

Biologia reprodutiva de *L. leucocephala* (Lam.) R. de Wit (Fabaceae: Mimosoideae): sucesso de uma espécie invasora

Reproductive biology of *L. leucocephala* (Lam.) R. de Wit (Fabaceae: Mimosoideae): success of an invasive species

Carlos de Melo-Silva¹
carloskoa@gmail.com

Maísa Priscila Peres²
maisa_kawaii@hotmail.com

José Neiva Mesquita Neto¹
cliqueneto@hotmail.com

Bruno Bastos Gonçalves¹
goncalves.b.b@gmail.com

Iada Anderson Barbosa Leal^{1,2}
iada.anderson@gmail.com

Resumo

A leguminosa *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit., conhecida como leucena, é originária da América Central, considerada pioneira, com populações de altas densidades, o que dificulta o desenvolvimento das espécies nativas. O presente estudo objetivou contribuir com informações sobre a biologia reprodutiva da *L. leucocephala*, referentes ao seu êxito reprodutivo. O estudo foi realizado em Trindade, Goiás, de julho a novembro de 2012. Foram selecionadas quatro áreas de estudo no município apresentando populações da leucena constituídas por, no mínimo, seis indivíduos em plena floração. Foram realizadas observações dos visitantes florais e testes de primeira, segunda e terceira visitas, além de polinização cruzada entre plantas, autopolinização e controle. Foram registrados 342 visitantes, distribuídos em 12 espécies de insetos com predominância de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) nas áreas. A flor apresentou senescência ao fim do dia, mas houve decréscimo na abundância de insetos nos indivíduos de leucena após as 10 horas da manhã. Na avaliação do número de visitas de polinizadores e sua influência na produção de frutos, verificou-se que o número de visitas do principal polinizador (*A. mellifera*) não influenciou a produção de frutos, evidenciando a eficiência da abelha desde a primeira visita na flor. *Leucaena leucocephala* reúne vários atributos típicos de uma espécie invasora, como a ação eficiente de polinizadores generalistas (*A. mellifera*), propiciando produção considerável de frutos e sementes, contribuindo para o potencial dispersor da planta e sucesso reprodutivo nas áreas.

Palavras-chave: polinização, *Apis mellifera*, sucesso reprodutivo.

Abstract

The species *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit., known as leucaena, is originally from Central America. It has been considered a pioneer with high densities of individuals in its populations that could prevent the development of native species. The present study aims to understand the reproductive biology of *L. leucocephala*, synthesizing information about its reproductive success. The study was conducted in Trindade, central Brazil, from July to November 2012. All areas contained specimens in bloom. We selected four study areas containing populations of leucaena with at least six individuals with flowering. Observations were made of floral visitors and we did tests of first, second and third visit, and cross-pollination between plants, self-pollination and control group (without human intervention). There was a predominance of *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* as flower visitors in these areas. The flowers undergo senescence at the end of the day, however, there is a decrease in flower visiting by insects after 10 am. We found 342 visitors belonging to 12 insect species. After assessing the number of visits of pollinators and their influence on fruit production, we found that the number of visits of the main pollinator (*A. mellifera*) does not influence the production of fruits, showing the efficiency of this bee in its first visit to

¹ Universidade Federal de Goiás. Instituto de Ciências Biológicas, Campus II. Samambaia, saída para Nerópolis, Km 13, 74001-970, Goiânia, GO, Brasil.

² Faculdade União de Goyazes. Rodovia Go-060, Km 19, nº 3184, Setor Laguna Parque, 75380-000, Trindade, GO, Brasil.

flowers. *Leucaena leucocephala* combines several attributes to be considered an invasive species, such as the efficient action of generalist pollinators as *Apis mellifera*, being able to produce considerable amounts of fruits and seeds that contribute to the potential dispersal and reproductive success of the plant.

Keywords: pollination, *Apis mellifera*, reproductive success.

Introdução

Espécies que sofreram translocação de seu nicho natural para ambientes diferentes do seu hábitat de origem são denominadas exóticas. Estas, quando apresentam altas taxas de reprodução e dispersão de modo que colonizam rapidamente uma nova área são chamadas de invasoras (Lowe *et al.*, 2000; Ministério do Meio Ambiente, 2006). Em se tratando de plantas, determinadas características, tais como baixa exigência ambiental, crescimento rápido, produção abundante de sementes, alta taxa de reprodução (tanto sexuada como assexuada), florescimento precoce, dispersão facilitada, alta plasticidade, tolerância a diferentes condições climáticas, floração e frutificação prolongadas e ausência de herbívoros ou competidores no meio, fazem com que tais espécies sejam consideradas de alto potencial invasor (Genovesi, 2005; Andrade *et al.*, 2009; Carvalho e Maêda, 1997; Costa e Durigan, 2010).

A leguminosa *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit., conhecida como leucena, é uma espécie originária da América Central bastante cultivada no mundo por seu valor nutricional, por sua resistência em vários biomas e por seu rápido crescimento. Apesar de apresentar floração durante o ano todo, a leucena mostra uma maior produção de flores nos meses de alto índice pluviométrico (Kluthcouski, 1992; Costa e Durigan, 2010).

As folhas da leucena são bipinadas, com 15 a 20 cm de comprimento, ráquis pubescente, quatro a oito pares de pinas de cinco a 10 cm de comprimento, e com 10 a 15 pares de folíolos oblongo-lineares. A inflorescência consiste de capítulos globosos de 2,5 a 3,0 cm de diâmetro, compostos de aproxi-

madamente 100 a 180 flores brancas e minúsculas, com os estames exsertos à flor, sendo o pólen o único recurso floral oferecido pela planta (Freitas, 1991; Gonçalves e Lorenzi, 2007). A floração ocorre normalmente o ano todo, principalmente entre os meses de setembro a novembro (Lorenzi *et al.*, 2003). As vagens são finas, achatadas, acuminadas com 15-25 sementes, marrom brilhante (Alcântara e Bufarah, 1988). Suas sementes secas e duras são dispersas por gravidade (barocoria). O diferencial na dispersão positiva dessa espécie é a ação do homem (antropocoria) que, através de cultivo, tem sido eficaz na disseminação dessa planta invasora (Costa e Durigan, 2010). Assim, a leucena tem sido amplamente cultivada no Brasil, especialmente como planta forrageira.

O crescimento da leucena é rápido, atingindo até três metros de altura no primeiro ano, podendo chegar a sete metros de altura (Lorenzi *et al.*, 2003; Costa e Durigan, 2010). Com um sistema radicular profundo, faz simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, as quais fixam até 400 kg/ha/ano de nitrogênio (Kluthcouski, 1992). Essas plantas são consideradas pioneiras e heliófitas, além de conseguirem se desenvolver em populações de altas densidades, impedindo o desenvolvimento de espécies nativas (Costa e Durigan, 2010; Castro, 2010). Além disso, possuem capacidade de se reproduzir sexuada e assexuadamente (rebrotando sucessivas vezes após o corte) e possui curto período pré-reprodutivo (Costa e Durigan, 2010).

Essas características fazem com que essa espécie reproduza-se e ocupe rapidamente novos ambientes, até mesmo em solos pobres em nutrientes e locais com temperaturas típicas de clima semiárido. Devido a tais ca-

racterísticas, *L. leucocephala* torna-se invasora em muitas áreas degradadas ou mesmo em áreas preservadas, causando exclusão competitiva. Isso está principalmente ligado ao nível de exposição do solo (Castro, 2010).

Segundo a União Internacional da Conservação da Natureza (Lowe *et al.*, 2000; IUCN, 2013), *L. leucocephala* está entre as cem espécies invasoras mais agressivas do planeta e apresenta características como aquelas citadas por Rejmanek e Richardson (1996) que a tornam uma arbórea com grande capacidade de invasão. No entanto, são poucos os estudos que discutem as características que aumentam as chances de a planta vir a ser invasora e as particularidades de determinados ecossistemas que os tornam mais susceptíveis a invasões biológicas (Roy, 1990; Lodge, 1993; Rejmanek e Richardson, 1996).

Baseando-se nesses fatos, objetivamos contribuir para o conhecimento em relação à biologia reprodutiva da *L. leucocephala*, com informações sobre a biologia floral, os visitantes florais envolvidos na polinização e o seu sistema reprodutivo, averiguando o principal responsável por seu êxito reprodutivo. Entendendo todo esse processo, poderemos compreender melhor o sucesso de invasão, que envolve estratégias na síndrome de polinização, dispersão, longevidade, resistência e sistema sexual.

Material e métodos

Áreas de estudo

O estudo foi realizado no município de Trindade, no estado de Goiás, Brasil, de julho a novembro do ano de 2012. Nesse período, a região encontrava-se no final da estação seca e começo da estação chuvosa. Foram seleciona-

das quatro áreas de estudo (Áreas A, B, C e D; Figura 1). As quatro áreas selecionadas são locais altamente antropizados, com predominância de *L. leucocephala*. Cada área possuía, no mínimo, seis indivíduos da espécie em plena floração.

Procedimentos amostrais

Em cada área, foram feitas observações dos visitantes florais, anotando

os horários em que alcançavam as flores da leucena durante cinco dias (20 a 25 de agosto de 2012) das 6 às 17 h. As coletas dos insetos foram realizadas com rede entomológica, em ramos floridos, após registro da espécie e anotação do horário. Em seguida, os insetos foram sacrificados com acetato de etila e guardados em recipientes fechados, separados por área.

Posteriormente, 110 botões em pré-antese foram ensacados em cada área

e, nos dias seguintes ao ensacamento, foram realizados os testes de primeira visita, nos quais, primeiramente, permitia-se a presença de um polinizador e, logo depois, os botões foram ensacados novamente até a senescência da flor. Objetivando verificar se o número de polinizações por *Apis mellifera* influencia a produção de frutos, foram realizados testes com flores polinizadas uma vez (n=16), duas (n=12) e três vezes (n=14).

Além dos testes de primeira visita, também foram reservados 50 botões à autopolinização, em que o pólen da mesma árvore foi utilizado para verificar a existência de autoincompatibilidade. Outros 50 botões foram reservados para a polinização cruzada, utilizando pólen de outros indivíduos da população. Além desses, foram marcados também 50 botões em pré-antese de livre visitação de polinizadores para análise da produção de frutos sem interferência (grupo controle; Figura 2). Em todos os testes, as flores foram marcadas com uma fita logo após o experimento e, posteriormente, ensacadas até a deiscência floral, caso atingissem esse estágio (adaptado de Dafni *et al.*, 2005; Motten *et al.*, 1981; Pellmyr e Thompson, 1996).



Figura 1. Mapa da área de estudo indicando as áreas de coleta (A, B, C e D).
Figure 1. Map of the study area showing sampling points (A, B, C and D).



Figura 2. Botão floral ensacado no dia anterior aos testes e *Trigona spinipes* visitando flor de *L. leucocephala* em Trindade, Goiás.
Figure 2. Bagged flower bud the day before testing and *Trigona spinipes* visiting flower *L. leucocephala* in Trindade, central Brazil.

Análises estatísticas

Com finalidade comparativa, foi realizado o teste t de amostras independentes de produção de frutos e tempo de visita entre *T. spinipes* e *A. mellifera*. Para comparação dos tratamentos do teste de polinização e número de visitas de *A. mellifera*, foi realizado um teste de ANOVA one-way e verificada a significância entre os tratamentos.

Resultados

Os visitantes começaram a aparecer por volta do final das seis e início das sete horas, alcançando seu ápice às 08h30min. A observação e a coleta de insetos mostraram a ocorrência de doze espécies visitantes da *L. leucocephala* (Tabela 1), sendo possível notar

explicitamente a predominância das espécies *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* (Figura 3). Apesar de a flor sofrer senescência somente ao fim do dia, nota-se um decréscimo na presença de insetos nos indivíduos após as 10h da manhã. Assim, pode-se observar uma maior frequência de visitantes florais das 6h às 9h da manhã. Somente *T. spinipes* manteve sua ocorrência após as 11h, porém, com redução em sua abundância.

Ao total, foram encontrados 348 visitantes distribuídos em doze espécies de insetos, com predominância de *Trigona spinipes* e *Apis mellifera* (Tabela 1). Os coleópteros, lepidópteros e dípteros não são considerados polinizadores por apresentarem comportamento de pilhador de pólen (Kevan, 1999). Apesar de *Trigona spinipes* e *Apis mellifera* serem os visitantes florais mais abundantes nas áreas, não podem ser considerados, de imediato,

polinizadores efetivos, pois apresentam comportamentos diferentes. Indivíduos de *T. spinipes* foram observados consumindo partes florais, podendo, assim, prejudicar a polinização, sendo esse comportamento semelhante ao observado por Boica *et al.* (2004) em flores de *Passiflora* spp., enquanto *A. mellifera* apenas recolhe o pólen das anteras, tocando as anteras e os estigmas, resultando em produção diferenciada de frutos.

O tempo de visitação de *A. mellifera* foi 33,65% menor que o tempo de visitação de *T. spinipes* (Tabela 2). Porém, a produção de frutos resultantes da visitação de *A. mellifera* foi 339,13% maior do que a produção resultante da visitação de *T. spinipes*. O número de visitas do principal polinizador (*A. mellifera*) não influenciou a produção de frutos ($F(2, 39)=0,095, p=0,909$). Assim, a eficiência de polinização de *A. mellifera* foi maior que a de *T. spinipes*, tendo em vista que um menor número de visitas foi necessário para a fecundação dos gametas.

Na polinização cruzada, 42,8% das flores produziram frutos (média de $0,428 \pm 0,816$ frutos por inflorescência). Em contrapartida, os cruzamentos realizados com pólen da mesma planta (autopolinização) produziram somente 28,5% dos frutos (média de

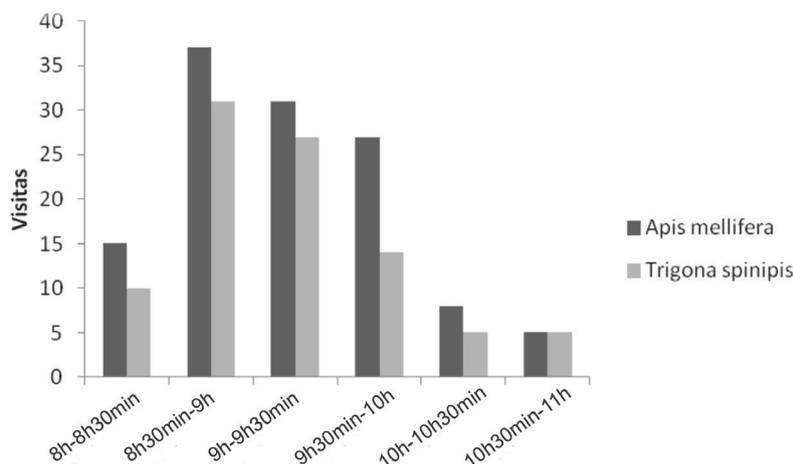


Figura 3. Número de visitas de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* em *L. leucocephalla*, Trindade, Goiás, das 6h às 11h, no período da manhã.

Figure 3. Number of visits by *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in *L. leucocephalla*, Trindade, central Brazil, in the period from 6a.m. to 11a.m.

Tabela 1. Lista de espécies de visitantes florais e frequência de visitas, em *L. leucocephala* em Trindade, Goiás. FTr: Frequência total relativa.

Table 1. Species list of flower visitors and frequency of visits in *L. leucocephala* in Trindade, central Brazil. FTr: total relative frequency.

Ordem	Família	Espécies	Área A	Área B	Área C	Área D	FTr
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	44	27	41	9	0,347
		<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	44	34	24	91	0,553
		<i>Exomalopsis analis</i> Spinola, M. (1853)	1	0	2	0	0,009
		<i>Dialictus</i> sp.	3	0	0	0	0,009
		<i>Frieseomelitta</i> sp.	0	10	0	0	0,029
		<i>Paratrigona lineata</i> (Lepelletier, 1836)	0	0	4	0	0,011
	Halictidae	-	5	0	0	0	0,014
	Vespidae	-	0	2	1	0	0,009
Lepidoptera		-	0	0	1	0	0,003
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824).	1	2	0	0	0,009
Hemiptera		-	0	1	0	0	0,003
Diptera		-	0	0	1	0	0,003
		Não identificados	0	1	0	0	0,003
			98	77	74	100	1,000

0,285±0,645 frutos por inflorescência). Já na polinização de livre visitação (grupo controle), cerca de 85% das flores produziram frutos (em média 2,45±2,40 frutos por inflorescência). Os resultados se apresentaram semelhantes entre polinização cruzada e autopolinização, porém, esses tratamentos apresentaram-se diferentes da polinização natural ($F(2,135) = 30,34$; $p < 0,001$; Figura 4). Em relação à produção de frutos, a polinização natural resultou em 472,42% a mais que a polinização cruzada manual e 759,64% a mais do que a autopolinização artificial. Os testes de cruzamento não se apresentaram conclusivos, devido à dificuldade

de se realizar o teste com eficiência, porém, indicam que a planta pode ser autogâmica, sendo beneficiada pela ação de polinizadores eficientes como *Apis mellifera*.

Discussão

Assim como neste trabalho, Carvalho e Maêda (1997) encontraram *A. mellifera* e *T. spinipes* como os principais visitantes de *L. leucocephala*, apresentando pico de visitação em horário semelhante (8-9 horas), refletindo um comportamento dos visitantes e talvez maior disponibilidade de recursos florais nesse horário para os visitantes. O decréscimo de visitas, por parte dos

insetos, após as 10h ocorre devido à falta de recursos na flor e não devido à temperatura (Araujo *et al.*, 2006). Carvalho e Maêda (1997) também verificaram a capacidade das espécies de carregar o pólen, verificando que tanto *A. mellifera* quanto *T. spinipes* coletam muito pólen da árvore, porém, não verificaram a eficiência de cada visitante. Durante a pesquisa, confirmamos a eficiência reprodutiva de *A. mellifera* como principal polinizador da árvore, demonstrando que ela é cerca de 338% mais eficiente em produção de fruto que *T. spinipes*. Vale ressaltar que *A. mellifera* é uma espécie originária do continente Europeu e do Africano (autores como Whitfield *et al.*, 2006 defendem, por análise genética, que a *Apis mellifera* se originou na África, dispersando-se para a Europa e para a Ásia, gerando as subespécies conhecidas) e que foi introduzida nas Américas para a produção de mel. (*Apis mellifera scutellata*; Kerr, 1967; Minussi e Santos, 2007; Pivello, 2011). No Brasil, a subespécie de *A. mellifera* predominante é de origem africana (Whitfield *et al.*, 2006). O sucesso reprodutivo de *L. leucocephala* está ligado ao sucesso de *A. mellifera*, já que ambas se beneficiam mutuamente, o que proporciona melhores condições para que a invasão continue e avance cada vez mais.

Em outros casos de espécies vegetais invasoras, como algaroba (*Prosopis juliflora*), uma leguminosa (Fabaceae), da subfamília Mimosoideae, com biologia reprodutiva semelhante à de *L. leucocephala*, têm ocorrido invasões em extensas áreas de margens de rios e áreas degradadas, resultando em alta densidade de população dessa espécie (Andrade *et al.*, 2009; Leão *et al.*, 2011). Nós assumimos que a maior contribuição para o processo de invasão ocorre pela dispersão das sementes (Ribaski *et al.*, 2009; Andrade *et al.*, 2009), porém, sem os processos de polinização, a produção de semente ficaria prejudicada, afetando também a dispersão. Já mamoneira (*Ricinus communis* L.),

Tabela 2. Comparação do tempo de visitação e produção de frutos de *A. mellifera* e *T. spinipes* em *L. leucocephala*, Trindade, Goiás.

Table 2. Comparison of visitation time and fruit production of *A. mellifera* and *T. spinipes* in *L. leucocephala*, Trindade, central Brazil.

	Mean of <i>A. mellifera</i>	Mean of <i>T. spinipes</i>	t	GL	P
Visitation time (s)	172,42±77,85	259,90±79,29	-5,74	105	<0,001
Fruit Production	2,02±2,43	0,46±1,04	3,35	34	0,001

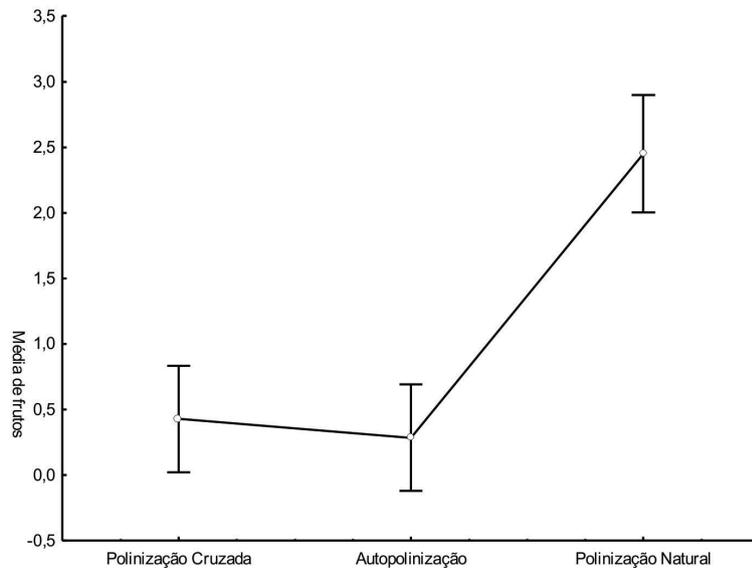


Figura 4. Produção média de frutos resultante dos três tratamentos de polinização em Trindade, Goiás (20 a 25 de agosto de 2012).

Figure 4. Mean fruit yield resulting from the three pollination treatments in Trindade, central Brazil (August 20 to 25, 2012).

muito utilizada para produção de biodiesel, também apresenta comportamento de espécie invasora. Mesmo sendo uma espécie considerada anemófila, tem sua produção de sementes aumentada com a visitação de abelhas (especialmente *Apis mellifera*), assim como *L. leucocephala*, o que aumenta o sucesso de suas populações (Rizzardo *et al.*, 2012). A alta taxa de produção de frutos observada neste estudo, onde houve polinização através dos visitantes florais, realça essa influência dos polinizadores no sucesso reprodutivo de plantas invasoras, pelo aumento de sua abundância e auxílio na colonização de novas áreas, através da alta produção de frutos e sementes.

Conclusão

A espécie *L. leucocephala* reúne vários atributos para ser considerada uma espécie invasora, como capacidade de se reproduzir sexuada e assexuadamente (rebrotar sucessivas vezes após o corte), crescimento rápido, curto período pré-reprodutivo, alta plasticidade e tolerância a ambientes diversos (Carvalho e Maêda, 1997; Costa e Durigan, 2010). Concluímos também que a ação de polinização de *A. mellifera* possui maior eficiência quando comparada à polinização de *T. spinipes*. Demonstramos, no trabalho, que esse polinizador é capaz de produzir alta quantidade de frutos e sementes, contribuindo para o potencial dispersor da planta e o sucesso reprodutivo nas áreas especialmente já alteradas.

Referências

ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. 1988. *Plantas forrageiras. Gramíneas e leguminosas*. 2ª ed., São Paulo, Nobel, 150 p.
 ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, F.X. 2009. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. Impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Botanica Brasileira*, **23**(4):935-943. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062009000400004>

ARAUJO, V.A.; ANTONINI, Y.; ARAUJO, A.P.A. 2006. Diversity of bees and their floral resources at altitudinal areas in the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology*, **35**(1):30-40. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2006000100005>
 BOICA, J.R.A.L.; SANTOS, T.M.; PASSI-LONGO, J. 2004. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: flutuação populacional, horário de visitação e danos às flores. *Neotropical Entomology*, **33**(2):135-139. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000200002>
 CASTRO, W.S. 2010. *Impactos Ambientais de Leucaena leucocephala no parque municipal Santa Luzia, Uberlândia – MG*. Uberlândia, MG. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Católica de Uberlândia, 11 p.
 CARVALHO, A.G.; MAÊDA, J.M. 1997. Biologia floral de *L. leucocephala* (Leguminosae, Mimosoidae). *Floresta e Ambiente, Seropédica*, **4**(1):25-29.
 COSTA, J.N.M.N.; DURIGAN, G. 2010. *L. leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): Invasora ou ruderal? *Revista Árvore*, **34**(5):825-833. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500008>
 DAFNI, A.; PACINI, E.; NEPI, M. 2005. Pollen and stigma biology. In: A. DAFNI; P. KEVAN; B. HUSBAND (org.), *Practical pollination biology*. Ontario, Enviroquest, p. 83-142.
 FREITAS, A.R. 1991. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.: *Cultura e melhoramento*. São Carlos, EMBRAPA, 93 p.
 GENOVESI, P. 2005. Eradications of invasive alien species in Europe: a review. *Biological Invasions*, **7**:127-133. <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-004-9642-9>
 GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. 2007. *Morfologia Vegetal – Organografia e Dicionário Ilustrado de Morfologia das Plantas Vasculares*. São Paulo, Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 416 p.
 INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). 2013. Available at: <http://www.iucn.org/>. Accessed on: 01/02/2013.
 KERR, W.E. 1967. The history of the introduction of African bees to Brazil. *South African Bee Journal*, **39**:3-5.
 KEVAN, P. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. In: P. KEVAN (org.), *Agriculture, Ecosystems and Environment*, p. 373-393.
 KLUTHCOUSKI, J. 1992. Leucena: Alternativa para a pequena e média agricultura. Circular Técnica, 6. Brasília, EMBRAPA-CNPAP, 12 p.
 LEÃO, T.C.C.; ALMEIDA, W.R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S.R. 2011. Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil. In: T.C.C. LEÃO; W.R. ALMEIDA; M. DECHOUM; S.R. ZILLER (org.), *Contextualização, manejo*

e políticas públicas. Recife, CEPAN/Instituto Hórus, p. 21-76.
 LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. 2003. *Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. Nova Odessa, Editora Plantarum, p. 384.
 LODGE, D.M. 1993. Biological invasions: lessons for ecology. *Trends in Ecology and Evolution* **8**:133-137. [http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347\(93\)90025-K](http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347(93)90025-K)
 LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. 2000. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A selection from the Global Invasive Species Database*. New Zealand, published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12 p.
 MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2006. *Espécies exóticas invasoras: situação brasileira*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 24 p. Available at: http://www.mma.gov.br/estruturas/174/publicacao/174_publicacao17092009113400.pdf. Accessed on: 01/08/2013.
 MINUSSI, L.C.; SANTOS, I.A. 2007. Native bees versus *Apis mellifera* Linnaeus, exotic species (Hymenoptera: Apidae). *Bioscience Journal*, **23**:58-62.
 MOTTEN, A.F.; CAMPBELL, D.R.; ALEXANDER, D.E.; MILLER, H.L. 1981. Pollination effectiveness of specialist and generalist visitors to a North Carolina population of *Claytonia virginica*. *Ecology*, **62**:1278-1287. <http://dx.doi.org/10.2307/1937292>
 PELLMYR, O.; THOMPSON, J.N. 1996. Sources of variation in pollinator contribution within a guild: the effects of plant and pollinator factors. *Oecologia*, **107**:595-604. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00333953>
 PIVELLO, V.R. 2011. Invasões biológicas no cerrado brasileiro: efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. *Ecologia.info*, **33**. Available at: <http://www.ecologia.info/cerrado.htm>. Accessed on: 02/06/2013.
 REJMANEK, M.; RICHARDSON, D.M. 1996. What attributes make some plant species more invasive? *Ecology* **77**:1655-1661. <http://dx.doi.org/10.2307/2265768>
 RIBASKI, J.; VARELLA, A.C.; FLORES, C.A.; MATTEI, V.L. 2009. Experiências com sistemas silvipastoris em solos arenosos na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. In: Workshop integração lavoura-pecuária-floresta no bioma Pampa. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2009. (Palestras).
 RIZZARDO, M.; MILFONT, M.O.; DA SILVA, E.M.S.; FREITAS, B.M. 2012. *Apis mellifera* pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **84**(4):1137-1145. Available at: <http://>

www.scielo.br/pdf/aabc/v84n4/aop7112.pdf.
Accessed on: 05/06/2013.

ROY, J. 1990. In search of the characteristics of plant invaders. In: F. DI CASTRI; A.J. HANSEN; M. DEBUSSCHE (ed.), *Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p.

335-352. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-1876-4_20

WHITFIELD, C.W.; BEHURA, S.K.; BERLOCHER, S.H.; CLARK, A.G.; JOHNSTON, S.; SHEPPARD, W.S.; SMITH, D.R.; SUAREZ, A.V.; WEAVER, D.; TSUTSUI, N.D. 2006. Thrice Out of Africa: Ancient and Recent Ex-

pansions of the Honey Bee, *Apis mellifera*. *Science*, **314**(5799):642-645.

<http://dx.doi.org/10.1126/science.1132772>

Submitted on August 23, 2013.

Accepted on March 13, 2014.