

Caracterização agrônômica de uma coleção de plantas de *Chrysophyllum cainito* L. (Caimito)

¹ Thiago Gentil Ramires, ² Luiz Ricardo Nakamura, ¹ Ana Julia Righetto, ³ Ezequiel Abraham López Bautista, ¹ Carlos Tadeu dos Santos Dias

¹ Universidade de São Paulo, Escola Superior. de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Exatas, Avenida Pádua Dias, 11, CEP13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mails: gentil_bg@hotmail.com, ajrighetto@gmail.com, ctsdias@usp.br

² Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Informática e Estatística, Campus Reitor João David Ferreira Lima, s/n, CEP 88040-900, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. E-mail: luiz.nakamura@ufsc.br

³ Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria, 11 Av, Guatemala 01012, Guatemala. E-mail: ealbautis@usp.br

Resumo: Neste estudo foram avaliadas 15 características quantitativas, divididas em quatro categorias distintas, relacionadas a características: a) frutos; b) sementes; c) folhas e d) árvores; de 47 diferentes árvores de caimito roxo (*Chrysophyllum cainito* L.) localizadas no jardim botânico Cabiria 6 do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza, Cartago, Costa Rica. Com as características mensuradas buscou-se avaliar as árvores com maior potencial econômico para a região em estudo. Para tanto, foram combinados e utilizados dois métodos estatísticos multivariados: Análise Fatorial e Análise de Agrupamentos. Por meio da análise fatorial, as 15 características quantitativas foram agrupadas em apenas seis novos fatores, dividindo as 47 árvores em sete grupos com características distintas. Com a análise, foi possível dividir os 47 genótipos em estudo em sete grupos fenotípicos distintos no qual o Grupo 2, composto por sete genótipos provenientes maioritariamente da Costa Rica (7, 9, 14, 15, 23, 44 e 47), seria o mais promissor para a região em estudo.

Palavras chave: Árvores de Caimito, Análise de agrupamento, Análise multivariada.

Agronomic characterization of a *Chrysophyllum cainito* L. plant collection (Caimito)

Abstract: In this study 15 quantitative characteristics, divided into four different groups, were evaluated: a) fruit; b) seed; c) leaf; and d) tree; into 47 purple *caimito* trees (*Chrysophyllum cainito* L.) located at Cabiria 6 botanical garden of Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza, in Turrialba, Cartago, Costa Rica. With the measured characteristics, we attempted to evaluate the trees with the greatest economic potential for the region in study. For this, we combined and used two multivariate statistical methods: factor and cluster analysis. With this procedure, the number of original variables decreased to only six factors, dividing the 47 trees in seven groups with particular characteristics. With this methodology, we were able to group the 47 genotypes in study in seven different clusters, whereas the Group 2, composed of seven genotypes derived mainly from Costa Rica (7, 9, 14, 15, 23, 44 and 47), would be the most promising for the region in study.

Key words: *Caimito* trees, Cluster analysis, Multivariate analysis.

Introdução

As regiões tropicais apresentam uma grande riqueza e variedade de espécies de árvores, que possuem um alto potencial econômico por oferecerem frutos nutritivos, utilizados como medicamento, assim como produção de látex e madeira. Martel (1992) cita também como potencial mercante a exportação de frutas exóticas, que só podem ser cultivadas em regiões específicas.

Entre os frutais da América Tropical, destacam-se os membros da família das sapotáceas, que possuem cerca de 800 espécies e tem grande importância socioeconômica na Amazônia brasileira. Segundo Zenid (2009), a família possui árvores que produzem madeira de alto valor comercial como a maparajupa (*Manilkara bidentata* (A. DC) A. Chev. E *Manilkara paraensis* (Huber) Standl.), o goiabão (*Pouteria bilocularis* (H.J.P. Winkl.) Baehni e *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist) e maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev.), usadas na construção civil, em móveis e em artigos domésticos decorativos e tacos. Outro fator que contribui com a importância da família sapotáceas são as plantas frutíferas comerciais, como o abiu (*Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk. e *Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma).

Dentre as espécies da família das sapotáceas destaca-se o caimito roxo (*Chrysophyllum cainito* L.), cujas folhas contêm propriedades medicinais que ajudam no tratamento do diabetes (N'guessan et al., 2009). O caimito roxo, também conhecido em algumas regiões do Brasil por abiu, abiu-do-Pará, Aguaí ou em alguns países por “*star apple*”, é originário das ilhas do Caribe e da América Central (Cavalcante, 1991). É possível que as plantas cultivadas se originassem de uma população reduzida que se multiplicou e distribuiu-se posteriormente na América do Sul na época pré-colombiana (León, 1987). Na América Central, América do Sul e nas Antilhas, o interesse por esta cultura é recente, existem algumas pequenas plantações comerciais isoladas que podem permitir sua expansão tanto a nível local como para a exportação, porém sendo dificultada devido à falta pesquisas e informações sobre a exploração e uso do caimito roxo.

A árvore do caimito roxo possui entre 10 e 25 m de altura, com 20 a 50 cm de diâmetro

(Hernández-Sánchez et al., 2009). Uma característica muito marcante nesta espécie é sua folhagem brilhante, de cor dourada a dourada ferrosa, sendo utilizada em alguns lugares como ornamental (Petersen et al., 2012). Esta espécie possui folhas alternas de 4,5 a 15,5 cm, geralmente elípticas a oblongas elípticas. A maturação dos frutos ocorre em cerca de 180 dias, sendo eles arredondados, com 5-8 cm de diâmetro, solitários e com a cor externa roxa. Segundo León (1987), cada fruto tem em média cinco a oito sementes, distribuídas radialmente e dão, em corte transversal, a aparência de uma estrela característica desta espécie, originando daí seu nome em inglês “*star apple fruit*”. O mesocarpo do fruto maduro tem um sabor doce agradável que normalmente é consumido fresco e também em conservas e bebidas. Pino et al. (2002) apresenta um estudo sobre a composição química do aroma dos frutos. Tais características reforçam o potencial comercial da árvore do caimito roxo, como citado anteriormente.

Com um alto potencial econômico (Parker et al., 2010), fazem-se necessários estudos para a seleção de genótipos dessa cultura. Os recursos fitogenéticos compreendem as seguintes categorias: variedades de espécies cultivadas, tanto tradicionais como comerciais, espécies silvestres afines às cultivadas ou com um grande potencial, e materiais obtidos de trabalhos de melhoramento genético (Esquinas-Alcázar, 1993). Tais recursos constituem um patrimônio da humanidade de valor incalculável e sua perda é um processo irreversível que supõe uma grave ameaça para a estabilidade dos ecossistemas, o desenvolvimento agrícola e a seguridades alimentaria do mundo. Nesse contexto, estudos de seleção de genótipos vêm sendo realizados utilizando metodologias estatísticas multivariadas (Benitez et al. (2011), Bertini et al. (2010) e Nakamura et al. (2013)). Como parte dos estudos sobre a diversidade genética, se inclui a caracterização das coleções de germoplasma, a qual possibilita conhecer a variação dentro das coleções e selecionar os genótipos mais aptos para cultivá-los (Márquez Hernández, 1992).

Materiais e métodos

Com o intuito de auxiliar na identificação de genótipos promissores do caimito roxo, neste

artigo, foram avaliadas 15 características quantitativas em 47 árvores distintas da espécie. Para isso foram empregadas as técnicas de análise fatorial (AF) e, posteriormente, a análise de agrupamento (AA) aos fatores obtidos, viabilizando a obtenção dos genótipos mais promissores do caimito roxo.

A base de dados utilizada é parte da pesquisa realizada por Gazel (1995), na qual foram observadas as árvores da coleção de sapotáceas, localizada no jardim botânico Cabiria 6 do “Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza” [CATIE], situado em Turrialba, província de Cartago (Costa Rica), dentro das coordenadas geográficas: latitude 9°53' Norte e longitude 83°39' Oeste. O jardim está localizado na altitude de 602 metros, cujo o qual apresenta temperatura média anual de 22,3 °C assim como precipitação média anual de 2.600 mm.

As plantas da coleção de caimito foram introduzidas ao banco de germoplasma do CATIE entre 1977 e 1980, procedentes de sementes coletadas desde o México até a Costa Rica, semeadas a uma distância de 8 m x 6,5 m. A coleta de dados foi realizada no período de novembro de 1994 a janeiro de 1995, no qual quando uma determinada árvore apresentava flores em grande quantidade e/ou frutos abundantes, esta era etiquetada e incluída no conjunto de dados. Utilizando esse método de seleção, foram obtidas e avaliadas 47 árvores de caimito roxo na região em estudo. As características observadas foram:

a) Em uma amostra aleatória de dez frutos por árvore, foram avaliadas as seguintes características em relação aos frutos:

- X₁: Peso médio (g);
- X₂: Comprimento médio (mm);
- X₃: Diâmetro (mm) médio da medida da parte com maior largura;
- X₄: Espessura média da casca (mm);
- X₅: Peso médio da casca (g) desconsiderando o peso das sementes e a polpa;
- X₆: Rendimento médio da polpa (%) em relação entre o peso da polpa e o peso total do fruto.

b) Em uma amostra aleatória de dez frutos por árvore, foram avaliadas as seguintes características em relação as sementes:

- X₇: Número médio de sementes por fruto;
- X₈: Largura média (mm);
- X₉: Diâmetro médio (mm);

– X₁₀: Peso médio (g);

c) Em uma amostra aleatória de dez folhas por árvore, foram avaliados:

- X₁₁: Comprimento médio (cm) por árvore;
- X₁₂: Largura média (cm) por árvore;

d) Características da árvore:

– X₁₃: Altura (m) medida da base ao ponto mais alto;

– X₁₄: Diâmetro do tronco (cm) medido a 10 cm do solo;

– X₁₅: Diâmetro da copa (m) medido no sentido paralelo à linha de semeadura.

Com o grande número de variáveis, foi aplicada a análise fatorial (AF), que tem como principal objetivo expressar o efeito conjunto de p variáveis por meio de $k < p$ de fatores, eliminando o ruído presente. Para identificação dos k fatores, retido no sistema explicativo, foi adotado o critério de Kaiser (Kaiser, 1958), em que k representa o número de autovalores da matriz de correlação amostral maiores do que um e, a percentagem de variância total acumulada no mínimo 70% da variância original dos dados (Mardia et al., 1992 & Guedes et al., 2012), Nakamura et al. (2013) e Silva et al. (2013)).

O modelo fatorial ortogonal é dado por:

$$\vec{X} - \vec{\mu} = \Lambda_{p \times k} \vec{F}_{k \times 1} + \vec{\epsilon}_{p \times 1}$$

em que \vec{X} é o vetor p dimensional de variáveis originais, $\vec{\mu}$ é o vetor p dimensional de médias, Λ é a matriz de dimensão de cargas fatoriais, \vec{F} é o vetor de variáveis latentes ou fatores e $\vec{\epsilon}$ é o vetor dos resíduos. Neste trabalho foi utilizado o método dos componentes principais para a obtenção dos elementos da matriz Λ , em que $\Lambda = [\sqrt{\lambda_1} \mathbf{e}_1 \mathbf{1}] \dots [\sqrt{\lambda_k} \mathbf{e}_k \mathbf{1}]$, sendo que λ_i e \mathbf{e}_i , $i=1, \dots, k$, correspondem, respectivamente, aos autovalores e autovetores da matriz de correlação do conjunto de dados. Após a obtenção da matriz fatorial original, aplicou-se a rotação Varimax com o intuito de simplificar a interpretação dos fatores obtidos (Hair et al., 2005).

A análise de agrupamento foi realizada com os fatores escolhidos na AF utilizando a distância euclidiana e o método de Ward, que apresenta um forte apelo estatístico envolvido em seu processo. Para a aplicação do método de Ward, deve-se transformar a matriz de distâncias

euclidianas D na forma $P = [0,5D]$, em que P representa a matriz de proximidades. A medida de proximidade entre um determinado grupo RS com um grupo T, segundo Jain e Dubes (1998), é dado por:

$$P_{rs} = \frac{1}{n_t + n_{rs} [(n_t + n_s)p_{rt} + (n_t + n_s)p_{st} - n_t p_{rs}]}$$

em que: n_t, n_r, n_s e n_{rs} correspondem ao número de indivíduos dentro do grupo T, R, S e RS, respectivamente e p_{rt}, p_{st} e p_{rs} as medidas de proximidade do grupo R com o grupo T, do grupo S com o grupo T e do grupo R com o grupo S, respectivamente. Após o agrupamento dos indivíduos, foi realizada uma representação gráfica dos agrupamentos, por meio de um dendrograma.

O objetivo principal da análise de agrupamento, como seu próprio nome sugere, é o de agrupar objetos ou indivíduos mais homogêneos possíveis, isto é, espera-se que indivíduos com características similares sejam alocados em um mesmo grupo, ao passo que indivíduos menos similares sejam alocados em grupos distintos (Johnson & Wichern, 2007). Na literatura atual, não existe um método robusto para a obtenção do número de grupos formados em um determinado estudo, ficando assim a critério e conhecimento do pesquisador da área realizar um 'corte' no dendrograma obtido na análise de agrupamento para a formação desses grupos. Tal procedimento requer que os grupos obtidos tenham suas características homogêneas bem definidas, de modo que a subjetividade da escolha do corte realizado seja justificada. As análises realizadas nesse estudo foram realizadas com auxílio do software SAS (SAS, 1995).

Resultados e discussão

A matriz de correlações entre as variáveis revelou um número substancial de correlações superiores à 0,30, em módulo, o que segundo Mardia et al. (1992), valida a aplicação do método proposto. Segundo o autor, a AF pode ser realizada se a matriz de correlações dos dados apresentar valor de MSA (medida de adequação da amostra) superior à 0,60 e, como a MSA

obtida foi de 0,63, tais pressuposições foram satisfeitas.

Foram constatados seis autovalores maiores do que um (5,67; 2,12; 1,57; 1,46; 1,30; e 1,19) que juntos somam 88,73% da variância original dos dados. As cargas fatoriais rotacionadas podem ser observadas na Tabela 1. A nomeação de cada um dos fatores foi realizada, como sugerido em Hair et al. (2005), de maneira que as cargas fatoriais maiores ou iguais a 0,5 – em módulo – em cada um deles fossem refletidas:

– Fator 1: as variáveis com cargas fatoriais mais elevadas são: i) peso do fruto (g); ii) comprimento do fruto (mm); iii) diâmetro do fruto (mm); iv) espessura da casca (mm); v) peso da casca (g); e vi) rendimento da polpa (%). Logo, este fator foi nomeado como “Fruto”.

– Fator 2: as variáveis com cargas fatoriais mais elevadas são: i) comprimento da folha (cm); e ii) largura da folha (cm). Logo, este fator foi nomeado como “Folha”.

– Fator 3: as variáveis com cargas fatoriais mais elevadas são: i) comprimento da semente (mm); ii) diâmetro da semente (mm); e iii) peso da semente (g). Logo, este fator foi nomeado como “Semente”.

– Fator 4: as variáveis com cargas fatoriais mais elevadas são: i) espessura da casca (mm) - negativamente e i) rendimento da polpa (%). Logo, este fator foi nomeado como “Polpa”.

– Fator 5: as variáveis com cargas fatoriais mais elevadas são: i) altura da árvore (m); ii) diâmetro da árvore (cm); e iii) diâmetro da copa (m). Logo, este fator foi nomeado como “Estrutura da árvore”.

– Fator 6: as variáveis com cargas fatoriais mais elevadas são: i) número de sementes/fruto e ii) peso da semente (g). Logo, este fator foi nomeado como “Relação semente/fruto”.

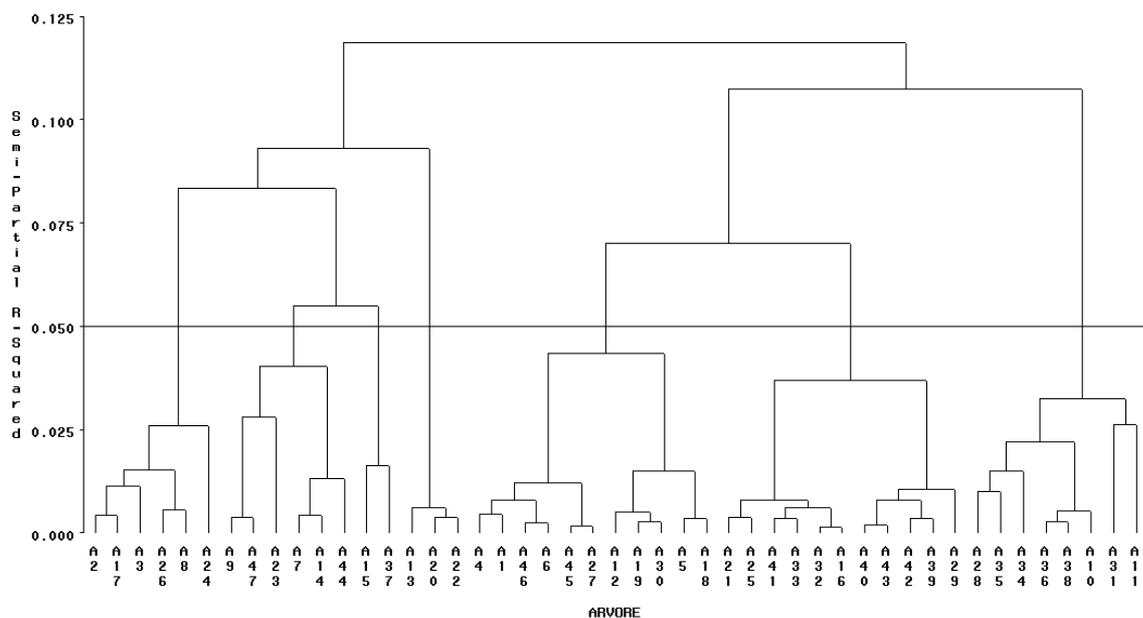
Observa-se, pela Tabela 1, que as variáveis foram bem distribuídas ao longo dos seis fatores retidos no sistema seguindo os critérios de Kaiser e proporção de variância original explicada, uma vez que a nomeação de cada um dos mesmos foi realizada de maneira simples e concisa, possuindo um significado prático satisfatório. Os escores de cada indivíduo (genótipo) foram calculados e utilizados para a realização do agrupamento (Figura 1), com o intuito de identificar os genótipos mais e menos promissores para a região em estudo. Uma linha de corte foi sugerida no valor de 0,05 para a

formação dos grupos, formando sete aglomerados de características distintas que alocam genótipos similares (Tabela 2).

Tabela 1- Matriz fatorial rotacionada pelo critério varimax e porcentagem de variação explicada por cada fator

Variável	Fator					
	1	2	3	4	5	6
X ₁	0,93	0,21	0,23	0,13	-0,02	0,05
X ₂	0,90	0,18	0,12	0,01	-0,17	0,13
X ₃	0,92	0,19	0,22	0,11	-0,07	0,11
X ₄	0,52	-0,01	-0,01	-0,76	0,09	-0,10
X ₅	0,92	0,18	0,19	-0,22	-0,04	0,03
X ₆	0,51	0,05	0,08	0,77	0,05	-0,12
X ₇	0,04	0,01	-0,22	-0,08	-0,05	0,94
X ₈	0,16	0,04	0,89	0,08	0,05	-0,18
X ₉	0,42	0,04	0,74	-0,02	-0,09	0,15
X ₁₀	0,27	0,20	0,50	0,14	-0,10	0,74
X ₁₁	0,24	0,92	-0,03	0,10	-0,01	-0,01
X ₁₂	0,30	0,87	0,13	-0,12	-0,07	0,13
X ₁₃	-0,20	0,28	0,08	-0,22	0,82	-0,09
X ₁₄	0,01	-0,19	0,09	0,47	0,65	0,01
X ₁₅	-0,03	-0,43	-0,23	0,14	0,71	-0,05
% de variação	37,8	14,1	10,5	9,7	8,7	7,9

Figura 1- Dendrograma obtido pelo agrupamento hierárquico de Ward referente às plantas de caimito em estudo



A partir da Figura 1 e da Tabela 2, foi possível realizar a caracterização dos grupos formados: O grupo 1, composto por seis árvores que possuem como principais características folhas pequenas e alta proporção de sementes/fruto; Grupo 2, composto por seis árvores, as quais possuem como principal característica alto rendimento de polpa; Grupo 3, composto por duas árvores, as quais têm como principais características folhas grandes e alta

proporção de semente/fruto; Grupo 4, composto por três árvores com as principais características frutos pequenos, árvores altas e baixa proporção de sementes/fruto; Grupo 5, composto por onze árvores que têm como principal característica sementes pequenas; Grupo 6, composto por onze árvores que têm como principal características frutos pequenos e árvores baixas; Por fim o grupo 7, composto por oito árvores que têm como principal característica folhas grandes.

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão (em parênteses) das variáveis em estudo para cada um dos sete grupos formados

Variável	Grupo						
	1	2	3	4	5	6	7
X ₁	108,68(70,64)	115,02(62,27)	96,45(29,91)	49,42(4,22)	92,84(19,87)	94,78(41,05)	119,61(42,99)
X ₂	55,80(10,79)	57,02(7,91)	55,50(11,75)	44,35(3,59)	54,30(3,74)	55,94(9,31)	60,88(7,18)
X ₃	56,58(11,96)	55,54(10,30)	55,07(6,26)	44,17(0,77)	54,97(4,32)	53,69(8,73)	58,39(7,01)
X ₄	2,88(0,70)	2,19(0,55)	2,92(0,07)	2,61(0,61)	2,57(0,62)	2,76(0,83)	3,17(0,65)
X ₅	36,97(22,91)	32,83(14,05)	33,10(15,13)	18,33(3,61)	30,07(5,92)	34,65(16,37)	40,90(12,35)
X ₆	59,72(3,77)	65,24(6,09)	60,22(2,35)	57,42(2,68)	61,88(4,30)	57,64(2,70)	60,14(5,97)
X ₇	6,80(0,47)	6,18(1,21)	6,65(0,78)	4,67(1,17)	5,61(1,36)	6,65(1,28)	6,19(1,50)
X ₈	18,69(2,14)	19,09(3,03)	19,48(0,02)	17,99(0,59)	18,13(2,02)	18,57(1,61)	18,38(2,59)
X ₉	12,82(1,71)	12,20(0,74)	13,02(0,66)	10,82(0,47)	11,93(0,79)	12,42(0,92)	12,43(0,77)
X ₁₀	5,55(1,82)	5,23(0,99)	5,63(0,95)	2,19(0,32)	4,24(0,90)	5,23(1,18)	5,06(1,47)
X ₁₁	9,93(0,82)	11,81(1,57)	13,56(1,01)	11,28(0,61)	10,81(1,00)	11,17(1,30)	12,58(2,18)
X ₁₂	5,02(0,54)	5,94(0,98)	7,08(1,01)	5,26(0,09)	5,17(0,57)	5,68(0,95)	6,30(1,30)
X ₁₃	10,35(1,19)	8,37(2,74)	11,65(2,62)	13,17(0,75)	8,59(1,17)	9,04(1,08)	9,14(1,35)
X ₁₄	28,59(4,22)	29,68(10,66)	27,81(9,30)	39,89(2,57)	29,20(4,93)	23,37(4,45)	22,70(3,08)
X ₁₅	9,54(2,47)	8,22(1,77)	6,41(2,53)	11,10(3,14)	8,78(1,88)	7,97(1,74)	7,90(1,67)

Conclusão

Por meio da metodologia proposta foi possível dividir os 47 genótipos em estudo em sete grupos fenotípicos distintos, de acordo com as 15 características quantitativas coletadas. Dentre os grupos formados, o Grupo 2, composto por sete genótipos provenientes maioritariamente da Costa Rica (7, 9, 14, 15, 23, 44 e 47), seria o

mais promissor para a região em estudo, já que possuem como principal característica alto rendimento de polpa (64.76%) e peso médio de frutos de 109.34 grs.

Referências

Benitez, L. C., Rodrigues, I. C. S., Arge, L. W. P., Rilbeiro, M. V., & Braga, E. J. B. (2011). Análise

multivariada da divergência genética de genótipos de arroz sob estresse salino durante a fase vegetativa. *Revista Ciência Agronômica*, 42 (2), 409-416.

Bertini, C.H.C.M., Almeida, W.S., Silva, A.P.M., Silva, J.W.L., & Teófilo, E.M. (2010). Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. *Acta Scientiarum Agronomy*, 32 (4), 613-619.

Cavalcante, P.B. (1991). *Frutas comestíveis da Amazônia* (5. ed., 279p). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.

Esquinas-Alcázar, J.T. (1993). La diversidad genética como material básico para el desarrollo agrícola. *La Agricultura del Siglo XX*, 3-19.

Gazel Filho, A.B. (1995). *Caracterización sistemática de la colección de sapotáceas (Pouteria sapota (Jacq.) H. Moore & Stearn; Mailkara zapota (L.) P. van Royen y Chrysophyllum cainito L.) del CATIE* (129f). Dissertação de Mestrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

Guedes, H.A.S., Silva, D.D., Elesbon, A.A.A., Ribeiro, C.B.M., Matos, A.T., & Soares, J.H.P. (2012). Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16 (5), 558-563.

Hair, J.F., Tatham, R.L., Anderson, R.E., & Black, W.C. (2005). *Análise multivariada de dados* (5 ed., 593 p). Adonai Shchlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto (Tradução). Porto Alegre: Bookman.

Hernández-Sánchez, M.L., Hernández-Fuentes, A.D., Elorza-Martínez, P., López-Herrera, M., & López-Jiménez, M.A. (2009). Caracterización de frutos de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) en el estado de Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola*, 9 (1), 70-73.

Jain, A.K., & Dubes, R.C. (1988). *Algorithms for clustering data* (320p). New Jersey: Prentice Hall.

Johnson, R.A., & Wichern, D.W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed., 773p). New Jersey: Prentice Hall.

Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23 (3), 187-200.

León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales* (Colección Libros y Materiales Educativos, n. 84) . San José, Costa Rica: IICA.

Márquez Hernández, J. M. (1992). *Caracterización sistemática, parámetros genéticos e índices de selección, de la colección de Jícama (Pachyrhizus erosus L. Urba) del CATIE*. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1432e/A1432e.pdf>

Mardia, K.V., Kent, J.T., & Bibby, J.M. (1992). *Multivariate analysis* (518p). London: Academic Press.

Martel, J.H.I. (1992). Frutíferas da Amazônia. In: Donadio, L.C., Martins, A.B.G., & Valente, J.P. (Eds.). *Fruticultura Tropical* (268p). Jaboticabal: Funep.

Nakamura, L.R., Bautista, E.A.L., Quaresma, E.S., Dias, C.T.S., & Miranda, E.F.O. (2013). Seleção de genótipos promissores de café: uma abordagem multivariada. *Revista Brasileira de Biometria*, Jaboticabal, 31 (4), 516-528.

N'guessan, K., Amoikon, K.E., Tiébré, M.S., Kadja, B., & Zirihi, G.N. (2009). Effect of aqueous extract of *Chrysophyllum cainito* leaves on glycaemia of diabetic rabbits. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3 (10), 501-506.

Parker, I.M., López, I., Petersen, J.J., Anaya, N., Cubilla-Rios, L., & Potter, D. (2010). Domestication syndrome in caimito (*Chrysophyllum cainito* L.): fruit and seed characteristics. *Economic Botany*, 64 (2), 161-175.

Petersen, J.J., Parker, I.M., & Potter, D. (2012). Origins and close relatives of a semi-domesticated neotropical fruit: *Chrysophyllum cainito* (Sapotaceae). *American Journal of Botany*, 99 (3), 585-604.

Pino, J., Marbot, R., & Rosado, A. (2002). Volatile constituents of star apple (*Chrysophyllum*

cainito L.) from Cuba. *Flavour and Fragrance Journal*, 17 (5), 401–403.

SAS: Business Analytics e Business Intelligence Software. (1995). (Version 6, 2nd ed.) [Software]. SAS/ETS User's Guide. Cary: SAS Institute Inc. Recuperado de www.sas.com/pt_br/home.html

Silva, A.N., Lima, J.E., & Perez, R. (2013). Caracterização e desempenho logístico das indústrias laticinistas da Zona da Mata e Campo das Vertentes em Minas Gerais, Brasil. *Ciência Rural*, 43 (7), 1337-1343.

Zenid, G. J. (2009). *Madeira: uso sustentável na construção civil*. (2 ed., 99p). São Paulo: IPT.

Recebido em: 10/05/2015
Aceito em: 28/09/2016