A	11.46	e B	6.39	f A	6.18	f A	52.04	d A	45.61	d B
T35	36.61	e A	33.81	g B	30.21	f A	28.70	f B	26.02	e A	23.94	e A	18.49	e A	18.53	d A	14.15	e A	9.99	f B	7.06	e A	6.21	f A	49.01	e A	37.37	g B

T50	34.21	f	A	30.61	h	B	27.06	g	A	24.55	h	B	25.67	e	A	22.88	f	A	16.75	f	A	15.81	f	A	11.89	f	A	8.83	g	B	5.79	g	A	4.35	g	B	50.33	d	A	49.54	c	A
T17	27.28	i	A	28.78	i	A	22.29	j	A	23.68	h	A	22.18	g	A	22.47	f	A	16.93	f	A	17.69	e	A	6.52	h	A	6.75	h	A	3.68	i	A	3.95	h	A	43.35	f	A	41.17	e	A
T1	31.10	g	A	33.04	g	A	25.54	h	A	27.33	f	B	22.77	g	A	22.34	f	A	16.07	g	A	16.30	f	A	8.68	h	A	8.68	g	A	4.02	i	A	4.59	g	A	53.66	c	A	47.06	c	A
T10	36.60	e	A	40.31	c	A	30.44	f	A	34.68	b	B	25.62	e	A	26.58	c	A	19.93	c	A	21.85	a	B	13.54	e	A	15.04	d	A	7.85	d	A	9.74	b	B	41.60	f	A	34.92	g	B
T12	30.04	h	A	30.50	h	A	23.49	i	A	23.96	h	A	24.73	e	A	24.63	e	A	17.44	f	A	17.32	e	A	10.64	f	A	9.56	f	A	5.13	g	A	4.68	g	A	51.57	d	A	51.02	b	A
T13	35.36	f	A	33.55	g	B	30.14	f	A	28.60	f	B	26.98	d	A	25.16	d	B	18.92	d	A	18.09	e	A	14.20	e	A	10.53	f	B	7.64	d	A	5.81	f	B	45.06	e	A	44.41	d	A
T16	32.40	g	A	32.21	g	A	27.34	g	A	28.37	f	A	19.35	i	A	18.68	h	B	14.16	h	A	14.12	g	A	7.86	h	A	6.04	h	B	4.58	h	A	4.10	h	A	37.88	g	A	36.36	g	A
T19	33.07	f	A	32.37	g	A	25.11	h	A	24.71	h	A	25.76	e	A	24.42	e	B	16.54	f	A	16.53	f	A	12.19	f	A	10.26	f	B	4.88	h	A	4.83	g	A	59.63	b	A	52.66	b	B
T21	35.08	f	A	35.08	f	A	26.90	g	A	27.87	f	A	26.10	e	A	25.02	d	A	16.93	f	A	17.85	e	A	13.75	e	A	12.94	e	A	6.51	f	A	7.11	e	A	52.36	d	A	44.90	d	B
T23	35.83	e	A	36.31	e	A	27.77	g	A	29.45	e	B	25.89	e	A	24.92	d	A	17.65	e	A	19.27	c	B	12.96	e	A	11.84	e	A	5.72	g	A	6.87	e	B	55.89	c	A	42.19	e	B
T24	29.84	h	A	29.11	i	A	23.87	i	A	23.48	h	A	20.69	h	A	20.47	g	A	14.44	h	A	14.52	g	A	7.20	h	A	6.26	h	A	3.47	i	A	3.25	h	A	51.75	d	A	48.07	c	B
T25	36.34	e	A	34.93	f	A	30.94	e	A	29.68	e	A	23.12	g	A	23.18	f	A	16.74	f	A	16.20	f	A	10.77	f	A	9.71	f	A	5.48	g	A	4.82	g	A	48.93	e	A	50.26	c	A
T36	34.34	f	A	33.80	g	A	27.58	g	A	28.17	f	A	26.01	e	A	25.43	d	A	18.57	e	A	18.72	d	A	12.41	f	A	11.14	e	A	5.99	f	A	6.54	e	A	51.51	d	A	41.15	e	B
T37	35.05	f	A	35.12	f	A	29.21	f	A	28.73	f	A	27.26	d	A	26.65	c	A	20.17	c	A	19.76	c	A	12.79	e	A	12.08	e	A	7.34	e	A	7.21	e	A	42.15	f	A	40.26	f	A
T38	34.42	f	A	33.47	g	A	27.07	g	A	26.76	g	A	25.19	e	A	25.18	d	A	18.23	e	A	18.68	d	A	11.76	f	A	10.84	f	A	5.28	g	A	5.66	f	A	53.49	c	A	47.73	c	B
T41	34.43	f	A	35.41	f	A	27.13	g	A	28.01	f	A	25.16	e	A	25.01	d	A	16.68	f	A	17.27	e	A	12.16	f	A	11.32	e	A	4.34	h	A	5.46	f	B	63.13	a	A	51.71	b	B
T42	30.43	h	A	33.12	g	B	24.04	i	A	26.19	g	B	22.31	g	A	23.03	f	A	14.83	h	A	16.29	f	B	8.29	h	A	9.72	f	A	3.14	i	A	4.46	g	B	61.41	a	A	54.20	a	B
T48	36.45	e	A	35.68	f	A	28.04	g	A	28.30	f	A	29.98	b	A	28.81	b	A	19.86	c	A	20.43	b	A	17.11	d	A	15.47	c	A	6.30	f	A	7.21	e	A	62.81	a	A	53.05	b	B
T49	34.65	f	A	36.67	e	B	27.77	g	A	29.15	f	A	23.95	f	A	23.73	e	A	15.60	g	A	16.93	e	B	10.00	g	A	9.94	f	A	4.26	h	A	4.78	g	A	56.71	b	A	51.68	b	B
T5	34.53	f	A	34.59	f	A	29.11	f	A	29.14	f	A	25.41	e	A	25.72	d	A	19.71	c	A	20.50	b	A	11.52	f	A	10.36	f	A	6.74	f	A	6.49	e	A	41.41	f	A	37.21	g	B
T7	31.15	g	A	32.48	g	A	25.94	h	A	26.80	g	A	21.44	h	A	20.98	g	A	16.08	g	A	14.87	g	B	7.13	h	A	6.81	h	A	3.88	i	A	3.36	h	A	45.19	e	A	50.21	c	B
T8	29.47	h	A	32.70	g	B	24.92	h	A	26.75	g	B	22.59	g	A	24.13	e	A	17.28	f	A	17.53	e	A	8.05	h	A	9.61	f	A	5.09	g	A	5.18	f	A	36.33	g	A	45.73	d	B
T9	34.75	f	A	34.33	f	A	29.15	f	A	28.70	f	A	26.41	e	A	25.56	d	A	20.71	b	A	20.19	b	A	12.99	b	A	11.92	e	A	7.49	e	A	7.08	e	A	42.10	f	A	40.41	f	B
Médias	36.90			36.46			30.15			30.05		26.00			25.32			18.35			18.37		13.87		12.38		6.74		6.64		50.42		45.96									

Polar fruit diameter (PFD, in mm); Polar seed diameter (PSD, in mm); equatorial fruit diameter (EFD, in mm); equatorial seed diameter (ESD, in mm); fruit weight (FW, in g); seed weight (SW, in g); pulp yield (PY, in %).

Means with same capital letter in the lines and lowercase letter in columns belong to the same homogeneous cluster by Skott–Knott test ($p \leq 0.05$).

Table 3. Means of chemical variables obtained from 48 yellow mombin trees from Itacoatiara, Amazonas, in 2017 and 2018.

Yellow mombin	pH		AT		SS		SS/AT									
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018								
T43	3.03	d A	2.91	c A	1.22	c A	0.98	b A	13.33	c A	12.67	b A	11.40	d A	14.12	b B
T33	3.12	c A	2.55	d B	1.31	f A	1.36	c A	11.00	f A	11.67	c A	8.42	e A	8.58	e A
T30	3.13	c A	2.55	d B	1.88	g A	1.58	e A	10.00	g A	10.00	e A	5.32	f A	6.36	f A
T40	2.94	d A	2.84	c A	1.98	d A	0.94	a B	13.00	d A	14.00	a B	6.60	f A	14.91	b B
T20	3.16	c A	2.51	d B	1.24	g A	1.25	e A	10.00	g A	10.00	e A	8.13	e A	7.99	e A
T44	3.24	b A	3.31	a A	0.95	e A	0.82	c A	12.00	e A	12.00	c A	12.68	c A	14.73	b B
T45	3.17	c A	3.02	b A	0.95	e A	0.74	c A	11.67	e A	11.67	c A	12.27	c A	15.91	a B
T2	3.32	b A	3.27	a A	1.41	e A	1.12	b B	12.33	e A	13.33	b B	8.76	e A	11.99	c B
T22	3.49	a A	2.73	c B	0.80	e A	0.79	b A	12.33	e A	13.00	b A	15.35	b A	16.77	a A
T27	3.34	a A	3.21	a A	1.18	e A	1.20	c A	12.00	e A	12.33	c A	10.20	d A	10.32	d A
T3	3.16	c A	3.08	b A	1.58	d A	1.37	b A	13.00	d A	13.33	b A	8.28	e A	9.71	d A
T34	2.91	d A	2.68	d B	2.22	e A	1.66	d A	11.67	e A	11.00	d A	5.28	f A	6.63	f A
T32	2.93	d A	2.64	d B	1.49	e A	1.68	c A	12.00	e A	11.67	c A	8.13	e A	6.97	f A
T18	3.07	c A	2.55	d B	1.44	e A	1.26	b B	12.00	e A	13.00	b B	8.38	e A	10.28	d B
T11	3.25	b A	3.26	a A	1.57	d A	1.67	a B	12.67	d A	14.67	a B	8.15	e A	8.85	e A
T29	3.29	b A	3.27	a A	1.07	e A	0.96	c A	11.33	e A	12.00	c A	10.57	d A	12.56	c B
T4	3.31	b A	3.38	a A	1.54	f A	1.43	c B	11.00	f A	12.00	c B	7.14	f A	8.54	e A
T46	2.98	d A	2.66	d A	1.57	f A	0.96	c A	11.00	f A	12.00	c A	7.01	f A	12.48	c A
T26	3.41	a A	3.25	a A	1.09	e A	1.36	c A	12.00	e A	12.00	c A	11.03	d A	8.98	e B
T14	3.18	c A	2.58	d B	1.10	c A	0.96	d B	13.67	c A	11.00	d B	12.42	c A	11.51	c A
T31	2.91	d A	3.02	b A	1.79	f A	1.21	c B	11.00	f A	12.33	c B	6.19	f A	10.36	d B
T39	3.41	a A	3.20	a A	0.68	e A	0.76	e B	12.33	e A	9.67	e B	18.20	a A	12.74	c B
T47	3.01	d A	2.80	c A	1.33	f A	1.07	c B	11.00	f A	12.00	c B	8.30	e A	11.21	d B
T6	2.79	d A	2.91	c A	2.35	b A	1.62	b A	14.00	b A	13.33	b A	5.97	f A	8.22	e B
T35	3.51	a A	3.60	a A	1.18	e A	1.33	a B	12.00	e A	14.67	a B	10.25	d A	11.24	d A

T50	2.96	d	A	2.62	d	B	1.89	c	A	1.29	a	A	13.67	c	A	14.00	a	A	7.28	f	A	10.94	d	B
T17	3.43	a	A	3.02	b	B	1.36	c	A	1.12	b	A	13.67	c	A	13.33	b	A	10.12	d	A	11.95	c	A
T1	3.22	b	A	3.33	a	A	2.02	e	A	1.75	c	A	12.33	e	A	12.33	c	A	6.10	f	A	7.17	f	A
T10	3.23	b	A	3.23	a	A	1.77	a	A	1.50	c	B	15.67	a	A	11.67	c	B	8.86	e	A	7.78	e	A
T12	3.07	c	A	2.72	c	B	1.38	e	A	1.06	c	A	12.00	e	A	11.33	c	A	8.69	e	A	10.80	d	B
T13	3.45	a	A	3.32	a	A	0.70	g	A	0.57	e	A	10.33	g	A	10.00	e	A	14.94	b	A	17.43	a	B
T16	3.21	b	A	3.27	a	A	1.27	d	A	1.24	b	A	12.67	d	A	12.83	b	A	10.02	d	A	10.42	d	A
T19	3.16	c	A	2.53	d	B	1.18	d	A	1.16	b	A	13.00	d	A	13.33	b	A	11.07	d	A	11.58	c	A
T21	3.41	a	A	2.80	c	B	1.41	f	A	1.03	c	B	10.67	f	A	12.00	c	B	7.58	e	A	11.72	c	B
T23	3.20	b	A	2.57	d	B	1.25	d	A	1.39	a	B	13.00	d	A	14.33	a	B	10.38	d	A	10.31	d	A
T24	3.23	b	A	3.19	a	A	1.69	b	A	1.51	b	B	14.33	b	A	13.33	b	B	8.49	e	A	8.82	e	A
T25	3.46	a	A	3.07	b	B	1.27	f	A	1.33	c	A	10.67	f	A	11.33	c	A	8.39	e	A	8.50	e	A
T36	3.12	c	A	3.01	b	A	1.72	b	A	1.63	b	B	14.67	b	A	13.33	b	B	8.52	e	A	8.22	e	A
T37	3.24	b	A	2.70	c	B	1.67	d	A	1.50	c	A	13.00	d	A	12.33	c	A	7.81	e	A	8.24	e	A
T38	3.16	c	A	3.00	b	A	1.35	e	A	1.04	c	A	11.67	e	A	11.33	c	A	8.67	e	A	11.01	d	B
T41	3.35	a	A	2.97	b	B	0.78	e	A	0.74	d	B	12.00	e	A	11.00	d	B	15.36	b	A	14.86	b	A
T42	3.23	b	A	2.48	d	B	0.76	e	A	0.73	d	B	12.33	e	A	11.00	d	B	16.29	b	A	15.10	b	A
T48	3.17	c	A	2.71	c	B	1.19	e	A	1.15	b	B	12.00	e	A	13.00	b	B	10.08	d	A	11.27	d	A
T49	3.13	c	A	2.86	c	B	1.55	b	A	0.86	d	B	14.33	b	A	11.00	d	B	9.30	d	A	13.04	c	B
T5	3.37	a	A	3.36	a	A	1.15	g	A	1.08	c	B	10.00	g	A	12.00	c	B	8.68	e	A	11.10	d	B
T7	2.96	d	A	2.77	c	A	1.67	c	A	1.54	a	B	13.33	c	A	15.00	a	B	8.02	e	A	9.83	d	A
T8	3.02	d	A	3.35	a	B	1.97	c	A	1.64	c	B	13.67	c	A	12.00	c	B	6.97	f	A	7.37	f	A
T9	2.96	d	A	3.29	a	B	1.53	e	A	1.84	b	B	12.00	e	A	13.33	b	B	7.82	e	A	7.29	f	A
Média	3.18			2.96			1.41			1.22			12.28			12.30			9.46			10.76		

Potential of Hydrogen (pH, in pH units); soluble solids (SS, in °Brix); titrable acidity (TA, in % in citric acid); soluble solids/ titrable acidity (SS/TA , in ratio).

Means with same capital letter in the lines and lowercase letter in columns belong to the same homogeneous cluster by Skott–Knott test ($p \leq 0.05$).

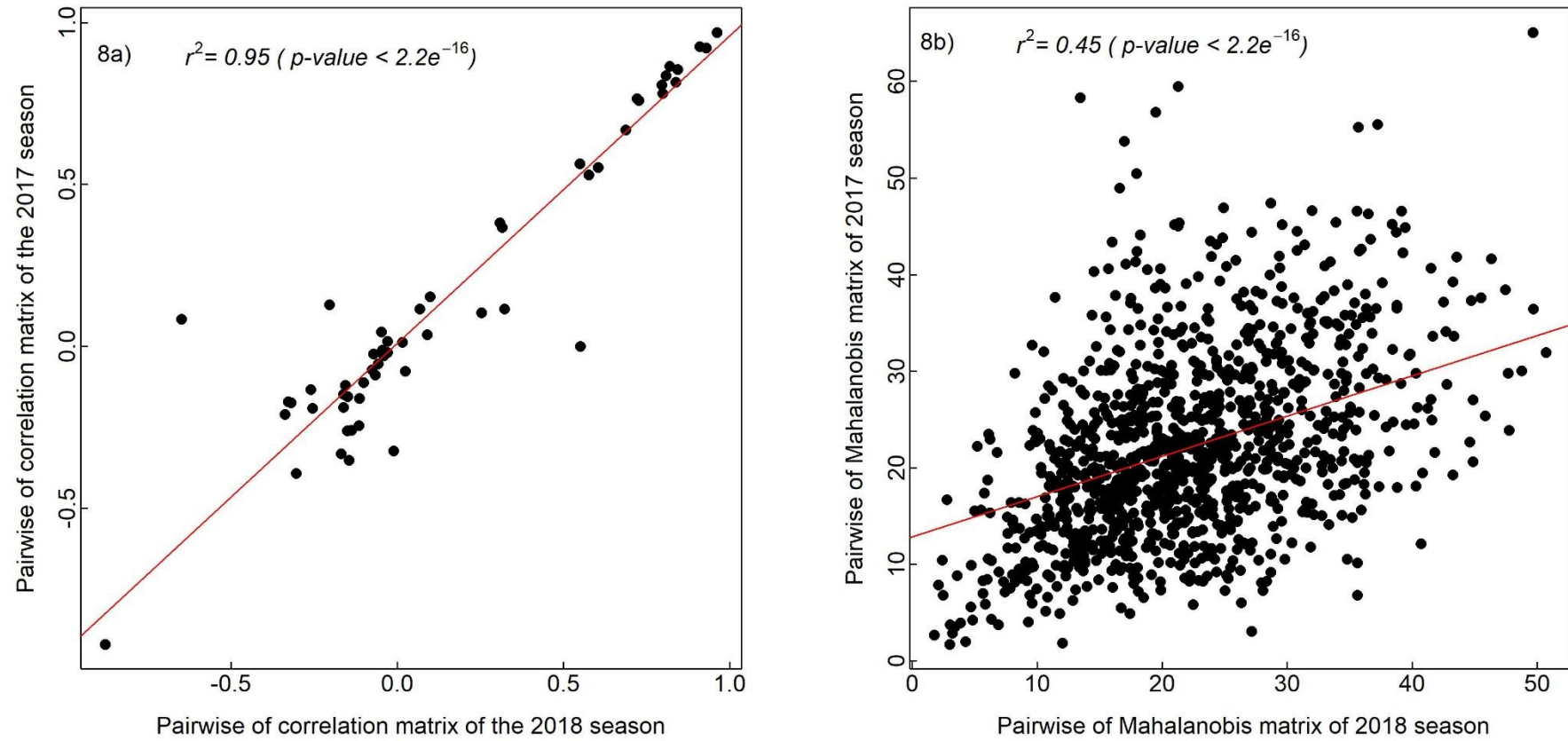


Figure 8. Scatted plot of pairwise of correlation matrix of 2017 and 2018 seasons (a) and pairwise of Mahalanobis dissimilarity matrix of 2017 and 2018 season (b)

Table 4. Estimates of correlation between morfometric and chemical and variables obtained from 48 yellow mombin trees in Itacoatiara, Amazonas in 2017 (bellow diagonal) and in 2018 (above diagonal).

	PFD	PSD	EFD	ESD	FW	SW	PY	pH	TA	SS	SS/TA
PFD	1	0.970***	0.669***	0.553*	0.856***	0.816***	0.035 ^{ns}	-0.161 ^{ns}	-0.088 ^{ns}	-0.210 ^{ns}	0.044 ^{ns}
PSD	0.962***	1	0.565*	0.529***	0.765***	0.782***	-0.112 ^{ns}	-0.019 ^{ns}	-0.024 ^{ns}	-0.175 ^{ns}	-0.012 ^{ns}
EFD	0.688***	0.55***	1	0.865***	0.923***	0.837***	0.115 ^{ns}	-0.332*	-0.188 ^{ns}	-0.191 ^{ns}	0.154 ^{ns}
ESD	0.604***	0.577***	0.820***	1	0.759***	0.808***	-0.112 ^{ns}	-0.019 ^{ns}	-0.024 ^{ns}	-0.175 ^{ns}	-0.012 ^{ns}
FW	0.844***	0.722***	0.930***	0.727***	1	0.926***	0.104 ^{ns}	-0.353*	-0.149 ^{ns}	-0.171 ^{ns}	0.115 ^{ns}
SW	0.839***	0.79***	0.809***	0.796***	0.910***	1	-0.261 ^{ns}	-0.260 ^{ns}	0.015 ^{ns}	-0.134 ^{ns}	-0.055 ^{ns}
PY	0.090 ^{ns}	-0.101 ^{ns}	0.323*	-0.101 ^{ns}	0.254 ^{ns}	-0.151 ^{ns}	1	-0.324*	-0.393**	-0.155 ^{ns}	0.382**
pH	-0.113 ^{ns}	-0.030 ^{ns}	-0.169 ^{ns}	-0.030 ^{ns}	-0.145 ^{ns}	-0.138 ^{ns}	-0.011 ^{ns}	1	0.083 ^{ns}	0.128 ^{ns}	-0.001 ^{ns}
TA	-0.066 ^{ns}	-0.072 ^{ns}	-0.162 ^{ns}	-0.072 ^{ns}	-0.161 ^{ns}	-0.030 ^{ns}	-0.304*	-0.649***	1	0.367*	-0.922***
SS	-0.338*	-0.319*	-0.255 ^{ns}	-0.319*	-0.328*	-0.260 ^{ns}	-0.149 ^{ns}	-0.204 ^{ns}	0.316*	1	-0.078 ^{ns}
SS/TA	-0.047 ^{ns}	-0.044 ^{ns}	0.099 ^{ns}	-0.044 ^{ns}	0.069 ^{ns}	-0.057 ^{ns}	0.309*	0.551***	-0.8790***	0,024 ^{ns}	1

Polar fruit diameter (PFD, in mm); polar seed diameter (PSD, in mm); equatorial fuit diameter (EFD, in mm); equatorial seed diameter (ESD, in mm); fruit weight (FW, in g); seed weight (SW, in g); pulp yield (PY, in %); potential of Hydrogen (pH, in pH units); titrable acidity (TA, in % in citric acid); soluble solids (SS, in °Brix); soluble solids/ titrable acidity (SS/TA , in ratio).

*, **, ***Significant at 5% ($p \leq 0.05$); 1% ($p \leq 0.01$); 0.1% ($p \leq 0,001$) by t -test , respectively and ^{ns} (no significance).

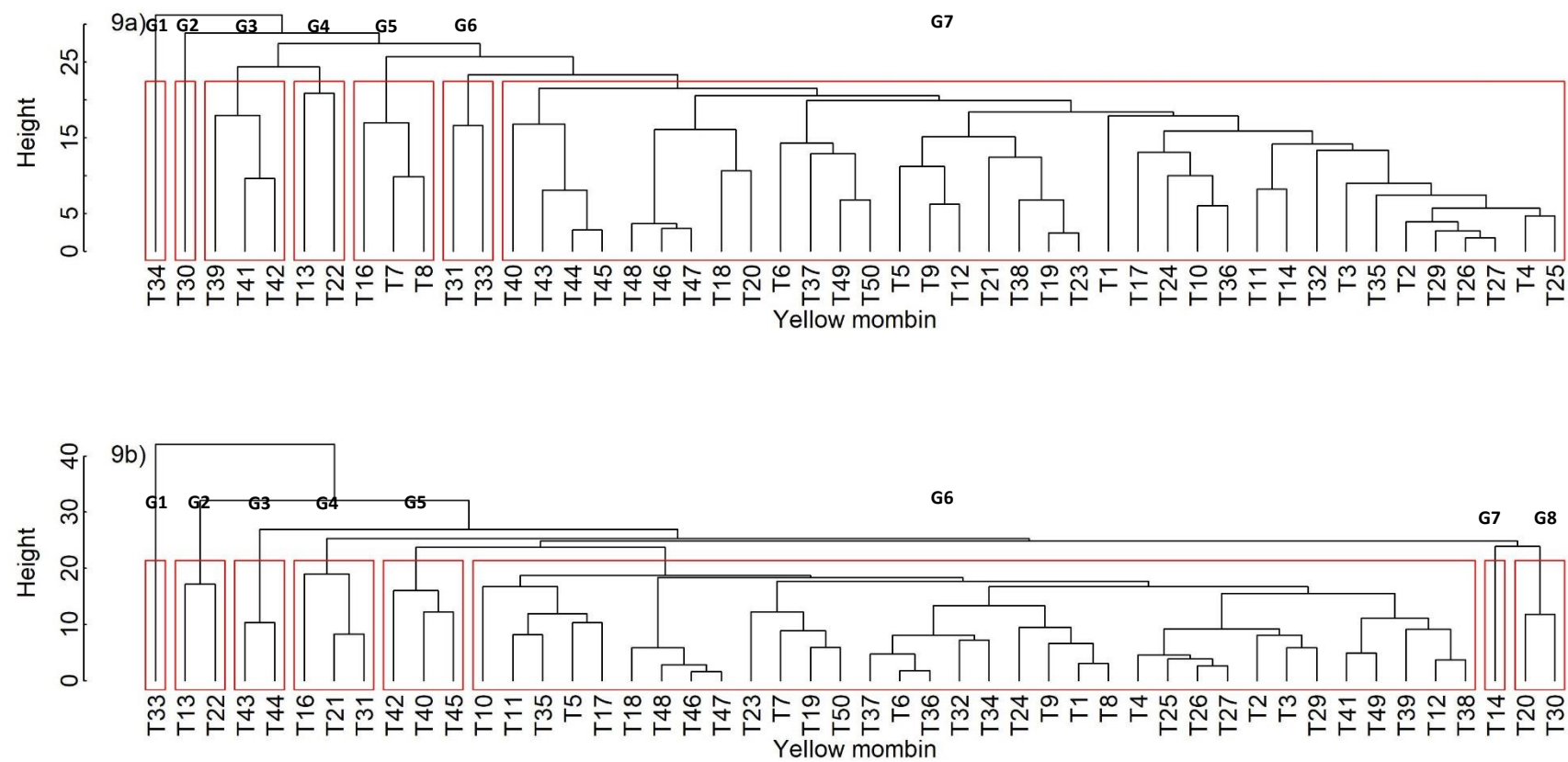


Figure 9. Dendrogram obtained by UPGMA method based on Mahalanobis distance among chemical and morphometric variables from 48 yellow mombin trees in Itacoatiara, Amazonas in 2017 (a) and 2018 (b). Grupos: G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 and G8.

REFERÊNCIAS

- ADEDOKUN, M. O. et al. Socio-economic importance and utilization of *Spondias mombin* in Nigeria. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 3, n. 3, p. 232-234, 2010.
- AYOKA, A. O. et al. Medicinal and economic value of *Spondias mombin*. **African Journal of Biomedical Research**, v. 11, n. 2, 2008.
- BORA, P. S. et al. Changes in physical and chemical composition during maturation of yellow mombin (*Spondias mombin*) fruits. **Food chemistry**, v. 41, n. 3, p. 341-348, 1991.
- CABRAL, B. et al. Phytochemical study and anti-inflammatory and antioxidant potential of *Spondias mombin* leaves. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 3, p. 304-311, 2016.
- CARNEIRO, L. T.; MARTINS, C. F. Africanized honey bees pollinate and preempt the pollen of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) flowers. **Apidologie**, v. 43, n. 4, p. 474-486, 2012.
- CARVALHO J.E.U.; MÜLLER, C.H. Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.
- CARVALHO, A. V.; CAVALCANTE, M. A.; SANTANA, C. L.; ALVES, R. M. Características físicas, químicas e atividade antioxidante de frutos de matrizes de cajazeira no estado do Pará. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 1, p. 45-53, 2011.
- CLEMENT, Charles R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.
- CORRÊA, M. P. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Vol. 1. Imprensa Nacional. 1984.
- CROAT, T. B. A case for selection for delayed fruit maturation in *Spondias* (Anacardiaceae). **Biotropica**, p. 135-137, 1974b.
- CROAT, T. B. A reconsideration of *Spondias mombin* L.(Anacardiaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 483-490, 1974a.
- CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Visconde do Rio Branco, Minas Gerias: Suprema, 2011.
- DIAS, Disney Ribeiro; SCHWAN, Rosane Freitas; LIMA, Luiz Carlos Oliveira. Methodology for elaboration of fermented alcoholic beverage from yellow mombin (*Spondias mombin*). **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

DUARTE, O.; PAULL, R. Exotic fruits and nuts of the new world. CABI, 20015.

DUCKE, A. Plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia brasileira: notas sobre as espécies ou formas espontâneas que supostamente lhes teriam dado origem. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE), 1946.

ERICKSON, C. L. Amazonia: The historical ecology of a domesticated landscape. In: Silverman H and Isbell W (eds.). Handbook of South American Archaeology. Springer, New York, 2008.

FRANCIS, J. K. *Spondias mombin* L. Hogplum. SO-ITF-SM-51. US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, 1992.

FREITAS, J. L.; SANTOS, M. M. L. S.; OLIVEIRA, F. A. Fenologia reprodutiva de espécies potenciais para arranjo em sistemas agroflorestais, na Ilha de Santana, Amapá. **Revista de Ciências Agrárias (Belém.)**, v. 1, n. 53, p. 78-86, 2010.

ISHOLA, I. O.; IKUOMOLA, B. O.; ADEYEMI, O. O. Protective role of *Spondias mombin* leaf and *Cola acuminata* seed extracts against scopolamine-induced cognitive dysfunction. **Alexandria Journal of Medicine**, 2017.

JUNQUEIRA, A. B.; SHEPARD, G. H.; CLEMENT, C. R. Secondary forests on anthropogenic soils of the middle Madeira river: valuation, local knowledge, and landscape domestication in Brazilian Amazonia. **Economic Botany**, v. 65, n. 1, p. 85-99, 2011.

JUSTINIANO, M. J.; FREDERICKSEN T.S.; NASH, D. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas: Azucaró *Spondias mombin* L. Anacardiaceae. **Proyecto de Manejo Forestal Sostenible**, Santa Cruz (Bolivia), 2001.

KIILL L.H.P.; SILVA, T.A.; ARAÚJO, F.P. Fenologia reprodutiva de espécies e híbridos do gênero *Spondias* L.(Anacardiaceae) em Petrolina, PE. **Embrapa Semiárido-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2013.

LASCURAIN, M. et al. **Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz. Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal.** Conafor-Conacyt. México, 2010.

LEMOS, I. C. S. et al. Natural resource use in traditional community for the treatment of diarrheal diseases in children from the Northeast of Brazil. **Journal of Medicinal Plants Studies JMPS**, v. 4, n. 1, p. 30–34, 2016.

LIMA, E. Q.; OLIVEIRA, E.; BRITO, H. R. Extraction and characterization of the essential oils from *Spondias mombin* L.(Caj), *Spondias purpurea* L.(Ciriguela) and *Spondia* ssp (Cajarana do sertão). **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 2, p. 105-116, 2016.

Linnaeus C (1753). Sp. pl.

- LORENZI, H. Árvores Brasileiras Volume 1: **manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5 ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2008.
- LOZANO, N. B. Contribucion al estudio de la anatomia floral y de la polinizacion del jobo (*Spondias mombin* L.). **Caldasia**, p. 369-380, 1986.
- MAGALHÃES, M. A. et al. Genetic diversity within and among populations of Cajazeira. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. Suple, p. 61-67, 2013.
- MALDONADO-ASTUDILLO, Y. I. et al. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p. 193–206, 2014.
- MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L.(Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, n. 55, p. 1, 2015.
- MATTIETO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. de. Caracterização física e físico-química dos frutos de cajazeira (*Spondia mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 3, p. 156-164, 2010.
- MOLINA J.C. **Guía de frutos silvestres comestibles de la Chiquitanía**. Fundación para la Consevación del Bosque Chiquitano, 2014.
- NETO, E. M. L. et al. Análise da composição florística de Boa Vista-RR:Subsídio para a gestão da arborização de ruas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 11, n. 1, p. 58–72, 2016.
- NODA, H. Melhoramento e conservação *in situ* de espécies hortícolas amazônica. In: Borém A, Lopes MTG, Clement CR (Eds.). **Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas**. Editora da Univ. Fed. Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2009.
- OBI-EGBEDI, N. O.; OBOT, I. B.; UMOREN, S. A. *Spondias mombin* L. as a green corrosion inhibitor for aluminium in sulphuric acid: Correlation between inhibitive effect and electronic properties of extracts major constituents using density functional theory. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 5, n. 3, p. 361–373, 2012.
- OLIVEIRA NETO, C. F. et al. Effect of water deficit on carbon metabolism in *Spondia mombin* L. plants. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 49, p. 4469-4476, 2015.
- OLIVEIRA, G. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 10, p. 1059–1064, out. 2014.
- OLIVEIRA, M. O.; SOUZA, F. X.; FREITAS, B. M. Abelhas visitantes florais, eficiência polinizadora e requerimentos de polinização na cajazeira (*Spondias mombin*) Bee floral visitors, pollination efficiency and pollination requirements in *Spondias mombin*. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 10, n. 3, p. 277-284, 2012.

- PINTO, W. S. et al. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1059–1066, set. 2003.
- RAMOS, M. C. **Ecologia da polinização de taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) em área de floresta secundária no município de Santo Antônio do Tauá, Pará, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, 2009.
- RODRIGUES, J.D.B.; ALVES, R.M.; FERNANDES, J.R.Q. Estudo fenológico do taperebazeiro em sistema agroflorestal implantado no estado do Pará. In: Embrapa Amazônia Oriental - Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **9º Seminário de Iniciação Científica e 3º Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015.
- SABIU, S. et al. Indomethacin-induced gastric ulceration in rats: Protective roles of *Spondias mombin* and *Ficus exasperata*. **Toxicology Reports**, v. 2, p. 261-267, 2015.
- SACRAMENTO C. K.; SOUZA, F. X. **Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília: Embrapa, 2009.
- SAMBUICHI, R. H. R. et al. Cabruca agroforests in southern Bahia, Brazil: tree component, management practices and tree species conservation. **Biodiversity and conservation**, v. 21, n. 4, p. 1055-1077, 2012.
- SANTANA, A. C. Análise do desempenho competitivo das agroindústrias de polpa de frutas do estado do Pará. **Revista de Economia e Agronegócio-REA**, v. 2, n. 4, 2015.
- SHAW, H.K.A.; FORMAN, L.L. The genus *Spondias* L. (Anacardiaceae) in tropical Asia. **Kew Bulletin**, London, v.21, n.1, p.1-20, 1967.
- SILVA, B. M. et al. Genetic diversity of Cajazeira (*Spondias mombin* L.) in three geographic regions. **Genetics and molecular research: GMR**, v. 16, n. 1, 2017.
- SILVA, C. A. et al. Divergência genética entre acessos de cajazinho (*Spondias mombin* L.) no norte do Espírito Santo. **Revista Ceres**, v. 61, n. 3, p. 362–369, jun. 2014.
- SILVA, P.A.; CARVALHO, A.V.; PINTO, C.A. Elaboração e caracterização de fruta estruturada mista de goiaba e Cajá. **Rev. ciênc. agrár.** v. 51, n.1, p 99-114, 2009.
- SOARES, E. B. et al. Caracterização física e química de frutos de cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 518–519, 2006.
- SOUZA, F. X. et al. Aspectos morfológicos da unidade de dispersão de cajazeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 215-220, 2000.
- SOUZA, F. X. et al. Comportamento vegetativo e reprodutivo de clones de cajazeira cultivados na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, 2012.
- TIBURSKI, J. H. et al. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2326-2331, 2011.

VENTURIERI, G. R.; VENTURIERI, G. C. Sistema reprodutivo e visitantes florais do taperebazeiro em Belém, PA, Brasil (*Spondias mombin* L. - Anacardiaceae). In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **Seminário de Iniciação Científica**, **14.**, **2010**, Belém, PA. Bolsista de iniciação científica: um aporte ao desenvolvimento da pesquisa agropecuária: *anais*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010.

XISTO, G.J et al. Características físico – químicas em diferentes graduações de açúcar no licor de taperebá (*Spondias mombin* L.). In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. **Anais...** Aracaju-SE, 2015.

OLA-DABVIES, O. et al. Testicular and Epididymal Parameters of *Spondia mombin*. L. (Anacardiaceae) Protected Male Wistar Rats Exposed to Sodium Arsenite. **Global Veterinaria**, v. 12, n. 2, p. 232–236, 2014.