

Biologia reprodutiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil¹

DIANA RAQUEL VIEIRA OSTROROG² e ANA ANGÉLICA ALMEIDA BARBOSA^{2,3}

(recebido: 07 de fevereiro de 2008; aceito: 22 de abril de 2009)

ABSTRACT – (Reproductive biology of *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) in floodable riparian forest, in Uberlândia, MG, Brazil). *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. is a shrub palm with clonal growth and restricted to marshy lands along banks of rivers and streams. The object of this work is to describe its reproductive biology in an area of floodable riparian forest, in Uberlândia, MG. The study was carried out from April 2004 to December 2005. The species flowered from April to August of 2004. The greater production of fruit occurred between October and December. The flowers present a violaceous coloring; they are declinous, protanderous in the same flower head, emit a strong scent and open about 8:00 in the morning. They are arranged in the rachilla in triads (two lateral staminate flowers and a central pistillate). Only the pistillate flower had nectar. It is smaller than the staminate and its life span is between two and four days and that of the staminate is one day. The rate for pollen viability for flowers in pre-anthesis was 84.3% and 95.9% for recently opened flowers. The stigmatic receptivity occurs as from the bud stage. The average number of flowers per flower head was $2,192.8 \pm 1,184.1$ staminate and $1,129.5 \pm 571.4$ pistillate. There was no overlapping between the opening of the staminate and pistillate flowers in the same flower head and neither in the same individual, and so occurring functional dioecy. Apomixis did not occur and therefore the sexual reproduction of the species depends on cross pollination. The main effective pollinators were flies of the Muscidae e Sarcophagidae families. Bees and beetles were considered as occasional pollinators.

Key words - floral biology, *Geonoma brevispatha*, myophily, pollination, reproductive system

RESUMO – (Biologia reprodutiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil). *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. é uma palmeira arbustiva com crescimento clonal e restrita a ambientes alagados, bordas de rios e córregos. O objetivo deste trabalho é descrever sua biologia reprodutiva em uma área de mata de galeria inundável, em Uberlândia, MG. O estudo foi feito no período de abril de 2004 a dezembro de 2005. A espécie floresceu de abril a agosto. A maior produção de frutos ocorreu entre outubro e dezembro de 2004. As flores possuem coloração violácea, são diclinas, protândricas, emitem odor forte, abrem por volta das 8h00 e são arranjadas na ráquila em tríades (duas flores estaminadas laterais e a pistilada central). Somente as flores pistiladas apresentaram néctar. A flor pistilada é menor que a estaminada com longevidade de dois a quatro dias, enquanto a estaminada dura um dia. A taxa de viabilidade polínica para flores em pré-antese foi de 84,3% e de 95,9% para flores recém abertas. A receptividade estigmática ocorre desde a fase de pré-antese. O número médio de flores por inflorescência foi de $2.192,8 \pm 1.184,1$ de flores estaminadas e $1.129,5 \pm 571,4$ de pistiladas. Não houve sobreposição entre a abertura das flores estaminadas e pistiladas na mesma inflorescência e nem no mesmo indivíduo, ocorrendo dioecia funcional. Não ocorreu apomixia e a reprodução sexuada, portanto, depende da polinização cruzada. Os principais polinizadores efetivos foram moscas das famílias Muscidae e Sarcophagidae. Abelhas e besouros foram considerados como polinizadores ocasionais.

Palavras-chave - biologia floral, *Geonoma brevispatha*, miofilia, polinização, sistema reprodutivo

Introdução

O gênero *Geonoma* (subfamília Arecoideae, tribo Geomeae) é representado por cerca de 50 espécies largamente distribuídas nas Américas. As espécies são típicas de ambientes úmidos (Henderson *et al.* 1995) e

são monóicas com inflorescências solitárias, bifurcadas ou ramificadas. As flores se encontram dispostas na ráquila em tríades (uma flor pistilada central e duas estaminadas laterais) imersas em alvéolos (Marcato 2000). As flores pistiladas apresentam somente parte do estilete e o estigma exsertos (Marcato & Pirani 2001).

A biologia reprodutiva de espécies do gênero *Geonoma* tem sido amplamente estudada por diversos autores (tabela 1). Tais estudos envolvem vários aspectos como fenologia, biologia floral, sistema reprodutivo e de polinização, que são desconhecidos para *G. brevispatha* Barb. Rodr., espécie abordada no presente estudo. Estudos sobre biologia reprodutiva são

1. Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.
2. Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama, Instituto de Biologia, Bloco 2D, Caixa Postal 593, 38400-902 Uberlândia, MG.
3. Autor para correspondência: angelica@ufu.br

Tabela 1. Dados comparativos de alguns aspectos da biologia reprodutiva de *Geonoma* (Arecaceae) (– = sem informação; * = polinizador efetivo).Table 1. Comparative data of some aspects of reproductive biology of *Geonoma* (Arecaceae) (– = no information; * = effective pollinator).

Espécies	Odor	Cor perianto	Seqüência de abertura	Néctar	Visitantes florais	Longevidade	Sobreposição das fases sexuais	Habitat	Fonte
<i>G. brevispatha</i> Barb. Rodr.	Sim	violácea	–	sim	–	–	–	Mata de galeria, Brasil	Resende (2003)
<i>G. irena</i> Borchs.	Sim/ forte/ adocicado	–	profândrica	–	moscas, abelhas* e besouros	–	Sim	Floresta úmida, Equador	Borchsenius (1997)
<i>G. cuneata</i> H. Wendl. ex Spruce	Sim/ forte/ fermentado	–	profândrica	–	moscas*, abelhas e besouros	–	Não	Floresta úmida, Equador	Borchsenius (1997)
<i>G. macrostachys</i> Mart.	Sim/ forte/ adocicado	verde	profândrica	não	moscas e abelhas*	1-3 dias	Não	Floresta úmida, Peru	Listabarth (1993)/ Knudsen <i>et al.</i> (1999)
<i>G. acaulis</i> Mart.	Sim/ forte/ condimentado	–	profândrica	–	besouros*	–	Não	Floresta úmida, Peru	Listabarth (1993)
<i>G. gracilis</i> H. Wendl. ex Spruce	Sim/ fraco	roxa	profândrica	não	moscas*, besouros e abelhas	1-2 dias	Sim	Floresta úmida, Peru	Listabarth (1993)
<i>G. interrupta</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	Sim/ fraco/ adocicado	marrom	profândrica	–	moscas e besouros	2-4 dias	Sim	Floresta úmida, Peru	Listabarth (1993)/ Stauffer <i>et al.</i> 2002
<i>G. epetiolata</i> H. E. Moore	–	vermelho	profândrica	–	moscas, besouros e abelhas	–	Sim	Floresta úmida, Costa Rica	Marten & Quesada (2001)

importantes por esclarecerem como ocorre o fluxo gênico e a diferenciação genética entre as populações (Scariot *et al.* 1991), além de permitirem o conhecimento das interações entre as flores e seus visitantes e o processo evolutivo das espécies.

Geonoma brevispatha é uma palmeira arbustiva, com crescimento clonal, que apresenta estipes agregados ou múltiplos, de 1 a 4 m de altura e 2,5 a 4 cm de diâmetro, em média (Henderson *et al.* 1995). A espécie é ornitocórica, restrita a ambientes alagados, em bordas de rios e córregos, matas de galeria e florestas úmidas da América Central e do Sul (Henderson *et al.* 1995). No Brasil, é encontrada em Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso, nas florestas ciliares e em áreas úmidas de altitude (Henderson *et al.* 1995, Lorenzi 1996, Marcato & Pirani 2001). Na região do Triângulo Mineiro, local do presente estudo, é de ocorrência muito comum nas matas inundáveis.

Este trabalho tem como objetivo descrever a fenologia reprodutiva, biologia floral, polinização e sistema reprodutivo de *Geonoma brevispatha*.

Material e métodos

O estudo foi realizado no período de abril de 2004 a dezembro de 2005, durante visitas sistemáticas a uma área de mata de galeria inundável, localizada próxima à vereda da Reserva do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), a 8 km oeste do perímetro urbano de Uberlândia, MG, entre 18°30' e 19°30' S e 47°50' W (Lima *et al.* 1989). *Geonoma brevispatha* é muito freqüente no sub-bosque da área e, em geral, ocorre em touceiras.

Segundo a classificação de Köppen, a região de Uberlândia apresenta clima do tipo Aw (savana tropical). O verão é quente e úmido e o inverno é frio e seco, caracterizando, assim, um clima sazonal, com precipitação anual de 1.400 a 1.700 mm e temperatura máxima de 27 °C a 30 °C. O período da estação chuvosa ocorre normalmente de outubro a março e o da estação seca de abril a setembro (Rosa *et al.* 1991). A vegetação predominante na reserva é o cerrado (sentido estrito) e a mancha de mata de galeria inundável estudada é circunvizinha a uma extensa área de vereda (Araújo *et al.* 2002).

Fenologia – O estudo de fenologia reprodutiva foi realizado em 2004 em um transecto com cerca de 150 m de extensão, onde foram marcados 20 indivíduos adultos de *Geonoma brevispatha*, com estipes múltiplos, que foram avaliados quanto à presença ou ausência de botões, flores e frutos. Os dados foram obtidos da planta-mãe de cada indivíduo. Além disso, foram anotados em 10 indivíduos: o número de inflorescências por indivíduo, de flores por ráquila e por inflorescência, e a disposição de flores pistiladas e estaminadas na inflorescência.

Morfologia e biologia floral – Para os estudos morfológicos, peças florais foram medidas utilizando-se 15 flores provenientes de cinco inflorescências de cinco indivíduos. Aspectos da biologia floral, tais como: cor, presença de odor, produção de néctar, horário e seqüência da antese, longevidade das flores, período de receptividade estigmática e viabilidade do pólen foram avaliados no mínimo em 10 flores coletadas em cinco indivíduos na área, utilizando técnicas segundo Kearns & Inouye (1993). A presença de odor foi verificada em flores frescas no campo e a presença de néctar avaliada em flores de cinco inflorescências ensacadas desde a pré-antese até a abertura completa da flor. O volume de néctar e a concentração de solutos foram medidos com microcapilares de 1 µL e refratômetro de bolso, respectivamente. Cinco inflorescências foram coletadas, colocadas em recipientes com água e, logo em seguida, transportadas para o laboratório, onde a receptividade de 20 flores (10 em pré-antese e 10 flores abertas) foi testada gotejando-se água oxigenada 3% (a 10 volumes) sobre o estigma e observando-se em estereomicroscópio, cerca de 50 minutos após a coleta. A liberação de bolhas de oxigênio foi utilizada como indicadora da receptividade (Kearns & Inouye 1993). A viabilidade do pólen foi estimada através da contagem de grãos corados por carmin acético (Radford *et al.* 1974). Foram avaliados grãos de anteras de 10 botões em pré-antese e de 15 flores recém abertas provenientes de 10 indivíduos diferentes tanto em material fresco quanto estocado em etanol 70%. Para cada flor os grãos de todas as seis anteras foram homogeneizados em uma mesma lâmina, e quantificados 300 grãos de pólen/lâmina, anotando-se a porcentagem de grãos corados (indicador indireto de viabilidade) e de grãos não corados (inviáveis).

Para identificar a ocorrência de sobreposição no horário de abertura das flores estaminadas e pistiladas, 16 inflorescências de 10 indivíduos foram observadas de três em três dias. Contaram-se os números de flores estaminadas e de pistiladas abertas por dia em cada indivíduo (Bawa 1977). Para avaliar a ocorrência de diferença significativa entre o número de flores estaminadas e pistiladas abertas por dia entre as plantas foi utilizado o teste do Qui-quadrado (Zar 1999). O nível de significância adotado foi de 5%.

Sistema reprodutivo – Para estudar o sistema reprodutivo foram feitos três tipos de experimentos: 1. apomixia: 10 inflorescências com flores pistiladas na pré-antese, de 10 indivíduos, foram ensacadas com sacos de tecido do tipo organza, sem tratamento posterior; 2. polinização cruzada: 125 flores pistiladas de cinco indivíduos diferentes (25 flores/indivíduo) foram ensacadas em pré-antese, e após a abertura, o estigma recebeu pólen de outro indivíduo; 3. controle: 125 flores pistiladas de cinco indivíduos (25 flores/indivíduo) foram apenas marcadas e acompanhadas, para avaliar a eficiência da polinização natural.

Visitantes florais – Os visitantes foram observados ao longo do dia em diferentes horários, totalizando aproximadamente 60 horas de observação. Alguns foram coletados para

identificação. O comportamento de visita e a frequência dos visitantes foram avaliados através de observações focais diurnas, com duração variável, em inflorescências nas fases pistiladas e estaminadas de vários indivíduos. Os visitantes foram classificados em uma das seguintes categorias, definidas pela análise da frequência de visitas, carga polínica e comportamento na flor: polinizadores efetivos (visitantes capazes de tocar no estigma e no estame das respectivas flores, com alta frequência de visita ao longo do dia e do período de floração, totalizando mais de 20 avistamentos na inflorescência por turno de observação); polinizadores ocasionais (visitantes capazes de tocar o estigma e os estames das respectivas flores, mas observados com baixa frequência nas flores e, com menos de 20 visitas por turno de observação nem sempre presentes durante todo o período de floração) ou pilhadores (independentemente da frequência, visitam as flores sem tocar o estigma e os estames).

Resultados e discussão

Fenologia – *Geonoma brevispatha* apresentou atividade reprodutiva ao longo do ano de 2004, tanto na estação seca quanto na chuvosa. Entretanto, a floração ocorreu com maior intensidade (cerca de 80% dos indivíduos) na estação seca, entre os meses de abril e agosto. A frutificação ocorreu com maior intensidade (60% de indivíduos) na estação chuvosa, entre os meses de outubro e dezembro. Esse comportamento pode estar ligado ao período de atuação do agente dispersor (pássaros), que é mais intensa na estação úmida (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983). O mesmo comportamento fenológico para a espécie foi registrado na região da Serra do Cipó, Minas Gerais (Marcato & Pirani 2001).

O número de inflorescências por indivíduo, de flores por ráquila e por inflorescência se encontram na tabela 2. As flores estão dispostas em eixos vináceos e cerosos. Os frutos são do tipo baga, pequenos, ovóides, verdes quando imaturos e roxo-escuros quando maduros.

Morfologia e biologia floral – As flores estaminadas são actinomorfas de coloração violácea e em forma de disco (tabela 2) com seis tépalas (três externas e três internas). Possuem seis estames unidos pela base (adelfos), antera biteca, apicifixa, com abertura longitudinal e ovário não funcional (pistilódio). As medidas das estruturas florais estaminadas estão na tabela 2. O processo de abertura começa com a expansão das tépalas. Em seguida os filetes e as anteras já podem ser visualizados. A quantidade de pólen/flor foi alta (tabela 2), o que representa uma grande quantidade de recurso disponível para os visitantes, considerando-se que cada inflorescência apresenta em média 2.192,8 ($\pm 1.184,1$) flores estaminadas.

A viabilidade polínica foi alta, principalmente nas flores recém-abertas (95,8%), mas o pólen já se apresentava viável nas flores em pré-antese (84,4%) (tabela 2). Pode-se considerar que a alta viabilidade dos grãos de pólen na fase funcional da flor, assim como o grande investimento na produção de pólen, sejam estratégias para garantir a fecundação (Oliveira *et al.* 2003).

As flores pistiladas apresentaram-se similares às estaminadas em vários aspectos, tais como: cor, forma, simetria e número de peças do perigônio (tabela 2), sugerindo um automimetismo, que tem sido registrado em várias espécies monóicas e dióicas (Ågreen & Schemke 1991, Knudsen *et al.* 1999), mas diferiram quanto ao tipo de recurso floral; as flores pistiladas secretam néctar (tabela 2). O ovário é súpero, glabro, com estilete trifido e os estigmas apresentam estruturas papilosas. As medidas das estruturas das flores pistiladas estão na tabela 2. Não foi possível fazer as medidas do estilete e do estigma separadamente devido à impossibilidade de estabelecer o limite entre as duas estruturas, sendo o estilete muito curto.

O estigma encontra-se receptivo a partir de botões em pré-antese permanecendo assim até o quarto dia após a abertura. Após esse período, começa a escurecer, adquirindo cor marrom e textura rígida.

As flores pistiladas oferecem pequena quantidade de néctar como recurso aos visitantes, enquanto as estaminadas oferecem apenas pólen (tabela 2). O odor adocicado parece ser um forte atrativo nas espécies do gênero (tabela 1), e em *G. brevispatha* este é mais forte nas flores estaminadas (tabela 2), como também registrado por Resende (2003). Alguns autores consideram que a emissão de odor em palmeiras seja o principal atrativo aos polinizadores, principalmente aos insetos (Scariot *et al.* 1991, Kùchmeister *et al.* 1998).

O processo de abertura das flores, que se inicia por volta das 8h00 (tabela 2), é lento e ocorre sem ordem definida ao longo das ráquulas. Isto também foi observado por Bovi *et al.* (1994), analisando o sistema reprodutivo da palmeira *Euterpe espirosantensis* H. Q. B. Fern. em ambiente de clima tropical úmido em Ubatuba, SP. Três dias após a abertura da primeira flor estaminada, abre-se a segunda flor. Entretanto, a primeira flor pistilada de uma mesma inflorescência abre-se aproximadamente 15 dias após a abertura da última flor estaminada. Stauffer *et al.* (2002) observaram essa mesma seqüência de abertura em um estudo com *Geonoma interrupta*, na Venezuela.

Quanto à longevidade, as flores estaminadas duram um dia, e as flores pistiladas duram de dois a quatro dias

Tabela 2. Características das flores de *Geonoma brevispatha* (Arecaceae) em mata de galeria inundável na Reserva do Clube Caça e Pesca Itororó em Uberlândia, MG. (– = sem informação).Table 2. Characteristics of *Geonoma brevispatha* (Arecaceae) flowers in floodable riparian forest in the reserve at *Clube Caça e Pesca Itororó* in Uberlândia, MG. (– = no information).

Itens analisados	Flores	
	estaminada	pistilada
Número de inflorescência por planta	1-2	–
Número de flores/inflorescência	2.192,8 ± 1.184,1	1.129,5 ± 571,4
Número de flores/ráquila	198,4 ± 39,9	99,2 ± 19,9
Cor do eixo da inflorescência	Violácea	Violácea
Cor da flor	Violácea	Violácea
Forma da flor/simetria	Disco/actinomorfa	Disco/actinomorfa
Tamanho da flor (mm) (comp × larg)	4,99 × 4,79	3,14 × 1,02
Comprimento da tépala externa (mm)	0,96 ± 0,08	0,94 ± 0,08
Comprimento da tépala interna (mm)	1,47 ± 0,08	1,22 ± 0,07
Comprimento do filete (mm)	1,83 ± 0,06	–
Comprimento da antera (mm)	1,01 ± 0,07	–
Número de grãos de pólen/flor	4.296 ± 161,61	–
Comprimento estilete	–	1,51 ± 0,07
Horário de abertura (horas)	8h00-10h00	8h00-10h00
Seqüência de abertura da flor na inflorescência	Abre primeiro	Abre posteriormente às flores estaminadas.
Longevidade (dias)	1	2-4
Viabilidade polínica	84,4% (pré-antese); 95,84% (antese)	–
Produção de odor	Sim/forte/adocicado	Sim/fraco/adocicado
Presença de néctar	Não	Sim/pequena quantidade volume < 1 µL

Valores antecedidos de ± referem-se ao desvio padrão.
Antecedent values of ± refer to standard deviation.

(tabela 2). Esse período de duração das flores é comum em espécies de *Geonoma* (Listabarth 1993, tabela 1). A maior longevidade das flores pistiladas em relação às estaminadas foi também relatada em várias espécies vegetais (Bawa 1977, Lenza & Ferreira 2000), sendo uma forma de aumentar o tempo de exposição da flor aos agentes polinizadores e, por conseguinte, aumentar as chances de polinização.

Observou-se que em *G. brevispatha* não houve sobreposição no tempo de abertura das flores estaminadas e pistiladas na mesma inflorescência em um determinado dia (figura 1) e nem no mesmo indivíduo (obs. pessoal). Quando há mais de uma inflorescência por planta, estas não se desenvolvem sincronicamente. A amostragem inicial de 16 inflorescências foi reduzida para 10, pois seis delas permaneceram imaturas. Nesse caso, cada

inflorescência observada representou um indivíduo. Foi possível verificar uma assincronia significativa na abertura entre os tipos de flores, estaminadas e pistiladas, na mesma inflorescência ($X^2_{1 \pm 0,05, GL15} = 20712,311$; $P < 0,0001$). Alguns estudos realizados com palmeiras de outros gêneros em diferentes regiões têm demonstrado que as flores das fases estaminadas e pistiladas, em geral, não apresentam sobreposição na sua abertura, como observado em *Prestoea schultzeana* (Burret) H. E. Moore, no Equador (Ervik & Feil 1997) e *Cocos nucifera* L., no México (Ramirez *et al.* 2004).

A ausência de sobreposição no tempo de abertura das flores, entre as fases pistilada e estaminada, também foi observada em outras três espécies de *Geonoma* (tabela 1). Dessa forma, ocorre dioécia funcional e, por isso, para a produção de sementes é necessária a polinização

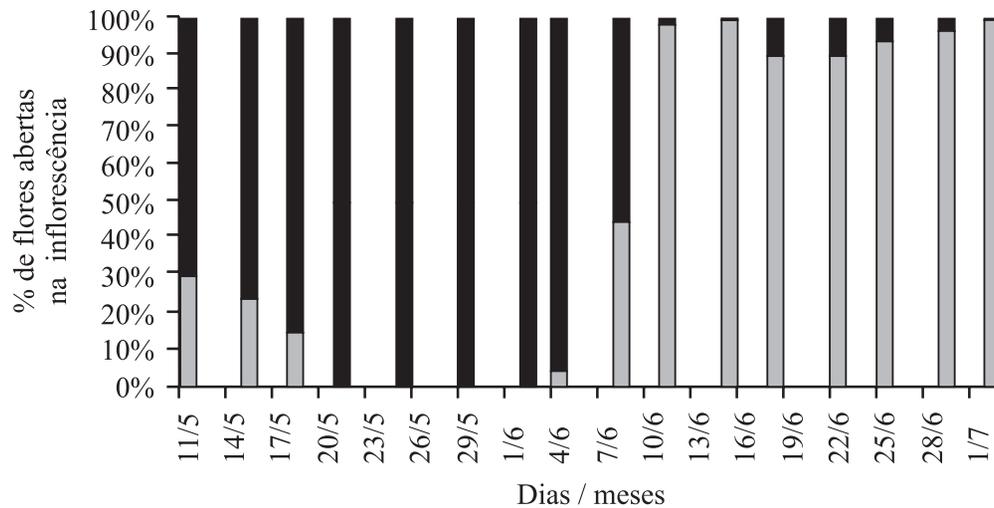


Figura 1. Porcentagem de abertura de flores pistiladas (□) e estaminadas (■) em inflorescências marcadas ($n = 10$) de *Geonoma brevispatha* (Arecaceae) na Reserva do Clube Caça e Pesca Itororó, Uberlândia, MG, no período de 11/05 a 02/07/2004.

Figure 1. Percentage of flowering sequence for pistillate (□) and staminate (■) flowers in marked inflorescences ($n = 10$) of *Geonoma brevispatha* (Arecaceae) in the Reserve of the *Clube Caça e Pesca Itororó*, Uberlândia, MG, during the period from 11/05 to 02/07/2004.

cruzada (Scariot *et al.* 1991, Stauffer *et al.* 2002). Cruden (1988) define a dioicia funcional como sendo a alternância das fases estaminadas e pistiladas no mesmo indivíduo, assegurando a separação das fases sexuais. Essa alternância favorecerá a polinização cruzada e a eficiência da polinização, principalmente em plantas que atraem polinizadores relativamente ineficientes em termos de mobilidade entre plantas e autonomia de vôo, como moscas e besouros, que freqüentemente têm sido relatados como polinizadores de espécies da família Arecaceae (Henderson 1984). Além disso, o automimetismo entre os dois tipos florais, como sugerido para *G. brevispatha*, e a presença de recursos (pólen e néctar) em ambos tipos, parecem garantir o fluxo de pólen. A xenogamia e, ou a eficiência da polinização parecem ser as principais forças seletivas que mantêm a dioicia temporal em plantas desta e de outras famílias, tais como Araceae e Cyclantaceae (Lloyd & Webb 1982).

Sistema reprodutivo – Os testes de polinização mostraram que a espécie não é apomítica (tabela 3), pois todas as inflorescências testadas secaram e não produziram frutos. Registrou-se maior sucesso reprodutivo nos testes de polinização cruzada em relação ao controle (tabela 3). Se *G. brevispatha* apresenta xenogamia obrigatória a formação de sementes é mantida exclusivamente por polinização cruzada. A separação temporal das fases pistilada e estaminada tem sido interpretada como um

mecanismo que evita a autopolinização (Kress & Beach 1994) e, no caso dessa espécie, evita a geitonogamia. A fecundação cruzada é um processo importante, pois promove o fluxo gênico entre as plantas aumentando a variação dentro das populações (Kearns & Inouye 1993).

Além da produção de sementes oriundas da polinização cruzada, a espécie *G. brevispatha* também é mantida na área por crescimento clonal, pela emissão de vários estipes em uma mesma touceira, cujo crescimento é favorecido pelas condições ambientais favoráveis ao seu estabelecimento (Souza *et al.* 2003), especialmente a alta umidade.

Visitantes florais – *Geonoma brevispatha* é uma espécie entomófila e generalista, com a maioria das espécies de visitantes da ordem Diptera (tabela 4) como ocorre em grande parte de espécies congenéricas (tabela 1). Além destes, foram coletados tanto nas flores estaminadas como nas pistiladas, outros insetos das ordens Coleoptera e Hymenoptera, que em geral, juntamente com os dípteros, formam uma guilda mista de polinizadores como em muitos outros representantes de Arecaceae (Listabarth 2001). Moscas foram encontradas em vários períodos do dia, em grande número, com maior freqüência e aparentemente com maior mobilidade entre as plantas que os demais visitantes. O maior número de visitas ocorreu no período da manhã entre 9h00 e 11h00.

Tabela 3. Resultados dos testes de polinização em *Geonoma brevispatha* (Arecaceae), em mata de galeria inundável na Reserva do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, MG.Table 3. Breeding system studies of *Geonoma brevispatha* (Arecaceae) in floodable riparian forest in the Reserve at *Clube Caça e Pesca Itororó* in Uberlândia, MG.

Tratamento	Nº plantas	Nº flores ou de inflorescências (*)	Nº frutos	Sucesso reprodutivo (%)
Apomixia	5	10 inflorescências	00	0,0
Polinização natural (controle)	5	125 flores	50	40,0
Polinização cruzada	5	125 flores	68	54,4

(*) número estimado de flores pistiladas = 1.129,5 flores/inflorescência.

(*) estimate number of pistillate flowers = 1,129.5 flowers/inflorescence.

Tabela 4. Composição e freqüência dos visitantes florais de *Geonoma brevispatha* em mata de galeria inundável na Reserva do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, MG. (+++ = muito freqüente, ++ = freqüente, + = raro; S = presente, N = ausente; n. obs.= não observado; pe = polinizador efetivo; po = polinizador ocasional; pi = provável pilhador).Table 4. Composition and frequency of flower visitors of *Geonoma brevispatha* in floodable riparian forest in the Reserve at *Clube Caça e Pesca Itororó* in Uberlândia, MG. (+++ = most frequent, ++ = frequent, + = rare; S = present, N = absent; n. obs.= no observed; pe = main pollinator; po = eventual pollinator; pi = nectar robber).

ORDEM/ Família	Espécies/ Morfo	Flor ♂	Flor ♀	Contacta estigma	Presença de pólen no corpo	Categoria
COLEOPTERA						
Curculionidae	<i>Dactylocrepis</i> sp.	++	+	S	S	po
Nititulidae	<i>Mystrops</i> sp.	++	+	S	S	po
HYMENOPTERA						
Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus 1578)	++	+	S	n. obs.	po
	<i>Trigona</i> sp.	++	+	S	S	po
Formicidae	<i>Camponotus</i> aff. <i>blandus</i> (Fr. Smith 1858)	+	+	N	N	pi
	<i>Camponotus crassus</i> (Mayr 1887)		+	N	N	pi
DIPTERA						
Calliphoridae	Morfo 1	+	+	S	N	po
Muscidae	Morfo 1	+++	+++	S	S	pe
	Morfo 2	+++	+++	S	S	pe
	Morfo 3	+++	++	S	S	pe
	Morfo 4	++	++	S	S	pe
	Morfo 5	++	++	N	S	pe
Sarcophagidae	Morfo 1	+++	+++	S	S	pe
	Morfo 2	+++	+++	S	S	pe
Syrphidae	Morfo 1	++	+	S	S	po
	Morfo 2	++	+	S	S	po
	Morfo 3	+	+	N	N	po
	Morfo 4	++	+	N	N	po

Várias espécies de dípteros visitaram tanto as flores estaminadas quanto as pistiladas (tabela 4) e o automimetismo floral tem sido encontrado em outras espécies monóicas de outras famílias, como em Cucurbitaceae (Lenzi *et al.* 2005). Esta diversidade de visitantes nas flores estaminadas e pistiladas tem sido registrada para outras palmeiras, como por exemplo, em *Cocos nucifera* (Ramirez *et al.* 2004). Foram encontradas espécies pertencentes a quatro famílias: Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae e Syrphidae e tratadas como morfoespécies. As visitas de todos os grupos ocorreram ao longo do dia, mas preferencialmente no período da manhã. As moscas da família Syrphidae visitaram as flores estaminadas em busca de pólen e, de cada 10 observações, apenas uma das visitas era feita nas flores pistiladas. Esse comportamento é comum nas espécies dessa família (Listabarth 1993).

As morfoespécies das famílias Muscidae e Sarcophagidae foram consideradas como polinizadores efetivos, pois foram encontradas durante todo o período de estudo percorrendo as ráquulas de inflorescências estaminadas e pistiladas, contactando o estigma. Além disso, apresentaram pólen aderido ao corpo, principalmente na região dorsal e na região lateral das pernas conforme evidenciado nas observações de campo.

A polinização por moscas tem sido considerada incerta, pois elas não alimentam sua prole com recursos florais e, além disso, as espécies de plantas que procuram são também visitadas por outros insetos (Proctor *et al.* 1996). Por outro lado, outros autores como Faegri & van der Pijl (1979) consideram os dípteros como polinizadores importantes, pois estes estão presentes ao longo de todo ano, e não por um período restrito como vários outros vetores, e são observados na planta independente das condições climáticas. De acordo com Endress (1994), as moscas são o segundo grupo de polinizadores mais importantes depois da ordem Hymenoptera, contudo a maioria não é dependente das flores para se alimentar. No entanto, a miofilia tem sido reconhecida como uma categoria importante nos estudos em nível de comunidade em florestas tropicais (Kress & Beach 1994), em vereda (A.A.A. Barbosa, dados não publicados) e em outras espécies de ambientes tropicais como estudadas por Pombal & Morellato (1995, 2000).

As abelhas *Trigona* sp. e *Apis mellifera* visitaram as inflorescências frequentemente pela manhã, visitando principalmente as flores estaminadas em busca de pólen (tabela 4). Indivíduos de *Trigona* sp. foram também observados nas inflorescências imaturas, ainda com a espata fechada próxima à maturação, retirando uma

substância cerosa presente em seus eixos. Ambas foram consideradas como polinizadores secundários ocasionais, pois em suas visitas raramente contactavam o estigma e, além disso, foram menos frequentes quando comparadas aos outros grupos de visitantes (tabela 4). Esse resultado difere de vários estudos com as palmeiras *Geonoma macrostachys* (Listabarth 1993), *Mauritia flexuosa* L. F. (Abreu, 2001) e *Astrocaryum vulgare* Mart. (Oliveira *et al.* 2003), em que os principais polinizadores são abelhas do gênero *Trigona*.

Os microcoleópteros (Curculionidae e Nitituidae, tabela 4) foram encontrados nas flores estaminadas, onde depositavam seus ovos. Eles foram observados nas inflorescências logo após o início da antese, provavelmente atraídos pelo odor. Representantes das famílias Curculionidae e Nitituidae são comuns em palmeiras e são considerados em alguns casos como polinizadores efetivos (Küchmeister *et al.* 1998). Entretanto, em *G. brevispatha*, *Mystrops* sp. (Nitituidae) e *Dactylocrepsis* sp. (Curculionidae) foram considerados como polinizadores ocasionais (tabela 4), pois mesmo ativos e tocando os estigmas, foram pouco frequentes nas flores pistiladas, e raramente foi observada a presença de pólen aderido em seus corpos devido ao seu tamanho diminuto. Abreu (2001) observou duas espécies desses mesmos gêneros depositando suas larvas em flores de *Mauritia flexuosa*, mas somente nas estaminadas. Em *Astrocaryum vulgare*, *Mystrops* sp. foi considerado como polinizador efetivo, pois além de visitar as inflorescências desde a abertura da espata até o final da antese, indivíduos foram observados tanto nas flores estaminadas quanto nas pistiladas, principalmente no período da manhã (Oliveira *et al.* 2003).

As formigas *Camponotus crassus* e *Camponotus* aff. *blandus* (tabela 4) foram encontradas patrulhando as ráquulas das inflorescências estaminadas e pistiladas, mas como não contactavam os órgãos reprodutivos das flores e não apresentavam pólen aderido aos seus corpos foram consideradas como pilhadoras. O gênero *Camponotus* é comum no cerrado, tendo como representantes formigas ativas e com comportamento agressivo sobre os herbívoros (Oliveira *et al.* 1987, Oliveira *et al.* 1995), podendo conferir proteção às espécies às quais visitam ao coletar o néctar. No entanto, esse aspecto não foi avaliado no presente estudo.

O arranjo agrupado das flores nas inflorescências e as características morfológicas das flores estaminadas e pistiladas descritas, associadas ao fato de que essas flores são abertas, do tipo disco, com néctar (flores pistiladas) e pólen (flores estaminadas) expostos, permitem o acesso de várias espécies de visitantes sugerindo o sistema de

polinização como do tipo generalista (Knudsen 1999, Oliveira *et al.* 2003). Considerando a grande gama de insetos observada nas flores, a entomofilia, e mais especificamente a miofilia, foi o modo de polinização predominante em *G. brevispatha*, como também ocorre em outras espécies congêneras (tabela 1).

A polinização pelo vento foi descartada nesta palmeira, pois as características florais como cor, odor, presença de néctar, tipo de estigma indicam a necessidade de agentes polinizadores bióticos. Além disso, a área de sub-bosque onde os indivíduos se distribuem é fechada e a circulação de ventos é dificultada, o oposto do que ocorre com plantas anemófilas (Whitehead 1983). Da mesma maneira, a anemofilia foi excluída para a palmeira *Mauritia flexuosa*, única espécie da família que ocorre em veredas (Abreu 2001). Ervik & Feil (1997), em estudo com a palmeira *Prestoea schultzeana*, também excluíram a possibilidade de sua polinização pelo vento, pois além do ambiente de estudo não facilitar a circulação do ar, as flores não possuem superfícies estigmáticas apropriadas para receber pólen transportado pelo vento.

Agradecimentos – Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pelo apoio financeiro à pesquisa e aos pesquisadores Dr. Paulo Eugênio Oliveira e Dra. Dulcinéia de Carvalho e aos revisores pela leitura crítica e por suas sugestões. Dra. Solange Cristina Augusto e Dr. Júlio Mendes pela identificação das abelhas e dos dípteros, respectivamente, e as doutorandas Cláudia Inês da Silva e Marcela Yamamoto pelo auxílio nas análises polínicas e de laboratório.

Referências bibliográficas

- ABREU, S.A.B. 2001. Biologia reprodutiva de *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) em vereda no município de Uberlândia-MG. Tese de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.
- ÂGREEN, J. & SCHEMKE, D.W. 1991. Pollination by deceit in a Neotropical monoecious herb, *Begonia involucrata*. *Biotropica* 23:235-241.
- ARAÚJO, G.M., BARBOSA, A.A.A., ARANTES, A.A. & AMARAL, A.F. 2002. Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25:475-493.
- BAWA, K.S. 1977. The reproductive biology of *Cupania guatemalensis* Radlk. (Sapindaceae). *Evolution* 31: 52-63.
- BORCHSENIUS, F. 1997. Flowering biology of *Geonoma irena* and *G. cuneata* var. *sodiroidi* (Arecaceae). *Plant Systematics and Evolution* 208:187-196.
- BOVI, M.L.A., do VAL, M.R., DIAS, G. da S. & SPIERING, S.H. 1994. Floral biology and reproductive system of *Euterpe espirosantensis* Fernandes. *Acta Horticulturae* 360:41-56.
- CRUDEN, R.W. 1988. Temporal dioecism: systematic breadth, associated traits and temporal patterns. *Botanical Gazette* 149:1-15.
- ENDRESS, P.K. 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge University Press, Cambridge.
- ERVIK, F. & FEIL, J.P. 1997. Reproductive biology of the monoecious understory palm *Prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador. *Biotropica* 29:309-317.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, Oxford.
- GOTTSBERGER, G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1983. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. *Sonderbandes Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg* 7:15-352.
- HENDERSON, A. 1984. Observations on pollination of *Cryosophila albida*. *Principes* 30:74-76.
- HENDERSON, A., GALEANO, G. & BERNAL, R. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton.
- KEARNS, C.A. & INOUE, D.W. 1993. Techniques for pollination biologists. University Press, Niyot.
- KNUDSEN, J.T. 1999. Floral scent differentiation among coflowering, sympatric species of *Geonoma* (Arecaceae). *Plant Species Biology* 14:137-142.
- KNUDSEN, J.T., ANDERSON, S. & BERGMAN, P. 1999. Floral scent attraction in *Geonoma macrostachys*, an understory palm of the Amazonian rain forest. *Oikos* 85:409-418.
- KRESS, W.J. & BEACH, J.H. 1994. Flowering plant reproductive systems. *In* La selva: ecology and natural history of lowland tropical rainforest (L.A. Mcdade, K.S. Bawa & G.S., Hartshorn, ed.). University of Chicago Press, Chicago, p.161-182.
- KÜCHMEISTER, H., WEBBER, A.C., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G. 1998. A polinização e sua relação com a termogênese em espécies de Arecaceae e Annonaceae da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 28:217-245.
- LENZA, E. & FERREIRA, J.N. 2000. Biologia floral de *Serjania erecta* Radlk. (Sapindaceae): um caso de dioecia temporal. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 6:23-37.
- LENZI, M., ORTH, A.I. & GUERRA, T.M. 2005. Ecologia da polinização de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), em Florianópolis, SC, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:505-513.
- LIMA, S.C., ROSA, R. & FELTRAN-FILHO, A. 1989. Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia-MG, através de imagens TM/LANDSAT. *Sociedade e Natureza* 1:127-145.

- LISTABARTH, C. 1993. Pollination in *Geonoma macrostachys* and three congeners, *G. acaulis*, *G. gracilis* and *G. interrupta*. *Botanica Acta* 106:496-506.
- LISTABARTH, C. 2001. Palm pollination by bees, beetles and flies: why pollinator taxonomy does not matter. The case of *Hyospathe elegans* (Arecaceae, Arecoideae, Areceae, Euterpeinae). *Plant Species Biology* 16:165-181.
- LLOYD, D.G. & WEBB, C.J. 1982. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms. *New Zealand Journal of Botany* 24:135-162.
- LORENZI, H. 1996. Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- MARCATO, A.C. 2000. Flora fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) Arecaceae. *Hoehnea* 27:223-226.
- MARCATO, A.C. & PIRANI, J.R. 2001. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Palmae (Arecaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 19:45-54.
- MARTEN, S. & QUESADA, M. 2001. Phenology, sexual expression and reproductive success of the rare neotropical palm *Geonoma epetiolata*. *Biotropica* 33:596-605.
- OLIVEIRA, M.S.P., COUTURIER, G. & BESERRA, P. 2003. Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17:343-353.
- OLIVEIRA, P.S., KLITZKE, C. & VIEIRA, E. 1995. The ant fauna associated with the extra-floral nectaries of *Ouratea hexasperma* (Ochnaceae) in an area of cerrado vegetation in Central Brazil. *The Entomologist's Monthly Magazine* 131:77-82.
- OLIVEIRA, P.S. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1987. Extrafloral nectaries: their taxonomic distribution and abundance in the woody flora of cerrado vegetation in Southeast Brazil. *Biotropica* 19:140-148.
- POMBAL, E.C.P. & MORELATTO, L.P.C. 1995. Polinização por moscas em *Dendropanax cuneatum* (Araliaceae) em floresta semidecídua no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 18:157-163.
- POMBAL, E.C.P. & MORELATTO, L.P.C. 2000. Differentiation of floral color and odor in two fly pollinated species of *Metrodorea* (Rutaceae) from Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 221:141-156.
- PROCTOR, M., YEO, P. & LACK, A. 1996. The natural history of pollination. Harper-Collins Publisher, London.
- RADFORD, A.E., DICKINSON, W.C., MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. Vascular plant systematics. Harper & Row, New York.
- RAMIREZ, V.M., TABLA, V.P., KEVAN, P.G., RAMÍREZ-MORILLO, I., HARRIES, H., FERNÁNDEZ-BARRERA, M. & ZIZUMBO-VILLAREAL, D. 2004. Mixed mating strategies and pollination by insects and wind in coconut palm (*Cocos nucifera* L., Arecaceae): importance in production and selection. *Agricultural and Forest Entomology* 6:155-163.
- RESENDE, I.L.M. 2003. Florística, fenologia e biologia floral da comunidade de uma ilha de mata de galeria inundável em Uberlândia, MG. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia.
- ROSA, R., LIMA, S.C.C. & ASSUNÇÃO, W.L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). *Sociedade e Natureza* 3:91-108.
- SCARIOT, A.O., LLERAS, E. & HAY, J.D. 1991. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. *Biotropica* 23:12-22.
- SOUZA, A.F., MARTINS, F.R. & BERNACCI, L.C. 2003. Clonal growth and reproductive strategies of the understory tropical palm *Geonoma brevispatha* an ontogenetic approach. *Canadian Journal of Botany* 81:101-112.
- STAUFFER, F.W., RUTISHAUER, R. & ENDRESS, P.K. 2002. Morphology and development of the female flowers in *Geonoma interrupta* (Arecaceae). *American Journal of Botany* 89:220-229.
- WHITEHEAD, D.R. 1983. Wind pollination: some ecological and evolutionary perspectives. *In* *Pollination biology*. (L. Real, ed.). Academic Press, Orlando, p.97-109.
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4th ed., Prentice-Hall, Upper Saddle River.