

INFLUÊNCIA DAS FRAGRÂNCIAS FLORAIS DO HÍBRIDO (CAIAUÉ X DENDEZEIRO) NA VISITAÇÃO DOS POLINIZADORES

José Inacio Lacerda Moura¹, Francisco Jorge Cividanes², Lindolfo Pereira dos Santos¹, Jose Luis Pires¹, Eraldo R. Lima³

¹Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, km 22 Rod. Ilhéus/Itabuna, Caixa postal 07, 45690-970, Itabuna, Bahia, Brasil. jinaciolacerda@yahoo.com.br.

²Universidade Estadual Paulista, Departamento de Fitossanidade, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. fjcivida@fcav.unesp.br.

³Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Entomologia. Av. P. H. Rolfs s/n; 36570-000 - Vicososa, Minas Gerais, Brasil. mothman@ufv.br

Estudou-se a influência das fragrâncias exaladas das inflorescências femininas do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq) e do dendezeiro híbrido (*E. guineensis* x *E. oleifera*) sobre o comportamento dos polinizadores *Elaeidobius kamerunicus* Faust e *Elaeidobivius subvittatus* Faust (Coleoptera: Curculionidae). De modo complementar, quantificou-se a emergência de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* das inflorescências masculinas de ambos os tipos de plantas. Foram observadas diferenças significativas na atratividade de espécimes de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus*, entre as inflorescências femininas do dendezeiro e do híbrido. Os semioquímicos exalados das inflorescências do dendezeiro híbrido foram responsáveis pela baixa visitaçao de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus*. Observou-se, também, que emergiram significativamente mais espécimes de *E. kamerunicus* nas inflorescências masculinas do dendezeiro.

Palavras-chave: fragrâncias, polinização, híbrido, *Elaeidobius kamerunicus*, *Elaeidobius subvittatus*, *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*

Influence of floral fragrances of the hybrid (caiaué x oil palm) on pollinators visitation. We studied the influence of fragrances exhaled from female inflorescences of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) and hybrid oil palm (*E. guineensis* x *E. oleifera*) on the behavior of the pollinators *Elaeidobius kamerunicus* Faust and *Elaeidobivius subvittatus* Faust (Coleoptera: Curculionidae). Complementary, we quantified the emergence of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* from male inflorescences of both types of plants. There were significant differences in the attractiveness of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* specimens among female inflorescences of oil palm and the hybrid. The semiochemicals exhaled from inflorescences of the hybrid oil palm were responsible for the low visitation of *E. kamerunicus* and *E. subvittatus*. We also observed that significantly more specimens of *E. kamerunicus* emerged from the male inflorescences of the oil palm.

Key words: Fragrances, pollination, hybrid, *Elaeidobius kamerunicus*, *Elaeidobius subvittatus*, *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*

Introdução

Geralmente, a relação planta/polinizador é considerada mutuamente benéfica quando as plantas têm benefícios reprodutivos (troca de pólen, fertilização) em troca de recursos (néctar, pólen, óleos) para o polinizador, o que direta ou indiretamente aumenta a sua adaptabilidade do polinizador (Heinrich e Haven, 1972). Neste contexto, os odorantes florais funcionam sozinhos ou em conjunção com pistas visuais, para atrair polinizadores, induzindo-os a pousarem, indica a presença e a localização da recompensa e ensinando-os a associar a recompensa com flores específicas (Raguso, 2001). Os odorantes florais de uma determinada espécie podem variar em número e abundância relativa dos voláteis constituintes, nos padrões de emissão temporal no decorrer da antese e nos padrões de emissão espacial de diferentes órgãos florais (Dobson e Bergström, 2000). Além disso, há uma grande variabilidade qualitativa e quantitativa de odorantes sugerindo que a emissão destas substâncias tem controle genético.

Entre as substâncias aromáticas presentes nas flores encontram-se álcoois alifáticos, acetonas e ésteres. Em alguns casos, um constituinte químico majoritário pode ser responsável pelo odor da flor. Usualmente, no entanto, uma mistura de componentes é responsável por essa característica. Nesse caso, na produção do perfume um odorante reforça a ação de outros, acarretando um determinado comportamento no receptor (Harborne, 1982).

A polinização do dendezeiro *Elaeis guinensis* Jacq. e do caiaué *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés é feita por meio do vento e de coleópteros. Como a polinização é fator limitante na produção de palmeiras jovens, a polinização manual é, por vezes, feita para garantir a produção (Hartley, 1988). Os coleópteros polinizadores mais importantes das palmeiras são representados pelos curculionídeos dos gêneros *Phyllotrox*, *Derelominus*, *Derelomus*, *Meredolus*, *Notolomus*, *Nodoncnemus*, *Derelomorplus*, *Prosoestus* e *Elaeidobius*. No gênero *Elaeidobius* (Coleoptera: Curculionidae) estão compreendidas as espécies *kamerunicus*, *subvittatus*, *singularis* e *plagiatus* (Henderson, 1986). A espécie *E. kamerunicus* é a mais ativa e responsável por grande parte da visitação às plantas do gênero *Elaeis* (Prada et al., 1998), razão pela qual foi escolhida para sua

introdução em 1994 na região de Una, BA, com o objetivo de melhorar a taxa de fecundação do dendezeiros (Moura et al., 2008).

No caso do dendezeiro, a inflorescência masculina exala o odorante 4-allylanisol, conhecida como estragol (Husseini et al., 1989). De acordo com Syed (1982), o odor forte das inflorescências lembra cheiro de anis que por sua vez exerce atração sobre espécimes de *Elaeidobius*. Esta substância tem sido relatada em vários gêneros de plantas e responsável pela atração de polinizadores em *Cycas revoluta* possuindo um papel preponderante na biologia reprodutiva (Azuma & Kono, 2006). Estragol, o principal odorante de *C. revoluta* não foi detectado em *C. rumphii* e em nenhuma outra cica (*Cycas*) polinizada por insetos (Pellmyr et al., 1991; Terry et al., 2004), indicando que o estragol é um odorante espécie-específico exalado de *C. revoluta*.

Os híbridos interespecíficos (HIE) são resultantes do cruzamento entre o dendezeiro (*E. guineensis*) e do caiaué (*E. oleifera*). Dentre as vantagens do HIE em relação ao híbrido intra-específico de dendê, enfatiza-se: a) menor taxa de crescimento do tronco, o que aumenta o período de exploração econômica, b) óleo com teor de insaturação superior ao do dendezeiro, sendo mais fluído sob temperatura ambiente e mais apropriado ao consumo alimentar e c) aspectos relacionados à maior resistência/tolerância a doenças e pragas, às quais o dendezeiro é altamente suscetível (Barcelos et al., 2000). Todavia, entre os fatores de restrição ao HIE tem-se sua baixa atratividade aos insetos polinizadores e sua baixa produção de pólen (Cunha e Lopes, 2010).

No sul da Bahia, a porcentagem de frutos com amêndoa após a introdução de *E. kamerunicus* é de 79,4% (Moura et al., 2008) e somente 28% para os HIE (Moura, 2008), indicando baixa taxa de polinização. Considerando estes resultados, a hipótese de que os híbridos interespecíficos tenham perdido a capacidade de atrair polinizadores como resultado da perda ou diminuição da produção dos odorantes naturais do dendezeiro, não pode ser descartada. Assim, este trabalho visa comparar a atratividade dos odorantes emitidos das inflorescências femininas do dendezeiro e do HIE aos besouros *E. kamerunicus* e *E. subvittatus*. Além disso, em decorrência da diferente atratividade, espera-se que a emergência dos besouros polinizadores das inflorescências masculinas e femininas sejam menores nos HIE.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em 2007, na Estação Experimental Lemos Maia (ESMAI) da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Centro de Pesquisa do Cacau (CEPLAC/CEPEC), localizada no município de Una, região sul da Bahia (Lat. 15° 17' S, Long. 39° 4' W, 20 m). Esta área encontra-se em ambiente de Mata Atlântica, apresentando clima tropical úmido com precipitação pluvial anual média de 1.827 mm, temperatura média anual de 24,7 °C, com máxima de 30,9 °C e mínima de 21,2 °C e umidade relativa do ar de 70 a 80% (Faria et al., 2006).

O banco de germoplasma da ESMIA é constituído por diversas variedades de dendezeiros, entre as quais: Dura, Psifera, Tenera, *E. oleifera* e híbridos interespecíficos (*E. oleifera* x *E. guineensis*) sendo que, estes últimos citados, foram introduzidos em 1995 pela Embrapa Amazônia Ocidental.

Para determinar a atratividade de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus*, em relação aos odorantes, foram usadas inflorescências das variedades Dura e HIE em início de estágio de antese. Uma vez identificadas e caracterizadas, duas inflorescências de dendezeiro e duas do HIE foram cortadas e acondicionadas separadas em duas caixas de isopor de 17 litros (Figura 1), constituindo-se os dois tratamentos. Posteriormente, as caixas foram vedadas aplicando-se fita crepe entre a margem da tampa e as



Figura 1. Caixa-armadilha utilizada no estudo do comportamento olfativo de espécimes de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* em relação as fragrâncias das inflorescências femininas do dendezeiro e híbrido interespecífico (HIE). Una-BA.

bordas da abertura da caixa para impedir a perda dos voláteis das inflorescências. Por último, foram feitos dois furos de aproximadamente 1 cm de diâmetro na parte superior das faces laterais menores das caixas. Ao redor dos furos foram colocadas duas cartelas adesivas de cor amarela de 16 cm², caracterizando uma caixa-armadilha. Testes preliminares revelaram que a cor amarela das cartelas não atraiu espécimes de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus*.

As caixas foram colocadas na área do banco de germoplasma de dendê da ESMIA, permanecendo uma ao lado da outra, durante três dias. Após este período, os insetos presentes nas cartelas foram identificados por espécie, contados e as inflorescências renovadas. Este procedimento foi repetido vinte vezes e os dados foram interpretados através de análise de variância univariada e multivariada, considerando-se as espécies vegetais dendê e híbrido como fonte de variação (teste de Tukey e Wilks, a 5%, para as diferenças entre médias nas análises univariada e multivariada, respectivamente).

Para quantificar a emergência de adultos foram colhidas mensalmente e concomitante no banco de germoplasma da ESMIA, no período de 10 meses (05/2006 a 02/2007), 10 inflorescências do HIE e 10 do dendezeiro. As inflorescências foram colhidas dois dias após o término do estágio de antese, sendo retiradas e colocadas separadamente em baldes plásticos cobertos com tecido tipo voile e, à medida que iam surgindo adultos de *E. subvittatus* e *E. kamerunicus*, esses eram identificados e contados. Os dados foram submetidos à análise de variância e médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A caixa-armadilha contendo inflorescências femininas de dendezeiro coletou significativamente mais insetos que na caixa-armadilha com inflorescências femininas de HIE ($F_{1,78} = 27,84$; $p < 0,0001$), independente da espécie de inseto coletada. As inflorescências do dendezeiro foram mais atrativas para *E. kamerunicus* que para *E. subvittatus* ($F_{1,18} = 14,34$; $p = 0,0014$). Em média, foram encontrados 129,65 espécimes de *E. kamerunicus* na caixa-armadilha com inflorescência de dendezeiro e 31,65

espécimes na caixa-armadilha com inflorescência do HIE. A mesma tendência foi observada para a atratividade das inflorescências femininas do HIE que também atraíram significativamente mais *E. kamerunicus* do que *E. subvittatus* ($F_{1,18} = 8,17$; $p = 0,0105$). Neste caso, as médias foram de 48,80 e 12,70 espécimes na caixa-armadilha com inflorescências femininas do dendezeiro e HIE, respectivamente (Figura 2).

A emergência de espécimes de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* das inflorescências masculinas do dendezeiro foram significativamente superiores aquela do HIE ($F_{1,18} = 11,75$; $p = 0,0030$), totalizando 81.449

espécimes de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* emergidos das inflorescências masculinas dos dendezeiros contra 17.865 emergidos das inflorescências dos HIE (Tabelas 1 e 2). A emergência de *E. kamerunicus* foi maior que *E. subvittatus* tanto no dendê ($F_{1,18} = 15,73$; $p = 0,0009$) quanto no híbrido interespecífico ($F_{1,18} = 7,02$; $p = 0,0163$).

Observou-se maior emergência de *E. kamerunicus* nas plantas de dendê que no híbrido interespecífico ($F_{1,18} = 10,39$; $p = 0,0047$), enquanto que não houve diferença de emergência de *E. subvittatus* ($F_{1,18} = 0,12$; $p = 0,7345$ nas mesmas plantas) (Figura 3).

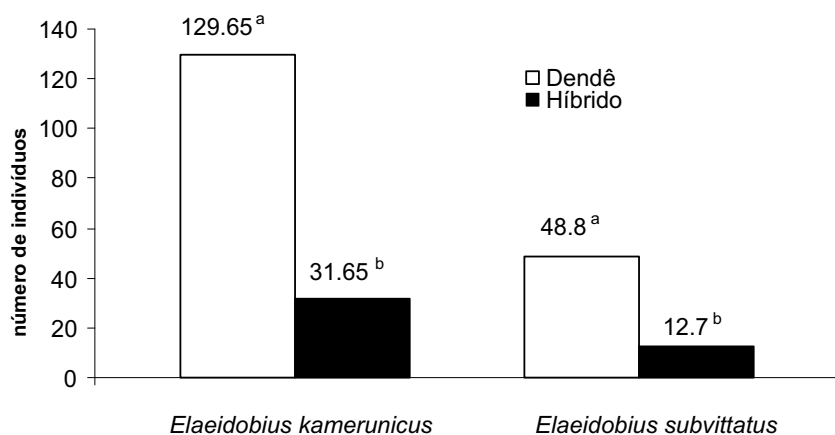


Figura 2. Atratividade de espécimes de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* em relação as fragrâncias emanados das inflorescências femininas do dendê e híbrido interespecífico. Una, BA. Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Emergência de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* das inflorescências masculinas do dendezeiro

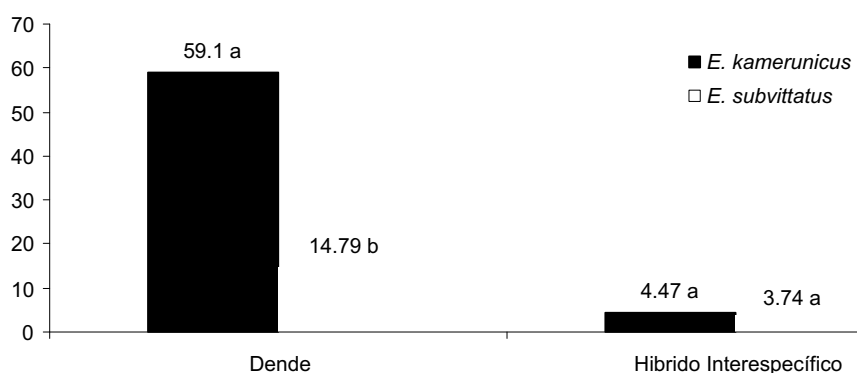
Inflorescências	Nº de espiguetas (ne)	<i>E. kamerunicus</i> (<i>E.k</i>)/(ne)	<i>E. subvittatus</i> (<i>E.s</i>)/(ne)
1	145	4.308	83
2	125	3.272	1.124
3	150	7.937	826
4	100	6.968	1.335
5	165	19.056	0
6	136	15.413	148
7	98	990	38
8	97	11.145	314
9	119	4.564	1.334
10	126	2.555	39
		76.208	5.241

(ne = número de espiguetas)

Resultados de bioensaios preliminares conduzidos na ESMAI mostraram que inflorescências femininas do caiaué (*E. oleifera*) ocultas em armadilha, não atraíram espécimes de *E. subvittatus* e *E. kamerunicus*. Genty et al., (1986) citaram que não foi encontrado nenhum espécime de *E. subvittatus* sobre as inflorescências do caiaué na Colômbia. No presente estudo, é possível induzir que a baixa taxa de fecundação do HIE pode ser explicada pela baixa concentração de estragol (4-allylanisole), principal componente químico, presente nas inflorescências do dendezeiro africano e responsável pela atratividade de *E. subvittatus* e *E. kamerunicus* (Hussein et al., 1989). Possivelmente esse componente químico esteja ausente na palmeira caiaué, pois, como citado anteriormente, suas inflorescências quando ocultas em armadilhas não atraíram espécimes de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus*. Assim, uma vez que o dendê é cruzado com o caiaué para a obtenção do HIE, os semioquímicos, com papel de fragrância, podem ter sido alterados acarretando o baixo

Tabela 2. Emergência de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* das inflorescências masculinas do HIE

Inflorescências	Nº de espiguetas (ne)	<i>E. kamerunicus</i> (<i>E.k</i>)/(ne) (<i>E. k</i>)		<i>E. subvittatus</i> (<i>E.s</i>)/(ne) (<i>E. s</i>)	
1	105	1.135	10,8	0	0
2	61	2.406	39,4	0	0
3	118	625	5,3	1.139	9,7
4	90	1.131	12,6	1.074	11,9
5	90	62	0,7	276	3,1
6	134	3.387	25,3	45	0,3
7	103	1.919	18,6	103	1
8	110	597	5,4	166	1,5
9	94	2.342	24,9	706	7,5
10	103	505	4,9	247	2,4
		14.109		3.756	

Figura 3. Emergência de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* das inflorescências masculinas do dendezeiro e do híbrido interespecífico. Una, BA. Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

número de visitas de polinizadores constatado nas inflorescências deste híbrido.

Estudos conduzidos na Costa Rica por Chinchilla et al. (1990) com objetivo de comparar a visitação de *E. kamerunicus* sobre as inflorescências masculinas de quatro variedades de dendezeiros, mostraram que a variedade *compacta* (híbrido interespecífico retrocruzado com dendezeiro) foi mais visitada por *E. kamerunicus* (83%) do que o HIE. Tal fato leva a supor que o estragol encontra-se mais concentrado na variedade *compacta* do que no HIE. Estes efeitos aditivos de genes relacionados à concentração de estragol, acumulada com o retro-cruzamento, sugerem que o conhecimento da dinâmica dos polinizadores deveria ser uma variável considerada nos estudos de melhoramento genético do dendezeiro, principalmente

quando o HIE é retrocruzado com o dendezeiro. Há a possibilidade de segregação na progênie de HIE, ou seja, em algumas plantas as fragrâncias poderão estar mais concentradas. Assim sendo, aquelas plantas frequentemente mais visitadas por espécimes de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* devem ser utilizadas no retrocruzamento com o dendezeiro para maior acumulação de fatores de produção do estragol.

Devido o número de espécimes de *E. kamerunicus* e *E. subvittatus* emergentes das inflorescências masculinas do dendezeiro ter sido expressivamente maior comparativamente aos espécimes emergidos das inflorescências do HIE, supõe-se que os semioquímicos possam estar envolvidos. A exemplo do que foi discutido anteriormente, as fragrâncias das inflorescências masculinas do híbrido interespecífico podem também ter sido alteradas ao se cruzar *E. oleifera* com *E.*

guineensis. Assim, como poucos espécimes são atraídos poucos espécimes emergirão. Por conseguinte, poucos insetos colherão e transportarão grãos de pólen para as flores femininas, diminuindo a polinização.

Maia (2002), ao estudar a polinização entomófila em HIE na Amazônia Central, relatou que o curculionídeo *Grasidius* sp., além de coexistir na inflorescência masculina com *E. kamerunicus* e *E. subvittatus*, transporta maior quantidade de grãos de pólen comparativamente a estes dois espécimes de polinizadores. Assim, caso o plantio de HIE seja uma opção para o sul da Bahia, será de fundamental importância a introdução de polinizadores mais especializados. Talvez a introdução do curculionídeo *Grasidius* sp. seja mais correto pois, além de transportar maior quantidade de grãos de pólen do que espécimes

de *Elaeidobius*, certamente terá maior afinidade químico-olfativa pelo HIE, pois desenvolve-se naturalmente nas inflorescências masculinas de *E. oleifera*.

Conclusão

Em parte, a baixa taxa de fecundação do HIE pode ser explicada pela reduzida visitação dos polinizadores, uma vez que poucos insetos congregam as inflorescências femininas do HIE e pela menor quantidade de grãos de pólen transferida para estas inflorescências, bem como pela baixa produção de grãos de pólen do HIE.

A existência de potenciais polinizadores do caiaué pode indicar a necessidade de sua introdução em plantios de HIE.

Agradecimento

Aos pesquisadores Jonas de Souza e José Roberto Vieira de Melo da Ceplac, aos pesquisadores Dr. Edson Barcelos e Dr. Raimundo Nonato Vieira da Cunha da Embrapa Amazônia Ocidental e ao eng. Agrônomo da Denpasa, Dr. Roberto Yokoyama, pelas críticas e sugestões.

Literatura Citada

- AZUMA, H.; KONO, M. 2006. Estragole (4-allylanisole) is the primary compound in volatiles emitted from the male and female cones of *Cycas revoluta*. *Journal of Plant Research* 119: 671-676.
- BARCELOS, E.; NUNES, C. D. M.; CUNHA, R. N. V. 2000. Melhoramento genético e produção de sementes comerciais de dendezeiro. In: Viegas, I. J. M.; Muller, A. A., eds. *A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira*. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. pp 145-170.
- CHINCHILLA, C.; ESCALANTE, M.; RICHARDSON, D. L. 1990. Polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Centroamérica. II. Comportamiento de insetos. *Turrialba (CR)* 40 (4): 461-470.
- CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R. 2010. BRS Manicoré: Híbrido interspecífico entre o Caiaué e o Dendezeiro Africano recomendado para áreas de incidência de amarelecimento-fatal. Embrapa, Comunicado Técnico nº 85.
- DOBSON, H. E. M.; BERGSTRÖM, G. 2000. The ecology and evolution of pollen odors. *Plant Systematic and Evolution* 222 (14): 63-87.
- FARIA, D. et al. 2006. Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the atlantic forest of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 15(2): 587-612.
- GENTY, P. et al. 1986. Polinización entomófila de la palma africana en América tropical. *Oléagineux* 41(1): 99-111.
- HARBORNE, J. R. 1982. *Introduction to ecological biochemistry*. Londres, Academic Press. 278p.
- HARTLEY, C. W. S. 1988. *The oil palm*. London, Longman. 706p.
- HEINRICH, B.; RAVEN, P. H. 1972. Energetics and pollination ecology. *Science* 176: 597-602.
- HUSSEIN, M. Y.; LAJIS, N. H.; KINSON, A.; TEO, C. B. 1989. Laboratory and field evaluation on the attractancy of *Elaeidobius kamerunicus* Faust to 4-allylanisole. *Porim Bulletin* (18): 20-26.
- MAIA, P. B. 2002. Polinização entomófila do híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés, 1887 x *Elaeis guineensis* Jacquim, 1763) (Arecaceae) e ciclo evolutivo de um Derelomini (Coleoptera: Curculionidae) na Amazônia Central, Brasil. *Dissertação Mestrado*. Manaus, Universidade Federal do Amazonas. 45p.
- MOURA, J. I. L. et al. 2008. Polinização do dendezeiro por besouros no sul da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43(3): 289-294.
- MOURA, J. I. L. 2008. Polinização do dendezeiro por *Elaeidobius subvittatus* Faust e *Elaeidobius kamerunicus* Faust (Coleoptera, Curculionidae) no sul do estado da Bahia. *Tese Doutorado*. Jaboticabal, SP, UNESP/FCA. 69p.
- PELLMYR, O. et al. 1991. Cycad cone and angiosperm floral volatiles: Inferences for the evolution of insect pollination. *Biochemical Systematics and Ecology* 19:623-627.
- PRADA, M. et al. 1998. Efectividad de dos especies del género *Elaeidobius* (Coleoptera: Curculionidae) como polinizador en palma aceitera. *Bioagro (Brasil)* 10: 3-10.
- RAGUSO, R. A. 2001. Floral scent, olfaction, and scent-driven foraging behavior. In: Chittka, L., Thomson, J. D. eds. *Cognitive ecology of pollination: animal behavior and floral evolution*. Cambridge, UK. Cambridge University Press. 83-105.
- SYED, R. A. 1982. Insect pollination of oil palm: Introduction, establishments and pollinating efficiency of *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia. *Planter* 58: 547-561.
- TERRY, I. et al. 2004. Association of cone thermogenesis and volatiles with pollinator specificity in *Macrozamia cycads*. *Plant Systematics & Evolution* 243: 233-247.