

MASSA DO MESOCARPO DE FRUTOS DE CACAUEIRO COMO FATOR DE RESISTÊNCIA À BROCA-DOS-FRUTOS *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae)

Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida¹, Rodrigo Barros Rocha², Olzeno Trevisan³, Acácio de Paula Silva³, Leandro Ezequiel Oliveira³

¹CEPLAC/CEPEC/ESTEX, Avenida Governador Jorge Teixeira, nº 86, Bairro Nova Porto Velho, 78.906-100, Porto Velho, Rondônia, Brasil. caio.almeida@agricultura.gov.br;

²Embrapa Rondônia, Rodovia BR 364 km 5, 5 Zona Rural C.P. 127, 76.815-800 Porto Velho, Rondônia, Brasil.

³CEPLAC/CEPEC/ESTEX-OP, Rodovia BR 364, km 325, 78950-000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil.

Esta pesquisa teve por objetivo investigar a hipótese de o mesocarpo de frutos de cacau constituir-se em fator de resistência à broca-dos-frutos (*Conotrachelus humeropictus*), inseto-praga que pode causar danos significativos à produção de cacau na Amazônia. Para quantificar o efeito de seis genótipos (clones), três deles com menor ocorrência e três com maior ocorrência da broca-dos-frutos, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições de cinco frutos com três meses de crescimento. Com o uso de perfurador metálico foram retiradas cinco amostras do pericarpo de cada fruto, que foram imersas em solução aquosa de ácido sulfúrico e submetidas à ação de água corrente para separação do mesocarpo. Os discos do mesocarpo foram levados à estufa até peso constante, para determinação de sua massa. O teste F da análise de variância indicou a existência de variabilidade genética significativa entre os genótipos associada a uma alta variabilidade para a massa do mesocarpo, indicando uma condição favorável para obtenção de ganhos com a seleção. A herdabilidade do caráter (89,30%) indica predominância do componente genético na expressão dessa característica. No entanto, a estimativa do coeficiente de correlação simples entre peso do mesocarpo e ocorrência da broca-dos-frutos não revelou associação ($r = 0,14^{NS}$) entre essas características, que aparentemente apresentou pouco interesse prático para o trabalho de melhoramento da espécie visando à resistência à broca-dos-frutos.

Palavras-chave: melhoramento genético, broca-dos-frutos, *Theobroma cacao*

Mass of the cocoa fruit mesocarp as resistance factor to the pod-borer *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae). The objective of this research was to investigate the hypothesis that the cocoa fruit mesocarp constitutes one of the resistance factors to pod-borer (*Conotrachelus humeropictus*), an insect-plague that can cause economic damage to the cocoa production in Brazilian Amazon. A completely randomized design with six treatments and five replications was adopted to evaluate the effects of six genotypes: three with lower occurrence and three with higher occurrence of pod-borer using five replicates of five pods with three months of growth. With the use of metal perforator, five samples of the pericarp from each pod were removed, which were immersed in aqueous solution of sulfuric acid followed by water washing to separate the mesocarp. The discs of the mesocarp were taken to the stove until constant weight, when the dry weight was determined. The F test of the analysis of variance indicated the existence of significant genetic variability among the genotypes associated to a high variability of the pod mesocarp, indicating a favorable condition to obtain gains with the plant selection. The heritability of the character (89.30%) indicates a predominance of the genetic component in the expression of this trait. However, the estimation of the simple correlation coefficient between mesocarp weight and pod-borer occurrence revealed no association ($r = 0.14^{NS}$), which apparently had small practical interest to breeding aiming resistance to pod-borer.

Key words: genetic improvement, pod-borer, *Theobroma cacao*

Introdução

Especialistas em mercado mundial de cacau têm projetado déficit de produção de amêndoas de cacau seco de aproximadamente 1,0 milhão de toneladas, até 2020, em razão do aumento de consumo de chocolate, em especial em países em desenvolvimento como Brasil, Índia e China (Souza, Dias e Aguilar, 2016). Tal fato tem estimulado o crescimento dos preços, nos últimos anos, tornando o agronegócio cacau uma atividade atrativa economicamente (BRASIL, 2015). Entretanto, fatores como pragas, por ex. a vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) do cacauero e a broca-dos-frutos (*Conotrachelus humeropictus*) podem constituir obstáculos à expansão de seu cultivo no Brasil, haja vista poder causar prejuízos econômicos significativos, tirando a atratividade dessa atividade. O primeiro fator pode provocar danos de até 90% da produção, enquanto o segundo pode causar prejuízos em até 50% da produção em cacaueros e 100% em cupuaçuzeiros (Trevisan, Pereira e Oliveira, 2013). Ademais, há registros de abandono de plantios de cupuaçu em Rondônia e Amazonas onde o problema da broca-dos-frutos é mais grave (Tupinambá, 2013), embora sua ocorrência esteja circunscrita à Amazônia.

No Brasil, programas de desenvolvimento de variedades melhoradas do cacauero (*Theobroma cacao* L.) têm disponibilizado materiais genéticos com resistência ao patógeno *M. perniciosa*, permitindo o cultivo dessa espécie em condições satisfatórias (Lopes et al., 2004; Monteiro & Anher, 2012; Pires, Rosa e Macêdo, 2012; CEPLAC/CEPEC, 2014; BRASIL, 2015; Monteiro et. al., s.d.; Pires et. al., s.d.). Por outro lado, para o inseto-praga *C. humeropictus*, a pesquisa não dispõe ainda de resultados satisfatórios para recomendar ao produtor rural um método de controle eficaz para áreas infestadas (Tavares e Nunes, 2014). Peculiaridades inerentes ao seu ciclo biológico dificultam o estabelecimento de estratégias e táticas de manejo. Uma delas consiste no fato da larva passar de 25 a 35 dias no interior dos frutos, para completar os cinco instares de seu ciclo de vida. Outra dificuldade reside no refúgio da larva no solo, após sair do fruto, para as fases de pupa e adulto, que duram aproximadamente 35 dias (Mendes, 1996; Trevisan, 1989). As galerias abertas pelas larvas no interior dos frutos representam portas de entrada de

microrganismos que podem tornar os frutos inapropriados para a comercialização (Trevisan, 2017).

Observações preliminares em alguns materiais genéticos implantados na Estação Experimental Ouro Preto – ESTEX-OP, pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, revelaram que as larvas do *C. humeropictus*, recém-eclodidas, podem encontrar resistência ou não ao atravessarem a camada lignificada do mesocarpo, o que dependerá da idade do fruto ou do material genético. Este fato evidenciou a necessidade de investigar a hipótese de o mesocarpo de frutos de cacaueros constituir-se em fator de resistência à broca-dos-frutos.

Este artigo objetiva analisar a massa do mesocarpo de frutos de cacaueros como fator constituinte de resistência à penetração da larva de *C. humeropictus* e em característica de provável interesse no processo de desenvolvimento de variedades melhoradas para o controle genético desse agente danoso ao seu cultivo.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na Estação Experimental Ouro Preto - ESTEX-OP (10° 44' 30"S, 62° 13' 30"W, cerca de 280 m de altitude), em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, em experimento de avaliação de desempenho agrônomico de 40 clones de cacaueros, tendo por base os resultados agrônomicos de ocorrência de colebroca-dos-frutos no período de 2011 a 2014, obtidos por Almeida et al. (2016).

Pela classificação de Köppen, Rondônia apresenta clima do tipo Aw – tropical chuvoso, com média de temperatura do mês mais frio superior a 18°C e período seco bem definido. A região de Ouro Preto do Oeste apresenta valores médios anuais de precipitação pluvial de 1940 mm, temperatura média de 24,6°C e umidade relativa do ar de 81% (Scerne et al., 2000).

Para estimar os parâmetros genéticos da massa dos discos dos frutos considerou-se delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos constituíram-se de seis clones que apresentaram desempenhos contrastantes com relação à ocorrência de broca-dos-frutos, em avaliação anterior realizada por Almeida et al. (2016): três clones (RO 79, RO 124 e EEOP 16) com menor

ocorrência e três (EEOP 5, EEOP 9 e SCA 6) com maior ocorrência. As cinco repetições foram formadas por cinco frutos sem deformidades, coletados em diferentes plantas do mesmo clone, apresentando crescimento normal e idade estimada em três meses após a polinização, ou seja, quando já tinham atingido o comprimento máximo de crescimento. Com o uso de perfurador metálico com 17 mm de diâmetro, foram retiradas, no terço médio de cada fruto, cinco amostras do pericarpo (casca) para constituir a parcela experimental. Tais amostras foram imersas em solução aquosa de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 34%, em placas de petri, durante 5 minutos, para dissolver os tecidos constituintes do epicarpo e do endocarpo. Em seguida, foram submetidas, por 3 minutos, à ação de água corrente e de escova de cerdas finas para facilitar a separação do mesocarpo dos demais tecidos, de forma a manter a integridade do primeiro. Os discos do mesocarpo obtidos foram depositados sobre papel-toalha para eliminar o excesso de umidade e depois levados à estufa de circulação de ar quente, à temperatura de 80° C, até peso constante, obtido após 5 a 6 horas. Em seguida, determinou-se o peso da massa de cada disco em balança de precisão, num total de cinco discos por fruto e vinte e cinco discos por clone.

Para quantificar a associação entre a massa dos discos dos frutos e a ocorrência de brocas foi utilizado o teste t para testar a significância da correlação. As análises foram executadas utilizando o programa Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão

A análise estatística revelou diferenças significativas ($p < 0,01$) pelo teste F entre clones, para a característica analisada, o que indica comportamentos diferenciados dessas seleções clonais (Tabela 1). A variância genotípica expressou magnitude superior em 8,35 vezes aquela da variância residual, resultado da presença de variabilidade genética entre os clones avaliados, condição favorável ao processo de melhoramento da espécie (Cruz, Regazzi e Carneiro, 2004).

A estimativa do coeficiente de variação experimental expressou magnitude de 19,70% (Tabela 1). Por se tratar de característica ainda não avaliada pela

pesquisa, ou seja, sem um referencial comparativo, admite-se que este valor decorra da presença de certa heterogeneidade nos dados obtidos ou a amostragem. A estimativa de 25,50% para o coeficiente de variação genotípico, que afere a quantidade de variabilidade genética entre os clones avaliados, em relação à média populacional, revelou também uma situação favorável para o melhoramento da espécie. É sabido que a efetiva seleção de genótipos só é possível quando esse tipo de variação estiver presente.

A herdabilidade com base na média de clones, outro parâmetro genético de importância para o melhoramento, revelou magnitude de 89,30% (Tabela 1), estimativa de elevado valor, e que indica também a predominância do componente genético na sua expressão e possibilidade de progresso com seleção (Cruz, Regazzi e Carneiro, 2004). Entretanto, na ausência de informações sobre este parâmetro com cacau, deve-se considerar tal estimativa com cautela em virtude da impossibilidade de se isolar os efeitos das interações genótipos x locais, genótipos x anos e genótipos x locais x anos.

Observou-se também grande variação no peso da massa do mesocarpo tanto entre as cinco amostras obtidas em um mesmo fruto, como entre as médias dos cinco frutos de um mesmo clone. No primeiro caso, essas variações intrafrutos parecem indicar a presença de um componente fisiológico associado à formação do pericarpo, no qual a síntese das camadas celulares que constituem sua estrutura morfológica não ocorre

Tabela 1 - Parâmetros genéticos do caráter massa do mesocarpo (em mg) de frutos de cacaueiros avaliados em seis clones na Estação Experimental Ouro Preto - ESTEX-OP, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, em 2016

Parâmetros genéticos	Massa do mesocarpo
Variância genotípica	1438,80
Variância residual	172,30
Variância fenotípica	1611,10
Estimativa do teste da ANAVA (F)	9,35 **
Herdabilidade média de clones	89,30
Coeficiente de variação genotípica	25,50
Coeficiente de variação residual	19,70
Coeficiente de variação relativa	1,30
Média geral em mg/disco da massa do mesocarpo	148,97

** significativo a 1% de probabilidade, F: teste F da análise de variância do efeito de clones.

homogeneamente e de modo completo em toda a sua extensão. Assim, a trajetória de deslocamento da larva no mesocarpo, em algumas situações, pode ser apenas estratégia de sobrevivência da mesma para encontrar aberturas nesse tecido e facilmente atingir o interior do fruto em busca de um sítio de alimentação mais favorável, o que evitaria o risco de desgaste da região incisora das mandíbulas nessa função, como relatado por Rodrigues et. al. (2011) na herbivoria em outras culturas. Essas variações intrafrutos foram mais marcantes nos clones EEOP 16 e EEOP 5, que representam, respectivamente, aquele com menor ocorrência de broca-dos-frutos e o com maior ocorrência de broca (Tabela 2), de acordo com Almeida et al. (2016). No segundo caso, as variações interfrutos de um mesmo clone parecem indicar também um componente fisiológico associado à competição interna por fotossintetizados (Alvim, 1977), em razão de diferentes cargas de frutos nos ramos primários, secundários e terciários do cacaueteiro, havendo, portanto, desigualdade na disponibilidade desses compostos e/ou variações de natureza abiótica relacionadas ao solo (disponibilidade de nutrientes, acidez, água, e outros), à luz solar (sombreamento definitivo), e outros fatores, no caso dos frutos colhidos em diferentes plantas de um mesmo clone. Os valores mais elevados foram obtidos também nos clones EEOP 16 e EEOP 5.

Verificaram-se diferenças significativas na massa dos discos do mesocarpo entre grupos de médias dos seis clones (Tabela 2), pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$), classificando-os em três grupos. O primeiro grupo é representado apenas por um clone, o EEOP 16, com o valor mais expressivo, de 214,72 mg. No segundo, agruparam-se o EEOP 5 e o EEOP 9, com os valores de 168,92 mg e 157,68 mg, respectivamente. No terceiro, os demais clones avaliados (RO 79, SCA 6 e RO 124), com a massa dos discos do mesocarpo variando de 107,72 mg a 130,84 mg. Ao se avaliar a hipótese da massa do mesocarpo de frutos de cacaueteiros constituir-se em fator de resistência à penetração da larva de *C. humeropictus*, por meio da estimativa do coeficiente de correlação simples entre peso do mesocarpo e ocorrência da broca-dos-frutos (Tabela 2), obteve-se estimativa de correlação não significativa ($r = 0,14^{NS}$),

o que indica não existir associação entre eles e, num primeiro momento, nenhum interesse prático para o trabalho de melhoramento da espécie. A Figura 1 ilustra bem esta situação.

Entretanto, é prudente registrar as seguintes considerações: i) de modo geral, o melhoramento genético de uma dada espécie reside no aprimoramento simultâneo de um conjunto de caracteres e não de caracteres isolados; ii) a estimativa do coeficiente de correlação simples traz o inconveniente de não determinar a causa real da associação entre caracteres, se de natureza genética ou ambiental; iii) os frutos desta pesquisa foram colhidos em idade estimada de 3 meses pós-fecundação, ou seja, não houve um controle efetivo do processo de formação dos frutos amostrados, via polinização controlada, existindo, portanto, mais um fator ambiental interferindo nessa análise; iv) a literatura não registra quando inicia-se a formação do mesocarpo em frutos de cacaueteiro e, em decorrência, desconhece-se em que estágio de crescimento encontravam-se os mesocarpos dos frutos amostrados; v) a análise da resistência do mesocarpo de frutos de cacaueteiro à predação do *C. humeropictus*, via peso de sua massa, pode não ser o caminho mais indicado, em face das inúmeras influências na formação de sua estrutura morfológica, mas, sim, via composição bioquímica em diferentes estádios de crescimento do mesocarpo, o que pode explicar melhor as razões de resistência ao deslocamento de larvas dos instares iniciais em direção ao interior do fruto.

Tabela 2 - Médias dos caracteres massa do mesocarpo de frutos e ocorrência da broca-dos-frutos avaliados em seis clones de cacaueteiros na Estação Experimental Ouro Preto - ESTEX-OP, em Ouro Preto do Oeste, Rondônia

Tratamento (clone)	Massa do mesocarpo* (mg)	Ocorrência da broca-dos-frutos** (%)
EEOP 16	214,72 a	21,57
EEOP 5	168,92 b	48,95
EEOP 9	157,68 b	46,20
RO 79	130,84 c	22,06
SCA 6	113,92 c	45,32
RO 124	107,72 c	27,38

* Teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

** Almeida et al (2016).

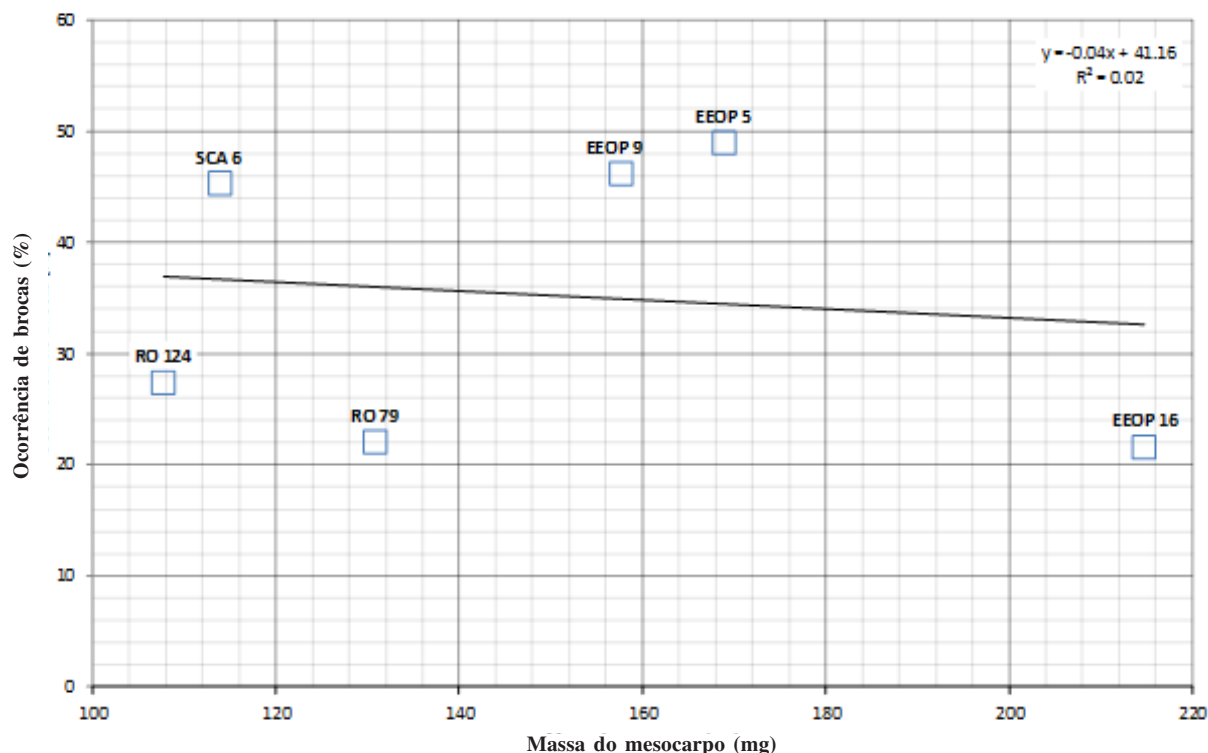


Figura 1 - Distribuição dos valores m4dios da massa do mesocarpo (mg) e da ocorr4ncia de brocas (%) avaliadas em 6 clones de cacaueteiro na Estação Experimental Ouro Preto - ESTEX-OP, em Ouro Preto do Oeste, Rond4nia.

Literatura Citada

- ALMEIDA, C. M. V. C. de; et al. 2016. Desempenho agron4mico de variedades clonais de cacaueteiros em Ouro Preto do Oeste, Rond4nia. *Agrotropica (Brasil)*: 28 (3):221-232.
- ALVIM, P. de T. 1977. Ecological and physiological determinants of cacao yield. In: International Cocoa Research Conference, 5. Ibadan, 1975. Proceedings. Ibadan, Cocoa Research Institute of Nigeria. pp.25-38.
- BRASIL. MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO/ COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CAUEIRA. 2015. Implantação do cacaueteiro em sistemas agroflorestais. Brasília, DF, MAPA/ACS. 76p.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA/CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU. 2014. Indicação de variedades clonais de cacaueteiros. Ilh4us, BA, CEPLAC/CEPEC, Comunicado T4cnico n. 2.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. 2004. Modelos biom4tricos aplicados ao melhoramento gen4tico. 3. ed. Viçosa, MG, UFV. v. 1.
- CRUZ, C. D. 2006. Programa Genes: Biometria. Viçosa, MG, UFV. 382 p.
- LOPES, U. V. et al. 2004. On farm selection for witches' broom resistance in Bahia, Brazil - a historical retrospective. *Agrotropica (Brasil)* 16 (3):61-66.
- MENDES, A. C. de B. 1996. Biologia e controle microbiano de *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae). Tese Doutorado. Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Bel4m, PA. 101p.
- MONTEIRO, W. R.; ANHERT, D. 2012. Melhoramento gen4tico do cacaueteiro. In: Valle, R.R. Ci4ncia, Tecnologia e Manejo do Cacaueteiro. 2 ed. Brasília, DF, CEPLAC/CEPEC/ SEFIS. pp. 11-29.

- MONTEIRO, W. R. et al. s.d. Recomendação de variedades clonais com base em dados dos ensaios multilocais. Itabuna, BA, CEPLAC/CEPEC.
- PIRES, L. L.; ROSA, E. S.; MACÊDO, M. M. 2012. Avaliação de clones de cacauero na Bahia, Brasil. *Agrotropica (Brasil)* 24 (2): 79-84.
- PIRES, J. L. et al. s. d. Indicação de variedades de cacau para cultivo comercial – Rede de avaliação de clones em larga escala. Itabuna, BA, CEPLAC/CEPEC.
- RODRIGUES, F de A. et al. 2011. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. Piracicaba, International Plant Nutrition Institute. *Informações Agronômicas (Brasil)* nº 134. pp.14-20.
- SCERNE, R. M. C. et al. 2000. Aspectos agroclimáticos do município de Ouro Preto D'Oeste - RO: atualização quinqüenal. Belém, PA, CEPLAC/SUPOR. *Boletim Técnico* nº 17. 48p.
- SOUZA, C. A. S.; DIAS, L. A. dos S.; AGUILAR, M. A. G. 2016. Importância econômica e social. In: Souza et. al. *Cacau: do plantio à colheita*. Viçosa, MG, UFV. pp. 9-40.
- TAVARES, A. M.; NUNES, A. B. 2014. Estratégias para o controle da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). Disponível em: ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113046/1/CBF669. Acessado em 07.06.2017.
- TREVISAN, O. 1989. Comportamento da broca dos frutos do cacau *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Col.: Curculionidae), em Rondônia. Tese de Mestrado. Piracicaba, SP, ESALQ. 57p.
- TREVISAN, O. 2017. Principais pragas do cacauero na Amazônia. In: Mendes, F. A. T. *A cacaicultura na Amazônia: história, genética, pragas e economia*. Belém, PA, CEPLAC/SUEPA. pp.161-202.
- TREVISAN, O.; PEREIRA, F. F.; OLIVEIRA, L. E. 2013. Longevidade e comportamento de *Conotrachelus humeropictus* (Col.: Curculionidae) broca dos frutos do cacau e cupuaçu. Simpósio de Controle Biológico, 13º, Bonito, MS. Resumos.
- TUPINAMBÁ, M. J. 2013. Broca-do-fruto faz produtores abandonarem plantios de cupuaçu. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp>. Acessado em 14.10.2016.