

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Aspectos da Biologia de Nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos Principais Polinizadores do Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no MaranhãoMÁRCIA M.C. REGO¹, PATRÍCIA M.C. ALBUQUERQUE¹, MARINA C. RAMOS¹ E LÉA M. CARREIRA²¹Lab. Estudos sobre Abelhas – LEA / Depto. Biologia, Univ. Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, s/n, Campus do Bacanga, 65040-080, São Luís, MA, regommc@uol.com.br, palbuq@elo.com.br, marinowsk@yahoo.com.br²Depto. Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Magalhães Barata, 376 São Brás, 66640-170, C. Postal 399, Belém, PA, lea@museu-goeldi.br*Neotropical Entomology* 35(5):579-587 (2006)Nesting Biology of *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), one of the Main Pollinators of *Byrsonima crassifolia* L. Kunth in Maranhão, Brazil

ABSTRACT - The Centridini has almost 176 species distributed mainly in the tropic regions of America. Although they are considered key pollinators in the maintenance of many vegetal species, data about their bionomics are restrict. Nesting activity is known for 11 species, out of the 21 that are considered pollinators of murici, *Byrsonima crassifolia* L. Kunth, a valuable biomonitoring specie. A study of the nesting biology of *Centris flavifrons* (Friese) was conducted in the state of Maranhão, Brazil, during the active period of the adults (May through December). Nests were aggregated. The females excavated their nests on flat surfaces of hard soils. Fifteen nests were dug and we only found cells in six of them. The nests architecture consisted of a single unbranched tunnel, with only one cell in the vertical position at the end, which was 25 cm to 50 cm away from the entrance. Nocturnal activity was observed in the nests building. The pollen analysis of the contents of four cells allowed to identify 23 floral species, six of them Malpighiaceae. Six floral species were registered visiting *C. flavifrons* by the first time: *Lecythis lurida* (Miers) Mori, *Hymenea courbaril* L., *Myrcea* sp., *Protium* sp., *Tetrapteryx* sp. and *Thalisia* sp.

KEY WORDS: Nest, pollen analysis, solitary bee, bionomics

RESUMO - Os Centridini compreendem cerca de 176 espécies distribuídas principalmente nas regiões tropicais da América. Mesmo considerados polinizadores-chave na manutenção de muitas espécies vegetais, dados sobre sua bionomia são ainda restritos. Há relatos sobre a nidificação de 11 espécies, das 21 diagnosticadas como polinizadoras do murici, *Byrsonima crassifolia* L. Kunth, uma espécie valiosa para o biomonitoramento. Um estudo da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) foi conduzido no Maranhão durante o período de atividade dos adultos (maio a dezembro). Os ninhos estavam agregados. As fêmeas escavaram seus ninhos em solo plano e compactado. Quinze ninhos ativos foram escavados, sendo que em apenas seis foram encontradas células. O túnel era simples, sem ramificações, com uma única célula na sua porção terminal, situada entre 25 cm e 50 cm de profundidade. Foi observada atividade noturna na construção dos ninhos. A análise polínica do aprovisionamento de quatro células permitiu identificar 23 espécies florais, das quais seis espécies de Malpighiaceae. Foram registradas seis espécies florais que ainda não haviam sido encontradas visitando *C. flavifrons*: *Lecythis lurida* (Miers) Mori, *Hymenea courbaril* L., *Myrcea* sp., *Protium* sp., *Tetrapteryx* sp. e *Thalisia* sp.

PALAVRAS-CHAVE: Ninho, análise polínica, abelha solitária, bionomia

Os Centridini reúnem aproximadamente 176 espécies que se distribuem principalmente nas regiões tropicais das Américas, com alguns representantes presentes (e até restritos) às áreas mais secas das regiões subtropicais e temperadas (Michener 2000, Silveira *et al.* 2002). Apesar disso, e do fato de serem consideradas polinizadoras chave

para a manutenção de várias espécies vegetais nos ecossistemas tropicais, especialmente Malpighiaceae, Krameriaceae e Scrophulariaceae (Buchmann 1987), dados sobre sua bionomia são restritos. Dentre as 21 espécies dessa tribo, consideradas polinizadoras do murici, *Byrsonima crassifolia* L. Kunth – Malpighiaceae (Albuquerque & Rêgo

1989, Rêgo & Albuquerque 1989, Sazima & Sazima 1989 e Vinson et al. 1997), são conhecidos os hábitos de nidificação de 11 (52%) delas: *Epicharis flava* (Friese) (Camargo et al. 1975), *Centris aethyctera* Snelling (Vinson & Frankie 1977), *C. inermis* Friese (Coville et al. 1983), *C. trigonoides* Lepeletier (Williams et al. 1984, Simpson et al. 1977), *C. heithausi* Snelling (Coville et al. 1986), *C. flavofasciata* Friese (Vinson et al. 1987), *C. aethiocesta* Snelling (Vinson & Frankie 1988), *C. analis* (Fabricius) (Jesus & Garófalo 2000, Gazola & Garófalo 2003), *C. aenea* Lepeletier (Aguiar & Gaglianone 2003) e *C. tarsata* Smith (Aguiar & Garófalo 2004). Em relação a *Centris flavifrons* (Friese), os únicos estudos sobre a biologia da nidificação estão restritos a áreas de savana na Costa Rica (Vinson et al. 1996, 1997; Vinson & Frankie 1988).

B. crassifolia ocorre do Paraguai até o México (Anderson 1978) em estado silvestre ou cultivado. Seu fruto, o murici, é bastante apreciado no Norte e Nordeste do Brasil. É considerada uma planta-bandeira atraindo às suas inflorescências grande densidade e diversidade de abelhas. Por essa razão, Thiele (2002) a descreve como “uma espécie arbórea muito valiosa para o biomonitoramento”. Dentre as “abelhas de óleo”, os Centridini destacam-se como seus principais polinizadores.

Essas abelhas possuem os hábitos mais variados de nidificação. Muitas espécies escavam ninhos em solo plano (Rozen & Buchmann 1990, Aguiar & Gaglianone 2003, Gaglianone 2005) ou em barrancos verticais (Batra & Schuster 1977, Coville et al. 1983, Vinson et al. 1993). Outras nidificam em cavidades pré-existent, podendo estabelecer seus ninhos em células abandonadas de vespas e de outras abelhas (Linsley et al. 1980), dentro de termiteiros (Vesey-Fitzgerald 1939, Bennet 1964, Gaglianone 2001), em ninhos de *Atta* (Vesey-Fitzgerald 1939), orifícios na madeira, como troncos de árvores (Michener & Lange 1958; Frankie et al. 1988, 1993; Vinson et al. 1993) e em ninhos armadilhas (Gazola & Garófalo 2003, Aguiar & Garófalo 2004, Thiele 2005).

C. flavifrons é uma abelha de grande porte e, como a maioria dos Centridini, coleta óleo com estruturas especializadas, localizadas nos basitarsos das pernas anteriores e médias (Vogel 1974, Robert & Vallespir 1978, Neff & Simpson 1981) que é usado junto com o pólen, para provisionamento das células (Buchmann 1987). A eficiência do comportamento de polinização dessa espécie, em flores de *B. crassifolia*, foi descrita por Rêgo & Albuquerque (1989) e Sazima & Sazima (1989). São abelhas abundantes e muito freqüentes nas flores do murici (Albuquerque & Rêgo 1989).

Neste trabalho são apresentados dados sobre a biologia de *C. flavifrons* em área de cerrado incluindo o período de atividade e fontes de recursos florais em outros ecossistemas do Maranhão.

Material e Métodos

Ninhos de *C. flavifrons* foram estudados em uma área sob o domínio do cerrado, no município de Urbano Santos (3°12'28"S; 43°24'12"), Nordeste do Maranhão, na Fazenda

Santo Amaro de propriedade da Comercial Agrícola Paineiras, situada a aproximadamente 500 km da capital do estado, São Luís. O sítio específico de estudos está a aproximadamente 316 m de um dos principais rios do município, o Rio Mocambo, ocupando a área de aproximadamente 10 m² (Fig. 1A). O clima da região é tropical megatérmico (enquadrando-se no tipo Aw' de acordo com a classificação de Köpen), com pluviosidade anual em torno de 1800 mm, a maior parte concentrada nos meses de dezembro a maio, com os meses de julho a outubro muito secos. A temperatura média anual varia entre 26°C e 27°C. Os principais solos são os arenosos (bem drenados e com baixa fertilidade natural), areias quartzosas e latossolos vermelho-amarelo. A vegetação predominante na região é o cerrado, ocorrendo ainda formações como floresta estacional semidecídua e manchas de vegetação mista (Brasil 1984).

As observações foram feitas em dezembro de 2003 e de janeiro de 2004 a fevereiro de 2005, no período das 4:30h às 23:00h. No período chuvoso (janeiro a junho/2004 e janeiro e fevereiro/2005), foram realizadas quatro viagens ao campo para verificar a ocorrência ou não de atividade de nidificação. Quinze ninhos localizados foram escavados, descritos e o comportamento das fêmeas fundadoras foi registrado, diretamente e através de filmagens. Foi realizada a análise polínica de quatro células (C₃ - C₆) em diferentes estágios de provisionamento, cujas lâminas foram preparadas segundo o método da acetólise de Erdtman (1952). As lâminas foram identificadas no Museu Paraense Emílio Goeldi por comparação com o laminário de referência.

Os dados de visita de *C. flavifrons* nas flores foram obtidos em trabalhos originados de inventários sistematizados de abelhas, realizados em ecossistema de dunas e restinga (São Luís - MA, não publicado), cerrado (Barreirinhas - MA, Albuquerque & Mendonça 1999), floresta secundária (São Luís - MA, Rebelo 1995) e na Baixada Maranhense (Vitória do Mearim-MA, Rego et al. 2000).

Resultados e Discussão

Local de nidificação e arquitetura dos ninhos. As fêmeas de *C. flavifrons* observadas escavaram seus ninhos em solo plano, arenoso e compactado sob forte incidência de luz solar. O acúmulo de areia solta, resultante da remoção do substrato pela fundadora, próximo à entrada dos ninhos, serviu de sinalização, facilitando a localização dos mesmos. Vinson & Frankie (1977) descrevem como um dos requerimentos para nidificação dessa espécie, superfícies horizontais e abertas. Os ninhos estavam agregados e próximos de diferentes fontes alimentares, dentre as quais o murici (Fig. 1B).

Muitos grupos de abelhas que nidificam no solo constroem seus ninhos de forma agregada (Michener 2000), como é o caso de *C. flavifrons* e algumas espécies de *Monoeca* (Cunha & Blochtein 2003), *Ancyloscelis*, *Paratetrapedia*, *Exomalopsis* e *Tapinotaspis* (Michener & Lange 1958). Segundo Michener (1974) as agregações de ninhos de abelhas resultam da tendência de retornarem aos locais de emergência. A proximidade a diferentes fontes de

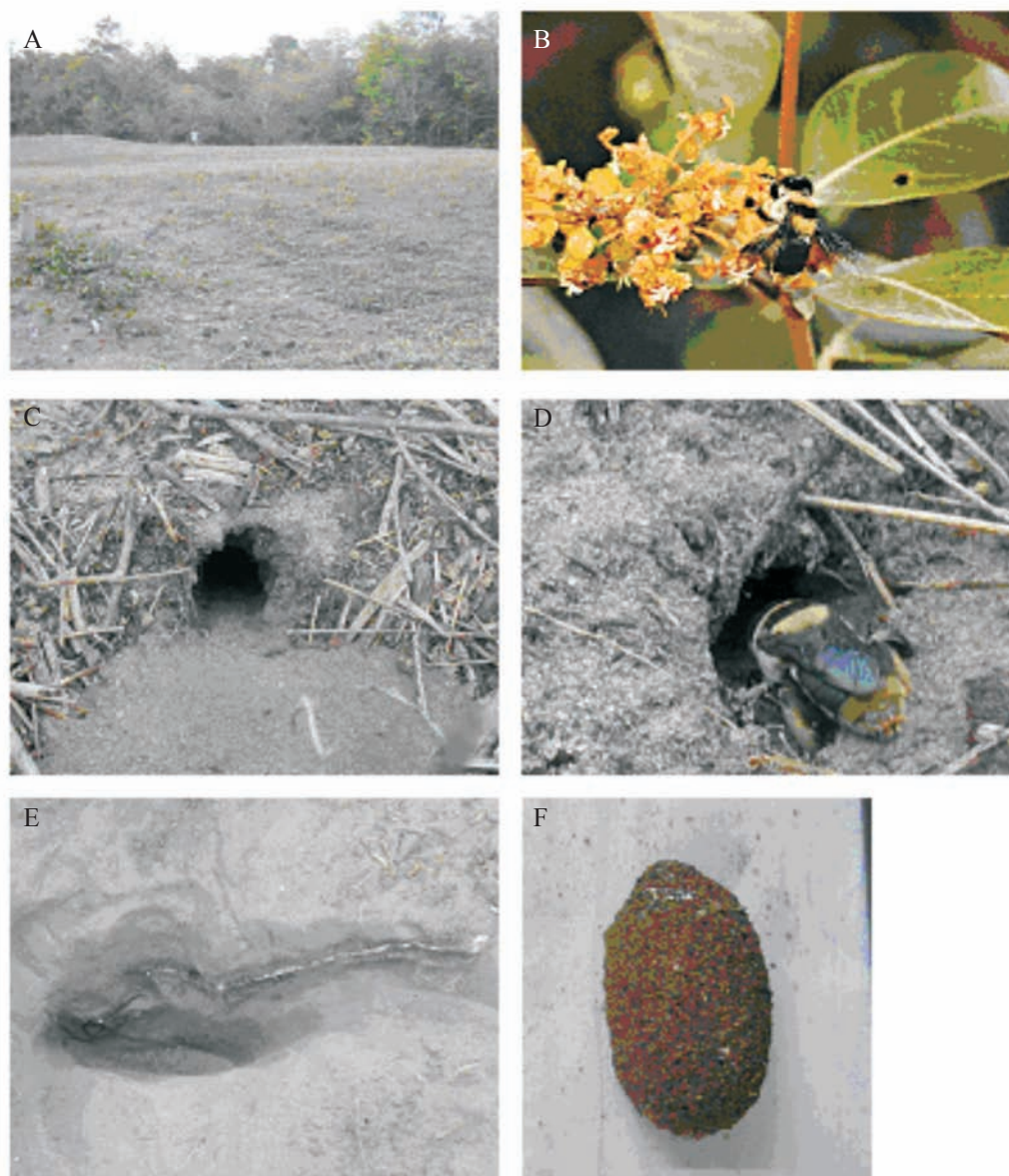


Fig. 1. A - Sítio de estudos; B - *C. flavifrons* em flores do murici; C - entrada do ninho; D - *C. flavifrons* no ninho; E - galeria do ninho com célula disposta verticalmente – em vista superior; F - célula cria.

recursos florais e água (Linsley 1958), a exposição solar e a constituição do solo (Michener *et al.* 1958), dentre outros fatores, são fundamentais para o estabelecimento de ninhos. A perda das fontes de recursos florais, por sua vez, reduz os sítios de nidificação (Vinson *et al.* 1993).

Foram encontradas no primeiro ano, 56 entradas de ninhos. A distribuição dos ninhos da agregação apresentou-se irregular, sem um padrão de distância entre si. No ano seguinte apenas sete ninhos foram localizados. Convém ressaltar que o local de estudos vem sendo submetido ao longo de anos a interferências antrópicas, tais como, capina e remoção do substrato, o que pode provocar a diminuição dos sítios de nidificação.

Dos quinze ninhos ativos escavados, foram encontradas células em apenas seis. Os ninhos eram constituídos por

um túnel levemente oblíquo com acentuada inclinação à medida que se aproximava do fim. A entrada era circular, camuflada e protegida de chuvas entre rizomas secos de gramíneas (Fig. 1 C, D). O orifício permanecia aberto por todo o período de atividade da fêmea até o término do aprovisionamento das células. A profundidade do túnel ($n = 5$) variou de 25 cm a 50 cm e a extensão de 40 cm a 50 cm. Foi encontrada, em cada ninho, uma única célula, em posição vertical, no final da galeria que não apresentava ramificações (Fig. 1 E). Tais dados corroboram em parte os obtidos por Vinson & Frankie (1988) e Vinson *et al.* (1996) que também diagnosticaram na Costa Rica, para a espécie, uma única célula por ninho, o que corresponde a uma condição primitiva das abelhas da tribo Centridini (Coville *et al.* 1983). Entretanto em alguns dos ninhos observados por Vinson

& Frankie (1988) os túneis construídos, cujas extensões variavam de 50 cm a 108 cm da superfície do solo, apresentavam ramificações, o que, na opinião desses autores, caracteriza esses ninhos como completos. Os autores relatam, ainda, que em função desse arranjo mais elaborado, *C. flavifrons* depende de um tempo maior, de até quatro dias, para a finalização do processo de nidificação, quando comparado ao despendido por outras espécies de *Centris* por eles estudadas.

As seis células de *C. flavifrons* foram encontradas em diferentes estágios de desenvolvimento. Apenas uma estava finalizada (C_1) e apresentava 3 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro externos. Tinha forma arredondada e ápice (opérculo) pontiagudo (Fig. 1F). Foi levada ao laboratório para aguardar a emergência do adulto, o que não aconteceu após um ano. Em 02/04 o casulo foi aberto e verificou-se que o indivíduo, já adulto, estava morto. Uma outra célula (C_2) encontrava-se em estágio de construção, sem nenhum

alimento e as outras quatro (C_3 a C_6) estavam sendo aprovisionadas. O conteúdo de uma dessas quatro células (C_3) ocupava até 1/3 da mesma; o das demais células incompletas (C_4 , C_5 e C_6) aparentemente apresentava pólen muito seco, ocupando menos de um 1/3 destas (Tabela 1). As paredes externas das células estavam compactadas com areia mais umedecida contrastando com o substrato em volta. A parede interna das células era constituída de grãos de areia e revestida de óleo com aspecto liso e brilhante.

Comportamento de nidificação e parasitas. Foi diagnosticada atividade noturna na construção do ninho em três fêmeas observadas, as quais iniciaram a construção do túnel pela manhã (5:00h, n = 2; 10:00h, n = 1) e continuaram suas atividades até às 21:00h no mesmo dia. No dia seguinte iniciaram a construção da célula, sendo que a terceira fêmea mais tardiamente, após retirar areia do túnel.

Tabela 1. Análise polínica no aprovisionamento de quatro células (C_3 , C_4 , C_5 e C_6 células incompletas) de *C. flavifrons* no cerrado, MA.

Células	Famílias de plantas	Espécies	% de frequência dos grãos de pólen
C_3	Fabaceae	<i>Vatairea sericea</i>	0,5
	Lecythidaceae	<i>Eschweilera decolorans</i>	0,5
	Lecythidaceae	<i>Lecythis lurida</i>	0,5
	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	0,5
	Solanaceae	<i>Solanum juripeba</i>	1
	Solanaceae	<i>Solanum cf. micranthum</i>	1
	Turneraceae	<i>Turnera melochioides</i>	1
	Fabaceae	<i>Dioclea virgata</i>	2
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	2
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i>	2
	Caesalpiniaceae	<i>Chamaecrista hispidula</i>	3
	Caesalpiniaceae	<i>Senna latifolia</i>	3
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima amoena</i>	3
	Ochnaceae	<i>Ouratea hexasperma</i>	5
	Asteraceae	<i>Erechthites hieracifolia</i>	10
	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp.	10
Melastomataceae	<i>Comolia ovalifolia</i>	10	
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	45	
C_4	Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx</i> sp.	20
	Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	40
	Myrtaceae	<i>Myrcea</i> sp.	40
C_5	Caesalpiniaceae	<i>Hymenea courbaril</i>	10
	Sapindaceae	<i>Thalisia</i> sp.	20
	Myrtaceae	<i>Myrcea</i> sp.	70
C_6	Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx</i> sp.	2
	Caesalpiniaceae	<i>Hymenea courbaril</i>	98

As fêmeas podem levar de quatro até, possivelmente, cinco dias para finalizar o processo de nidificação. Vinson & Frankie (1988) também verificaram um tempo maior que três dias para a nidificação da espécie, diferentemente de outras estudadas na Costa Rica, porém atribuem esse fato ao complexo sistema de múltiplos túneis.

O maior intervalo de tempo despendido por uma das fêmeas no interior do ninho, durante o dia e após o término de construção do túnel (onde não foi mais observada a retirada de areia), foi de 1h e 15 min. Como não havia pólen nas escopas, acredita-se que o tempo foi empregado na construção da célula.

Fora do ninho, o maior intervalo de tempo despendido durante o dia variou de 1h e 15 min a 1h e 58 min ($n = 2 \text{ ♀}$). As fêmeas observadas voltavam com as escopas cheias de pólen e/ou óleo, indicativo de que as células estavam sendo aprovisionadas. Durante essas viagens o maior intervalo de tempo dentro do ninho variou de 24 a 26 min ($n = 2 \text{ ♀}$). O maior número de viagens (entrada e saída do ninho) realizadas pelas fêmeas ($n = 2 \text{ ♀}$), para o aprovisionamento das células, ocorreu no período da manhã. Cada fêmea realizou, entre 5:00h e 12:00h, cinco viagens. No período da tarde, o número de viagens foi reduzido a um ou zero. Uma das fêmeas retornou ao ninho às 15:00h, permanecendo na entrada do mesmo, inativa, até o dia seguinte às 5:00h, quando reiniciou suas atividades.

De modo geral, as fêmeas após cessarem suas atividades permaneciam inertes no interior da entrada do túnel, no período da noite, reiniciando suas atividades nas primeiras horas da manhã (4:30h - 5:00h). Também ficavam assim, quando da ocorrência de chuvas, saindo após seu término.

Uma fêmea iniciou a construção de dois ninhos ao mesmo tempo, finalizando apenas um. A segunda entrada, cujo túnel não foi finalizado no dia observado, poderia ser entendida como um ninho verdadeiro, que posteriormente poderia ser completado, um ninho abandonado ou um falso ninho, este último provavelmente para manter ocupado cleptoparasitas

como espécies de *Mesoplia* (Hymenoptera, Apidae, Ericroidini), presentes na área. Foi observada outra fêmea de *C. flavifrons* expulsando uma espécie de *Mesoplia* que havia invadido seu ninho. Espécies de *Mesoplia* são comumente registradas em ninhos de *Centris* (Morato *et al.* 1999, Aguiar & Gaglianone 2003). Vinson & Frankie (1988) relatam que em ninhos completos de *C. flavifrons* há 6 a 10 ramificações cegas antes de chegar ao túnel verdadeiro. Segundo Chiappa & Toro (1994), a presença de túneis laterais ou células abertas em ninhos de *Centris mixta* servem para evadir parasitas ou alojar adultos que a usam como dormitório. Com exceção dessa fêmea aparentemente construindo dois ninhos ao mesmo tempo, não foram encontradas, nos 15 ninhos observados de *C. flavifrons*, ramificações ou túneis laterais e nem células cegas. Entretanto as fêmeas fundadoras permaneciam na entrada do túnel à noite ou em períodos de chuva.

Sazonalidade, recursos florais e análise polínica.

Indivíduos de *C. flavifrons* foram observados nas flores no período de maio a dezembro, sendo agosto o mês de maior abundância (Fig. 2). *C. flavifrons* visita uma variedade de tipos florais para a coleta de pólen o qual é utilizado, segundo Vinson *et al.* (1997), no aprovisionamento de até 2/3 do conteúdo da célula juntamente com o óleo (Tabela 1). O'Toole & Raw (1991) enfatizam que nos trópicos a maior parte das espécies de abelhas solitárias emerge no final da estação de alta pluviosidade, o que coincide com o período de maior floração e, portanto de maior oferta de recursos, néctar, pólen e óleo. Logo após a emergência, os adultos desenvolvem estratégias para a localização e atração dos pares para acasalamento, estabelecendo territórios (Vinson *et al.* 1996); patrulha nas flores ou em ninhos são frequentes por essas ocasiões (Alcock 1980, Roubik 1989, Alcock 1991). Os agregados encontrados de *C. flavifrons* foram fundados no fim do período de estiagem, principalmente nos meses de outubro a dezembro, que coincidem com o período de

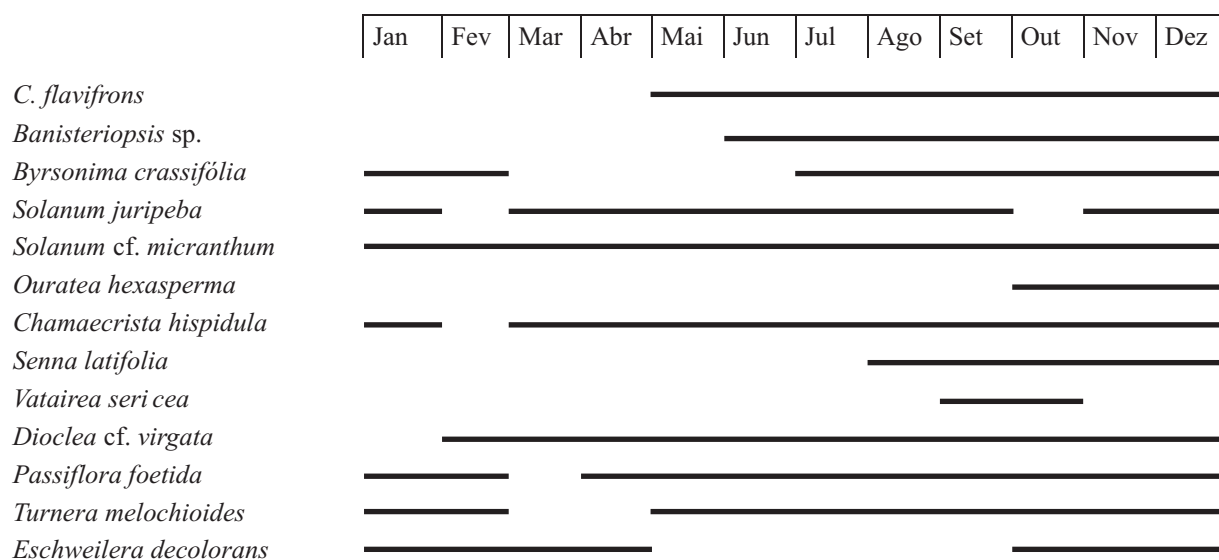


Fig. 2. Atividade de *C. flavifrons* nas flores, e florescimento das espécies utilizadas por essas abelhas como fontes de óleo e/ou pólen em levantamentos realizados em áreas de dunas, baixada, floresta secundária e cerrado no Maranhão.

maior ocorrência de comportamentos de marcação territorial de machos e nidificação de Centridini diagnosticados por Rego et al. (2000) em ambiente de cerrado no Maranhão. Como foram encontrados ninhos em diferentes estágios (alguns sendo construídos, outros já provisionados e poucos com larvas em diferentes estágios de desenvolvimento) somente no período de estiagem e sem atividade no período subsequente, supõe-se que o fim do período de estiagem (outubro a dezembro) representaria o período das fundações.

Foram identificados os grãos de pólen de quatro células de *C. flavifrons*. Vinte e três espécies florais, dentre as quais

seis espécies de Malpighiaceae foram diagnosticadas (Tabela 2). *Banisteropsis* sp., *Byrsonima amoena* Cuatrec., *B. crassifolia*, *B. intermedia* A.Juss., *B. sericea* DC e *Tetrapteryx* sp. destacam-se como fontes de óleo e pólen; *Sena latifolia* (G. Mey.) HS Irwin & Barneby, *Chamaecrista hispidula* (Vahl) HS Irwin & Barneby, *Hymenea courbaril* L. e *Ouratea hexasperma* (St.- Hill) Baill., como fontes exclusivas de pólen; as demais espécies são consideradas principalmente nectaríferas. Na análise polínica da célula C₃, 45% dos grãos diagnosticados eram de *B. crassifolia*, ressaltando a relevância dessa espécie no provisionamento

Tabela 2. Registros de coleta de *C. flavifrons* em espécies florais de diferentes ecossistemas.

Espécies florais	Família	Autor
<i>Erechthites hieracifolia</i> (L.) Raf.	Asteraceae	Camargo & Mazucato 1984
<i>Adenocalymma coriaceum</i> A.D.C.	Bignoniaceae	Aguiar et al. 2003
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Cochlospermaceae	Vinson et al 1997
<i>Bejaria sprucei</i> Meisn.	Ericaceae	Clemants 1995
<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Caesalpiniaceae	Gottsberger et al. 1988
<i>Sena latifolia</i> (G. Mey.) H.S. Irwin & Barneby		Rebello 1995
<i>Dioclea virgata</i> (L.C. Rich.) Amshoff	Fabaceae	Rêgo et al. 2000
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i> Lima		Thiele 2002
<i>Dussia macrophyllata</i> (Donn. Sm.) Harms.		Thiele 2002
<i>Vatairea sericea</i> (Ducke) Ducke		Albuquerque & Mendonça 1999
<i>Senna australis</i> (Vell.) I. & B.		Silva et al. 2002
<i>Eschweilera decolorans</i> Sandwith	Lecythidaceae	Albuquerque & Mendonça 1999
<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	Lythraceae	Vitali-Veiga et al. 1999
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Malpighiaceae	Albuquerque & Rêgo 1989; Rêgo & Albuquerque 1989; Vinson et al. 1996, 1997
<i>Byrsonima sericea</i> A.D.C.		Teixeira & Machado 2000
<i>Byrsonima amoena</i> Cuatrec.		Albuquerque & Mendonça 1999
<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.		Gaglianone 2003
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth		Aguiar et al. 2003
<i>Mcvaughia bahiana</i> W.R. Anderson		Aguiar & Almeida 2002
<i>Banisteriopsis</i> sp.		Albuquerque & Mendonça 1999
<i>Malpighia glabra</i> L.		Aguiar et al. 2003
<i>Malpighia puniceifolia</i> L.		Castro 2002
<i>Comolia ovalifolia</i> Triana	Melastomataceae	Oliveira-Rebouças & Gimenes 2004
<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Baill	Ochnaceae	Albuquerque & Mendonça 1999
<i>Passiflora foetida</i> L.	Passifloraceae	Gottsberger et al. 1988
<i>Passiflora alata</i> Curtis		Varassin & Silva 1999
<i>Melochia tomentosa</i> L.	Sterculiaceae	Aguiar et al. 2003
<i>Turnera melochioides</i> Camb.	Turneraceae	Gottsberger et al. 1988
<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.	Vochysiaceae	Thiele 2002

de *C. flavifrons* e conseqüentemente no seu processo de polinização. Para a maioria das espécies vegetais encontradas nas células C₄, C₅, e C₆ (Tabela 1) não foi possível a identificação ao nível de espécie. Grãos de pólen de *Byrsonima* foram inferiores a 1% nessas células, não sendo, portanto, contabilizados na amostra. Vinson *et al.* (1997) descrevem que o primeiro conteúdo de pólen contido nas células de *Centris* é preferencialmente pólen compactado, quase sem mistura de líquidos e que somente nas camadas mais superficiais das células o pólen se apresenta mais esponjoso. Assim sendo, a baixa frequência de plantas de óleo diagnosticadas nas células C₄, C₅ e C₆ poderia ser atribuída ao fato de as mesmas não terem sido totalmente aprovoadas. Do total de 23 espécies encontradas na análise polínica, *C. flavifrons* não havia sido registrada em apenas seis espécies florais, *Lecythis lurida* (Miers) Mori, *Hymenea courbaril* L., *Myrcea* sp., *Protium* sp., *Tetrapterys* sp. e *Thalasia* sp. (Tabela 1).

Agradecimentos

Esta pesquisa faz parte do projeto "Polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) em área nativa, Maranhão: diversidade de espécies, nidificação e seu uso sustentável na agricultura" financiado pelo PROBIO, tendo recebido apoio logístico em Urbano Santos da Cia Agrícola Paineiras Ltda. à qual somos gratos. Ao biólogo Adriano Oliveira Maciel pela ajuda de campo. À Fundação Sousândrade (FSADU) especialmente a Regina Luna que sempre nos apoiou. Aos consultores anônimos pelas valiosas críticas e sugestões. Marina Ramos recebeu bolsa de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq/UFMA.

Referências

- Aguiar, C.M.L. & C.A. Garófalo. 2004. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Rev. Bras. Zool. 21: 477-486.
- Aguiar, C.M.L., F.C.V. Zanella, C.F. Martins & C.A.L. Carvalho. 2003. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na caatinga para obtenção de recursos florais. Neotrop. Entomol. 32: 247-259.
- Aguiar, C.M.L. & G.F. Almeida. 2002. Atividade diária de coleta de óleo por espécies de *Centris* (Hymenoptera: Apidae) em *Mcvauighia bahiana* W.R. Anderson (Malpighiaceae) na caatinga. Acta Biol. Leopold. 24: 131-140.
- Aguiar, C.M.L. & M.C. Gaglianone. 2003. Nesting biology of *Centris (Centris aenea)* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Rev. Bras. Zool. 20: 601-606.
- Albuquerque, P.M.C. de & J.A.C. Mendonça. 1999. Anthophoridae (Hymenoptera, Apidae) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. Acta Amazon. 26: 45-54.
- Albuquerque, P.M.C. de & M.M.C. Rêgo. 1989. Fenologia das abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia* Malpighiaceae). Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, Ser. Zool. 5: 163-178.
- Alcock, J. 1980. Natural selection and the mating systems of solitary bees. Am. Sci. 68: 146-153.
- Alcock, J. 1991. Mate-locating behavior of *Xylocopa californica arizonensis* Cresson (Hymenoptera: Anthophoridae). J. Kan. Entomol. Soc. 64: 349-356.
- Anderson, W.R. 1978. Byrsonimodea: A new subfamily of Malpighiaceae. Leandra 7: 5-18.
- Batra, S.W.T. & J.C. Schuster. 1977. Nests of *Centris*, *Melissodes*, and *Colletes* in Guatemala (Hymenoptera: Apoidea). Biotropica 9: 135-138.
- Bennett, F.D. 1964. Notes on the nesting of *Centris derasa*. Pan-Pacific Entomol. 40: 125-128.
- Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1984. Atlas do Maranhão. Rio de Janeiro, 104p.
- Buchmann, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. Annu. Rev. Ecol. Syst. 18: 343-369.
- Camargo, J.M.F. & M. Mazucato. 1984. Inventário da fauna e flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. Dusenya 14: 55-87.
- Camargo, J.M.F., R. Zucchi & E.S.F. Sakagami. 1975. Observations on the Bionomics of *Epicharis (Epicharana) rustica flava* (Olivier), including notes on its parasite *Rhatymus* sp. (Hymenoptera, Apoidea: Anthophoridae). Studia Entomologica 18: 313-340.
- Castro, M.S. 2002. Bee Fauna of some tropical and exotic fruits: Potential pollinators and their conservation, p.275-288. In P.G. Kevan & V. L. Imperatriz-Fonseca (eds.). Pollinating bees – the conservation link between agriculture and nature. Brasília, Ministry of Environment, 313p.
- Chiappa, E. & H. Toro. 1994. Comportamiento reproductivo de *Centris mixta tamarugalis* (Hymenoptera: Anthophoridae). II Parte: Nidificación y estados inmaduros. Rev. Chilena Entomol. 21: 99-115.
- Clemants, S.E. 1995. *Bejaria*. Fl. Neotrop. Monogr. 66: 54-106.
- Coville, R.E., G.W. Frankie & S.B. Vinson. 1983. Nests of *Centris segregata*. (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting habitats of the genus. J. Kansas Entomol. Soc. 56: 109-122.
- Coville, R.E., G.W. Frankie, S.L. Buchmann, S.B. Vinson & H.J. Williams. 1986. Nesting and male behaviour of *Centris heithausi* (Hymenoptera: Anthophoridae) in Costa Rica, with chemical analysis of the hindleg glands of males. J. Kansas Entomol. Soc. 59: 325-336.
- Cunha R. & B. Blochtein. 2003. Life history of *Monoeca xanthopiga* Harter-Marques, Cunha & Moure (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini) at the Araucaria Plateau, Rio Grande do Sul, Brazil. Rev. Bras. Zool. 20: 107-113.
- Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Almqvist and Wiksell, Stockholm, 539p.
- Frankie, G.W., L. Newstrom, S.B. Vinson & J.F. Barthell. 1993.

- Nesting-habitat preferences of selected *Centris* bee species in Costa Rican dry Forest. *Biotropica* 25: 322-333.
- Frankie, G.W., S.B. Vinson, L. Newstrom & J.F. Barthell. 1988. Nest site and habitat preferences of *Centris* bees in Costa Rican dry forest. *Biotropica* 20: 301-310.
- Gaglianone, M.C. 2001. Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). *Revta. Bras. Zool.* 18: 107-117.
- Gaglianone, M.C. 2003. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luís Antonio, SP): Composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae, p.279-284. In G.A.R. Melo & I.A. Santos (eds.), *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure*. Criciúma, UNESC, 320p.
- Gaglianone, M.C. 2005. Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analysis for the genus. *Stud. Neotrop. Fauna Env.* 40: 191-200.
- Gazola A.L. & C.A. Garófalo. 2003. Parasitic behavior of *Leucospis cayennensis* Westwood (Hymenoptera, Leucospidae) and rates of parasitism in populations of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *J. Kan. Entomol. Soc.* 76: 131-142.
- Gottsberger, G., J.M.F. Camargo & I. Silberbauer-Gottsberger. 1988. A Bee-pollinated Tropical community: The beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. *Bot. Jahrb. Syst.* 109: 469-500.
- Jesus, B.M.V. & C.A. Garófalo. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie* 31: 503-515.
- Linsley, E.G. 1958. The ecology of solitary bees. *Hilgardia* 27: 543-599.
- Linsley, E.G., J.W. Macswain & C.D. Michener. 1980. Nesting biology and associates of *Melitoma* (Hymenoptera, Anthophoridae) Univ. Calif. Publ. Entomol. 90: 1-45.
- Michener, C. 1974. The social behavior of the bees: A comparative study. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 404p.
- Michener, C. 2000. The bees of the world. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins University Press, 913p.
- Michener, C. & R.B. Lange. 1958. Observations on the ethology of Neotropical Anthophorine bees (Hymenoptera: Apoidea). *Univ. Kansas Sci. Bull.* 224: 285-291.
- Michener, C.D., R.B. Lange., J.J. Bigarella & R. Salamuni. 1958. Factors influencing the distribution of bees in earth banks. *Ecology* 39: 207-217.
- Morato, E., M.V.B. Garcia & L.A.O. Campos. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. *Revta. Bras. Zool.* 16: 1213-1222.
- Neff, J.L. & B.B. Simpson. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): Morphology, function and use in systematics. *J. Kansas Entomol. Soc.* 54: 95-123.
- Oliveira-Rebouças, P. & M. Gimenes. 2004. Abelhas (Apoidea) visitantes de flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma área de restinga na Bahia. *Neotrop. Entomol.* 33: 315-320.
- O'Toole, C. & A. Raw. 1991. Bees of the World. London, Blandford, 192p.
- Rebelo, J.M.M. 1995. Espécies de Anthophoridae (Hymenoptera, Apoidea) e sua associação com flores, numa área restrita da ilha de São Luís - MA, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool.* 11: 105-124.
- Rêgo, M.M.C., C. Santos, P. Albuquerque & R. Ferreira. 2000. Aspectos ecológicos das abelhas Anthophoridae (Hymenoptera, Apoidea) de Vitória do Mearim, Baixada Ocidental do estado do Maranhão, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool.* 16: 99-133
- Rêgo, M.M.C. & P.M.C. Albuquerque. 1989. Comportamento das abelhas visitantes de murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, Malpighiaceae. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool.*, 5: 179-193.
- Robert, R.B. & S.R. Vallespir. 1978. Specialization of hair bearing pollen and oil on the legs of bees (Apoidea: Hymenoptera). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 71: 619-627.
- Rozen Jr., J.G. & S.L. Buchmann. 1990. Nesting biology and immature stages of the bees *Centris caesalpiniae*, *C. pallida*, and the cleptoparasite *Ericrocis lata* (Hymenoptera: Apoidea: Anthophoridae). *Am. Mus. Nov.* 2985: 30p.
- Roubik, D.W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge, Cambridge University Press, x+514p.
- Sazima, M. & I. Sazima. 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. *Botanica Acta* 102: 106-111.
- Silva, A.L.G., W.T. Ormond, & M.C.B. Pinheiro. 2002. Biologia floral e reprodutiva de *Senna australis* (Vell.) Irwin & Barneby (Fabaceae, Caesalpinioideae). *Bol. Museu Nac. Botanica* 121: 1-11.
- Silveira F.A., G.A.R. Melo & E.A.B. Almeida. 2002. Abelhas brasileiras: Sistemática e identificação. Belo Horizonte, Composição e Arte, 253p.
- Simpson, B.B., J.L. Neff & D.L. Seigler. 1977. *Krameria*, free fatty acids and oil collecting bees. *Nature* 267: 150-151.
- Teixeira, L.A.G. & I.C. Machado. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta Bot. Bras.* 14: 347-357.
- Thiele, R. 2002. Abejas polinizadoras de árboles del Nordeste de Costa Rica: Ecología, protección e importancia silvicultural de las Centridini. Disponível em: http://193.97.170.92/toeb/pdf/TOEB_Abejas_polinizadoras_de_arboles_del_Nordeste_de_Costa_Rica.pdf. Acesso em 30 jun 2005.
- Thiele, R. 2005. Phenology and nest site preferences of wood-

- nesting bees in a Neotropical lowland rain Forest. Stud. Neotrop. Fauna Env. 40: 39-48.
- Varassin, I.G. & A.G. Silva. 1999. A Melitofilia em *Passiflora alata* Dryander (Passifloraceae), em vegetação de Restinga. *Rodriguesia* 50: 5-17.
- Vesey-Fitzgerald, D. 1939. Observations on bees in Trinidad, B.W. I. Proc. R. Entomol. Soc. London. 14: 107-110.
- Vinson, S.B. & G.W. Frankie. 1977. Nest of *Centris aethyctera* (Hymenoptera: Apoidea: Anthophoridae) in the dry forest of Costa Rica. *J. Kansas Entomol. Soc.* 50: 310-311.
- Vinson, S.B. & G.W. Frankie. 1988. A comparative study of the ground nests of *Centris flavifrons* and *Centris aethiocesta* (Hymenoptera: Anthophoridae). *Entomol. Exp. Appl.* 49: 181-187.
- Vinson, S.B., G.W. Frankie & H.J. Williams. 1996. Chemical ecology of the genus *Centris* (Hymenoptera: Apidae). *Fla. Entomol.* 79: 109-129.
- Vinson, S.B., G.W. Frankie, H.J. Williams & R.E. Coville. 1987. Nesting habitats of *Centris flavofasciata* Friese (Hymenoptera: Apoidea: Anthophoridae) in Costa Rica. *J. Kansas Entomol. Soc.* 60: 249-263.
- Vinson, S.B., G.W. Frankie & J. Barthell. 1993. Threats to the diversity of solitary bees in a Neotropical dry forest in Central America, p.53-81. In J. LaSalle & I.D. Gauld (eds.), *Hymenoptera and biodiversity*. London, C.A.B. International, 348p.
- Vinson, S.B., H.J. William, G.W. Frankie & G. Shrum. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae) *Biotropica* 29: 76-83.
- Vitali-Veiga, M.J., J.C.S. Dutra & V.L.L. Machado. 1999. Floral visitors in *Lagerstroemia speciosa* Pers. (Lythraceae). *Rev. Bras. Zool.* 16:397-407.
- Vogel, S. 1974. Olblumen und olsammelnde Bienen. *Akad. Wiss. Lit. Abh. Math. Naturwiss. Kl. [Mainz] Trop. Subtrop. Pflanz* 7: 1-267.
- Williams, H.J., S.B. Vinson, G.W. Frankie, R.E. Coville & G.W. Ivie. 1984. Morphology, chemical contents and possible function of the tibial gland of males of the Costa Rican solitary bees *Centris nitida* and *Centris trigonoides subtarsata* (Hymenoptera: Anthophoridae). *J. Kansas Entomol. Soc.* 57: 50-54.

Received 19/VII/05. Accepted 02/II/06.
