

**COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE COMPONENTES DE QUALIDADE AGROINDUSTRIAL DE POLPAS DE CUPUAÇUZEIROS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SUSCEPTIBILIDADE À VASSOURA-DE-BRUXA**P. V. P. Guimarães<sup>1,\*</sup>, M. F. B. Durigan<sup>2,3</sup>, H. E. de Lima Primo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (Rede Bionorte da Amazônia Legal), Universidade Federal de Roraima, Avenida Cap. Enê Garcez, 2413, 69310-000, Boa Vista, Roraima

<sup>2</sup> Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária, Embrapa Instrumentação, Rua 15 de novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, São Paulo

<sup>3</sup> Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária, Embrapa Roraima, Rodovia BR 174 Km 8, 69301-970, Boa Vista, Roraima

\* Autor correspondente, e-mail: pedrovpg@hotmail.com

**Resumo:** A cultura do cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum.] é uma das mais populares e importantes da região amazônica. No entanto, raros são os relatos relacionando a qualidade da polpa e os diferentes níveis de suscetibilidade das plantas à doença vassoura-de-bruxa, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel), responsável por grandes prejuízos para a cultura. Deste modo, objetivou-se avaliar se há associação entre a qualidade agroindustrial da polpa e os níveis de susceptibilidade ao ataque de vassoura-de-bruxa de acessos de cupuaçuzeiros, por meio de avaliação dos coeficientes de correlação dos componentes. Os frutos de cupuaçu avaliados foram produzidos em sistema agroflorestral durante a safra 2015/2016. Foram avaliados os teores de sólidos solúveis e acidez titulável, a relação SS:AT, pH, coloração, condutividade elétrica, total de sais dissolvidos, macro e microelementos. As polpas de cupuaçu analisadas neste trabalho estavam em conformidade com o padrão de qualidade estabelecido pela legislação vigente, registrando-se diferenças significativas entre as características físico-químicas. Entre as características de qualidade agroindustrial de polpas de cupuaçu e a porcentagem da infestação de vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiros, houve correlações, negativas e positivas significativas, variando de moderadas a muito fortes. Estes dados são importantes para uso em um futuro melhoramento vegetal.

**Palavras-chave:** *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum., *Moniliophthora perniciosa* (Stahel), segurança alimentar, pós-colheita.

**CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN AGROINDUSTRIAL QUALITY COMPONENTS OF CUPUAÇU PULP WITH DIFFERENT LEVELS OF WITCH BROOM SUSCEPTIBILITY**

**Abstract:** The cupuaçu culture [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) K.Schum.] is one of the most popular and important in the Amazon region. However, there are few reports relating to pulp quality and different levels of plant susceptibility to witches' broom disease [*Moniliophthora perniciosa* (Stahel)], which is responsible for major crop damage. Thus, the objective was to evaluate if there is an association between the agroindustrial quality of the pulp and the levels of susceptibility to witches' broom attack by evaluating the correlation coefficients of the components. The evaluated cupuaçu fruits were produced in an agroforestry system during the 2015/2016 harvest. The most productive plants were selected, with fruits containing the largest amount of stored pulp. Soluble solids, titratable acidity, SS:AT ratio, pH, color, electrical conductivity, total dissolved salts, macro and microelements were evaluated. The cupuassu pulps analyzed in this work were in compliance with the quality standard established by the current legislation, registering significant differences between the physicochemical characteristics. There were significant negative

and positive correlations between the agroindustrial quality characteristics of cupuassu pulps and the percentage of witches' broom infestation in cupuassu trees, ranging from moderate to very strong. This data is important for use in future plant breeding.

**Keywords:** *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum., *Moniliophthora perniciosa* (Stahel), safety food, postharvest.

## 1. Introdução

As tendências do mercado mundial de alimentos apontam para alto crescimento no consumo de produtos naturais, como frutas e hortaliças (BUENO; BACCARIN, 2012), incentivando cada vez mais a agricultura, especialmente, as de base alternativa, sendo fonte de trabalho, emprego, renda, conservação ambiental e garantia de segurança alimentar. A possibilidade do consórcio de frutíferas com outros cultivos de interesse econômico é interessante e vale ser destacado, uma vez que a agricultura baseada na biodiversidade é uma alternativa ao monocultivo. Duru; Theron; Fares (2015) enfatizam que sua atratividade e potencial aumentam à medida que a pressão social aumenta para a gestão sustentável do meio ambiente e da agricultura.

A agricultura familiar é comumente desenvolvida dentro de Sistemas Agroflorestais (SAFs) na Amazônia, muito utilizados por comunidades indígenas, caboclas, tradicionais e ribeirinhas. O cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum.] é destaque na composição de sistemas de produção, sendo utilizando tanto para alimentação quanto para comercialização. Esta frutífera tem amplas possibilidades de mercado, dado a diversidade do aproveitamento de amêndoas e da polpa na agroindústria (FRAZÃO; VIÉGAS, 2006). O cupuaçu tem características tecnológicas consideradas ótimas, como alto grau de rendimento em polpa e boa qualidade sensorial, dado pelo sabor caracteristicamente forte, agradável e muito apreciado pelos consumidores.

Entretanto, a fitossanidade ainda é um entrave para o desenvolvimento e estabelecimento da cultura do cupuaçu. A vassoura-de-bruxa, principal doença de cupuaçuzeiros, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel), reduz significativamente a produção econômica e, em casos extremos, elimina a produção (FALCÃO; MORAIS; CLEMENT, 1999). Em Roraima, a produtividade desta cultura tem decrescido vertiginosamente nos últimos anos devido, principalmente, à utilização de materiais suscetíveis a este fungo (LIMA et al., 2014). Plantas com resistência e tolerância ao ataque de vassoura-de-bruxa estão sendo inseridas, porém, não há relatos sobre a qualidade da polpa destes frutos.

De acordo com Vêras; Lima; Gasparotto (1997) nas vassouras verdes, ou imaturas, das plantas adultas, na época de floração, verifica-se abundante emissão de botões florais, com posterior aborto das flores. Há paralisação no crescimento dos frutos jovens, seguida de “mumificação” ou paralisação do desenvolvimento e morte do fruto. Quando o fungo ataca os frutos com maturidade fisiológica em fase adiantada, observam-se lesões escuras no epicarpo, que correspondem internamente à região de apodrecimento do endocarpo (polpa), a qual passa da cor creme para marrom, sem aceitação pelo mercado.

Há poucos relatos na literatura científica relacionando a qualidade do fruto de cupuaçu e o nível de suscetibilidade das plantas ao ataque do *M. perniciosa*. Acredita-se que possa haver diferença entre as características físico-químicas das polpas de cupuaçuzeiros com diferentes níveis de ataque do fungo, principalmente quanto à quantidade e a qualidade de seus sais minerais. Deste modo, objetivou-se avaliar se há associação entre a qualidade agroindustrial da polpa e os níveis de susceptibilidade ao ataque de vassoura-de-bruxa, por meio de avaliação dos coeficientes de correlação dos componentes.

## 2. Materiais e Métodos

Os frutos de cupuaçu avaliados neste estudo foram produzidos no Campo Experimental Confiança da Embrapa Roraima durante a safra 2015/2016, em sistema agroflorestal, contendo plantas de castanha-da-Amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth),

cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.), andiroba (*Carapa guyanensis* Oliv.), café (*Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner), saman [*Samanea saman* (Jacq.) Merr.], abiu [*Micropholis venulosa* (Mart. & Eichler ex Miq.) Pierre] e gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.]. A área de produção está localizada no município de Cantá, Roraima, Brasil, nas coordenadas geográficas de referência 02°15'00" N e 60°39'54" W, 100 m de altitude.

No sistema agroflorestral estudado, a partir de 2006 os cupuaçuzeiros começaram a apresentar sintomas de infestação natural da doença vassoura-de-bruxa, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*. Em maio de 2013, a equipes da Embrapa Roraima realizaram avaliações da incidência e severidade máxima da vassoura-de-bruxa nos cupuaçuzeiros, utilizando o método do diagrama ilustrativo proposto por Souza et al. (2009). Para verificar a susceptibilidade e a resposta da planta à tratamentos culturais, no mesmo ano, realizaram-se em plantas infectadas com vassoura-de-bruxa poda drástica, com cortes superiores a 40% da copa. Nos cupuaçuzeiros com alta incidência da doença realizou-se eliminação total da copa. Foi feito o controle fitossanitário aplicando pasta bordalesa nas áreas injuriadas pelas podas, visando controlar novas contaminações. Todo material vegetal contaminado foi retirado da área de produção. Realizou-se adubação mineral em cada planta com ureia, superfosfato simples, cloreto de potássio e *fritted trace elements* (FTE BR 12).

Nos anos posteriores, a reincidência da doença foi acompanhada, mantendo-se os tratamentos culturais. Baseado nos estudos preliminares efetuados nos últimos 5 anos pela Embrapa Roraima (LIMA et al., 2014), as plantas e seus frutos foram classificados quanto à susceptibilidade ao ataque da doença vassoura-de-bruxa em quatro níveis: resistente (R) sem ataque (0%); moderadamente resistente (MR) com 1 a 13% de ataque; susceptível (S) com 14 a 50% de ataque; e altamente susceptível (AS) com ataques acima de 51%. Foram selecionadas as plantas mais produtivas (AS = acessos 21, 34, 49, 64 e 298; S = acessos 6, 28, 63, 266, 295; MR = acessos 25, 35, 56, 265 e 30; R = acessos 74, 110, 248, 292 e 297), com frutos contendo a maior quantidade de polpa armazenada e, selecionando-se cinco plantas por nível de susceptibilidade.

Durante a safra, os frutos foram colhidos semanalmente diretamente do chão e encaminhados para avaliação de qualidade no Laboratório de Pós-Colheita e Agroindústria da Embrapa Roraima. No local os frutos foram armazenados em sala climatizada (24±1 °C) até o beneficiamento (tempo máximo 40 horas), quando foram higienizados com água clorada (12 ml de hipoclorito de sódio em 100 L de água), despolpados manualmente, com auxílio de tesouras, e as polpas acondicionadas em embalagens plásticas, identificadas individualmente e mantidas congeladas em freezer (-18 °C) até a avaliação. As amostras identificadas foram descongeladas e homogeneizadas para avaliação dos teores de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT), e o potencial hidrogeniônico (pH), conforme métodos indicados pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

Na análise eletrolítica das polpas, a condutividade elétrica e o total de sólidos solúveis foram mensurados em condutivímetro microprocessado (Modelo Q-405M), calibrado com solução padrão de KCl com 1418  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Na análise colorimétrica, a cor [luminosidade ( $L^*$ ); cromaticidade ( $C^*$ ) e ângulo *hue* ( $h^\circ$ )] das polpas foi mensurada pela leitura direta com colorímetro (Modelo CR-410), calibrado em placa padrão ( $Y = 87,2$ ;  $x = 0,3167$ ;  $y = 0,3237$ ), com resultados expressos no sistema CIE  $L^* a^* b^*$ .

Para análise de macro e microelementos, as polpas de cupuaçuzeiros foram desidratadas por secagem direta em estufa de ar quente, calibrada para 105±5 °C até peso constante, de acordo com método do Instituto Adolf Lutz (2008). Essas foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao laboratório comercial PIRASOLO, na cidade de Piracicaba, São Paulo, Brasil. As análises dos elementos foram realizadas utilizando digestão sulfúrica para N e digestão nitro-perclórica para P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn. Utilizou-se colorimetria para análise de P, S e B, espectrofotometria de absorção atômica para análise de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, e para K, utilizou-se emissão fotometria de chama. Objetivando-se avaliar as correlações entre os componentes de qualidade agroindustrial e os níveis de susceptibilidade (porcentagem de infestação), montou-se a matriz de correlação de Pearson utilizando o ambiente R, versão 3.6.0 (R CORE TEAM, 2019).

### 3. Resultados e Discussão

Por meio da análise de correlação de Pearson verificou-se que, possivelmente, houve associação entre a qualidade agroindustrial da polpa de cupuaçuzeiro e os níveis de susceptibilidade (porcentagem de infestação) da planta ao ataque de vassoura-de-bruxa. Das 210 correlações possíveis (Tabela 1) houve significância em 42 (20%), sendo 19 significativas ao nível de 5% e 23 significativas ao nível de 1%. A maioria das correlações é positiva (29 = 13,8% do total de associações possíveis).

Tabela 1. Matriz de correlação linear simples das características de qualidade de polpas de cupuaçu e porcentagem de infestação de vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiros cultivados em sistema agroflorestal no Campo Experimental Confiança, no município de Cantá, Roraima, Brasil.

	Infestação	SS	AT	SS:AT	pH	L*	C*	h°	CE	TSD	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
Infestação	1																					
SS	0,4 <sup>ns</sup>	1																				
AT	0,2 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	1																			
SS:AT	-0,1 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,9 <sup>**</sup>	1																		
pH	0,1 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,6 <sup>*</sup>	0,7 <sup>**</sup>	1																	
L*	0,4 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	1																
C*	-0,0 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>**</sup>	-0,0 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	1															
h°	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	1														
CE	0,5 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	-0,0 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	1													
TSD	0,7 <sup>*</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>*</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	1												
N	-0,7 <sup>**</sup>	-0,6 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,6 <sup>ns</sup>	-0,6 <sup>*</sup>	1											
P	-0,8 <sup>**</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	-0,0 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>**</sup>	1										
K	-0,2 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>**</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	1									
Ca	-0,7 <sup>**</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	-0,0 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>*</sup>	0,7 <sup>**</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	1								
Mg	-0,8 <sup>**</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	-0,0 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>*</sup>	0,9 <sup>**</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>**</sup>	0,7 <sup>**</sup>	1							
S	-0,3 <sup>ns</sup>	-0,0 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>*</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>*</sup>	1						
Cu	-0,6 <sup>*</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,6 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>**</sup>	0,7 <sup>**</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	1					
Fe	-0,8 <sup>**</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	-0,0 <sup>ns</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	-0,0 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>*</sup>	0,7 <sup>**</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>*</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>*</sup>	1				
Zn	-0,6 <sup>*</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>**</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>*</sup>	0,9 <sup>**</sup>	0,8 <sup>**</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>*</sup>	1			
Mn	-0,8 <sup>**</sup>	-0,3 <sup>ns</sup>	-0,6 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,0 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,6 <sup>ns</sup>	-0,9 <sup>**</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>*</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	1		
B	-0,7 <sup>*</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>**</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,2 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>*</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>**</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>*</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	1	

SS = sólidos solúveis; AT = acidez titulável; SS:AT = relação sólidos solúveis/acidez titulável; pH = potencial hidrogeniônico; CE = condutividade elétrica; TSD = total de sais dissolvidos; L\* = luminosidade; C\* = cromaticidade; h° = ângulo hue; N = nitrogênio; P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = enxofre; Cu = cobre; Fe = ferro; Zn = zinco; Mn = manganês; B = boro; ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade; \*\* = significativo a 1% de probabilidade.

Das correlações significativas 17 são consideradas moderadas (40,5%), 23 fortes (54,8%) e 2 muito fortes (4,7%). Houve correlação positiva entre a porcentagem de infestação de vassoura-de-bruxa e o total de sais dissolvidos ( $r = 0,70^*$ ), indicando que cupuaçuzeiros com maiores infestações de vassoura-de-bruxa produziram frutos com maiores teores de sais dissolvidos nas polpas estudadas. No entanto, verificou-se correlação negativa da porcentagem de infestação de vassoura-de-bruxa com as concentrações de N ( $r = -0,72^{**}$ ), P ( $r = -0,84^{**}$ ), Ca ( $r = -0,71^{**}$ ), Mg ( $r = -0,77^{**}$ ), Cu ( $r = -0,62^*$ ), Fe ( $r = -0,79^{**}$ ), Zn ( $r = -0,61^*$ ), Mn ( $r = -0,84^{**}$ ) e B ( $r = -0,67^*$ ), indicando que plantas mais susceptíveis à infestação de vassoura-de-bruxa, apresentaram menores concentrações destes elementos nas polpas desidratadas.

Das correlações altamente significativas ( $p < 0,01$ ), destacamos uma que foi negativa entre a relação SS:AT e AT ( $r = -0,92^{**}$ ) e outra positiva entre Zn e Mg ( $r = 0,90^{**}$ ). Notou-se que à medida que as polpas de cupuaçu apresentaram maiores teores de Mg, os valores médios dos teores de Zn, também aumentaram proporcionalmente. A associação do índice de maturação (relação SS:AT) com a acidez titulável já era esperada, pois, AT é utilizada no cálculo para a obtenção deste índice. Houve correlação forte positiva entre nitrogênio e cobre ( $r = 0,83^{**}$ ). Destaca-se que estes dois elementos foram encontrados em maiores concentrações em polpas de frutos de plantas de cupuaçuzeiros resistentes ao ataque de vassoura-de-bruxa. De acordo com Dechen; Haag; Carmello (1991), o cobre tem ação na redução e/ou fixação de nitrogênio em tecidos vegetais, o que explica a associação entre os elementos neste estudo. Houve correlação forte positiva entre os teores dos macroelementos S e Mg ( $r = 0,70^*$ ), porém, somente significativa ao nível de 5% de probabilidade,

o que não a torna, menos importante, visto que o S e o Mg desempenham funções estruturais na polpa. Os dados aqui registrados apontam para o crescimento proporcional dos teores de S e Mg nas polpas de cupuaçuzeiros.

#### 4. Conclusões

Há correlações negativas e positivas significativas, entre as características de qualidade agroindustrial de polpas de cupuaçu e a porcentagem da infestação de vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiros, variando de moderadas a muito fortes. As correlações positivas mais significativas são entre a porcentagem de infestação de vassoura-de-bruxa e o total de sais dissolvidos, Zn e Mg e entre S e Mg. As correlações negativas mais importantes são entre a porcentagem de infestação de vassoura-de-bruxa e as concentrações de B, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, N, P e Zn.

#### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (projeto n. 445741/2014-7MCTI/CNPQ/Universal 14/2014), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Bolsa Demanda Social do primeiro autor), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e à Petrobras pelo patrocínio através do programa socioambiental (Projeto Cupuaçu Forte/n.º 5850.0102917.16.2).

#### Referências

- BUENO, G.; BACCARIN, J. G. Participação das principais frutas brasileiras no comércio internacional: 1997 a 2008. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 2, p. 424-434, 2012.
- DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. de C. Funções dos micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. de. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991.
- DURU, M.; THEROND, O.; FARES, M. Designing agroecological transitions; a review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 35, p. 1237–1257, 2015.
- FALCÃO, M. de A.; MORAIS, R. R. de; CLEMENT, C. R. Influência da vassoura de bruxa na fenologia do cupuaçuzeiro. *Acta Amazonica*, v. 29, n. 1, p. 13-19, 1999.
- FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. de J. M. Cupuaçuzeiro: Nutrição, Calagem e Adubação. Circular Técnica n.º 43, 6 p. Belém, Pará, 2006.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- LIMA, H. E.; ALBUQUERQUE, T. C. S. de; SANTOS, V. A. dos; LINS, D. C. M.; CARMO, I. L. G. S. Severidade da vassoura-de-bruxa em plantas de cupuaçuzeiro após a realização de poda drástica. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 23, 2014, Cuiabá. *Fruticultura: oportunidades e desafios para o Brasil*. [S.l.]: SBF, 2014.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <https://www.r-project.org/>.
- SOUZA, M. G.; SOUZA, A. G. C. S.; ARAÚJO, J. C. A.; SOUSA, N. R.; LIMA, R. M. B. Método para avaliação da severidade da vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiro em condições de campo. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. 11p. (Embrapa Amazônia Ocidental. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 10).
- VÉRAS, S. M.; LIMA, M. I. P. M.; GASPAROTTO, L. Doenças de fruteiras da Amazônia. In: KIMATI, H.; AMORIN, A.; BERGAMIN FILHO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. *Manual de fitopatologia*. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. 774p.