

**Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde
Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação
Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias- Agronomia**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Diospyros hispida*
A.DC. (EBENACEAE)**

Autora: Renata Pereira Furtado
Orientador: Prof. Dr. Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho

RIO VERDE- GO

fevereiro - 2015

**Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde
Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação
Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias- Agronomia**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Diospyros hispida*
A.DC. (EBENACEAE)**

Autora: Renata Pereira Furtado
Orientador: Prof. Dr. Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE em Ciências Agrárias, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde.

RIO VERDE- GO

fevereiro – 2015

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Diospyros hispida* A.DC.
(EBENACEAE)**

Autora: Renata Pereira Furtado
Orientador: Dr. Sebastião Carvalho V. Filho

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 23 de fevereiro de 2015.

Prof^a. Dra. Michellia Pereira Soares
Avaliadora externa
IFNMG/Salinas/MG

Prof^a. Dra. Gisele Cristina de O. Menino
Avaliadora interna
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Sebastião Carvalho V. Filho
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e ao nosso senhor Jesus Cristo, pela minha existência, pela força, perseverança e saúde.

A meu esposo Danilo, por sempre me incentivar, apoiar quando mais precisei e me dar força para alcançar novos desafios.

Ao Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde, pela oportunidade de realização desta dissertação.

Ao professor Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho, por ter aceitado ser o Orientador.

A professora Michellia Pereira Soares, pela orientação, dedicação, perseverança, paciência e amizade durante este período.

Ao Dr. Bruno Wallnöfer, pela identificação da espécie *Diospyros hispida*.

Ao professor Vitor O. Becker, pela identificação das mariposas.

Ao professor Ayr Bello, pela identificação dos besouros.

Ao professor Fernando Silveira, pela identificação das abelhas.

A professora Paula Reys, pela amizade.

Aos meus pais, Luzan Furtado do Couto e Jucelia Pereira Furtado, pelo amor incondicional, pela compreensão, incentivo, carinho, respeito e principalmente pelo exemplo de caráter e perseverança.

Ao meu irmão, João Victor, pelo apoio, carinho, amor e amizade.

Ao meu avô Eurípedes, pelo carinho e respeito.

Ao meu amigo e colega Bruno, pela amizade, carinho, coleguismo, apoio e respeito.

As minhas amigas Ana, Vaneça, Yasmim, Liliane, pela amizade e companheirismo.

Aos demais colegas do Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, pelos momentos de dificuldade e também de descontração ali vividos.

A Vanilda Campos, secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias- Agronomia, pela atenção, respeito, consideração e carinho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Renata Pereira Furtado, filha de Luzan Furtado do Couto e Jucelia Pereira Furtado, nasceu em 18 de janeiro de 1987, na cidade de Rio Verde-GO.

Graduou-se em Ciência Biológicas – Bacharelado e Licenciatura na Universidade de Rio Verde (UNIRV), no ano de 2010.

Em fevereiro de 2013, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Ciências Agrárias – Agronomia no Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde, em Rio Verde, GO, submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 2015.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específicos.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
3.1. Área de estudo.....	4
3.2. Acompanhamento fenológico.....	5
3.3. Biologia floral	6
3.4 Biologia da polinização.....	7
3.5. Sistema reprodutivo.....	7
4. RESULTADOS	9
4.1. Fenologia	9
4.2. Biologia floral.....	11
4.3. Biologia da polinização.....	15
4.4. Sistema reprodutivo.....	16
5. DISCUSSÃO.....	18
6. CONCLUSÕES.....	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Correlação de Spearman das fenofases reprodutivas (botão, antese, fruto imaturo e maduro) de <i>Diospyros hispida</i> (Ebenaceae) com as variáveis climáticas: temperatura, umidade e precipitação.....	11
Tabela 2 – Medidas das estruturas florais de <i>Diospyros hispida</i> (Ebenaceae) em área de Cerrado sentido restrito no sudoeste goiano (X = média; DP = desvio padrão). Medidas em milímetro (mm).....	12
Tabela 3 – Visitantes florais de <i>D. hispida</i> , recurso coletado, número de indivíduos coletados, atuação na polinização e frequência.....	16
Tabela 4 - Resultados dos experimentos controlados sobre o sistema reprodutivo de <i>D. hispida</i>	17

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Vista aérea da Serra de Ouroana, município de Rio Verde – Go.....	05
Figura 2 - Delimitação do fragmento de Cerrado da UniRv – Universidade de Rio Verde – Goiás.	05
Figura 3 – Médias mensais da precipitação (colunas) e temperatura média do ar (linha) para a região de Rio Verde, GO, centro - oeste do Brasil, calculadas com base no registro histórico de janeiro de 1996 a dezembro de 2012 (registros cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)).....	05
Figura 4 - Fenogramas das porcentagens de atividade (A) e intensidade (B) dos eventos reprodutivos de <i>Diospyros hispida</i> e condições climáticas durante o período de março de 2012 a fevereiro de 2014.....	10
Figura 5 - Botão floral feminino de <i>Diospyros hispida</i> com androceu e gineceu.....	11
Figura 6 - Botões florais de <i>Diospyros hispida</i> : (A) botão floral feminino e (B) botão floral masculino.....	13

Figura 7 – Estruturas florais da espécie <i>Diospyros hispida</i> : (A) Androceu da flor masculina e (B) Gineceu iniciando o desenvolvimento na flor feminina.....	14
Figura 8: Contagem de 200 grãos de pólen, azul viável e verde não viável.....	14
Figura 9 – Estigma de <i>Diospyros hispida</i> receptivo após liberação de bolhas por reação com peróxido de hidrogênio. A: vista frontal e B: vista lateral.....	14
Figura 10 - A: abertura flor masculina de <i>Diospyros hispida</i> , período noturno. B: Flor feminina totalmente aberta.....	15
Figura 11 - (A) Abelha da família Apidae visitando a flor feminina de <i>Diospyros hispida</i> ; (B) Coleópteros <i>Goniadera</i> sp. e (C) Mariposa <i>Iridopsis</i> sp.....	15

RESUMO

FURTADO, RENATA PEREIRA, Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde - GO, fevereiro de 2014. **BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Diospyros hispida* A. DC. (EBENACEAE)**. Orientador: Dr. Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho. Co-orientadores: Dr^a. Michellia Pereira Soares e Dr. Fabiano Guimarães Silva.

O sistema reprodutivo dos vegetais está associado com as relações entre as flores e seus polinizadores, porque as estruturas florais estão adaptadas para favorecer o transporte do pólen e interceder na ação dos seus vetores. A fecundação cruzada obrigatória é o modo de reprodução predominante nas comunidades vegetais tropicais, sendo que 76% das espécies arbóreas apresentam este tipo de reprodução, ocorrendo o dioicismo em 22% delas. O objetivo deste trabalho foi identificar o padrão fenológico reprodutivo de *Diospyros hispida* e descrever a sua biologia floral, da reprodução e da polinização em dois fragmentos de Cerrado. O primeiro localizado no distrito de Ouroana, município de Rio Verde, Goiás (18°08'S e 50°37'O) e o segundo localizado em fragmento de Cerrado da Universidade de Rio Verde – UniRv Goiás (17°47'12"S e 50°57'48"W). As observações fenológicas foram feitas mensalmente, de março de 2012 a fevereiro de 2014. Durante o período de floração foram observados a duração da antese e os visitantes florais. As análises morfométricas foram feitas em flores recém-abertas. A viabilidade polínica e a duração da receptividade estigmática também foram avaliadas. O sistema reprodutivo foi verificado a partir de teste de polinização natural e apomixia. Todas as fenofases reprodutivas foram consideradas como de baixa sincrônica. Houve correlação positiva significativa entre temperatura com as fenofases de botão e antese e de umidade e precipitação com a frutificação. *D. hispida* é uma

espécie dioica, com flores femininas maiores do que as masculinas, apresentando antese noturna, com início de abertura das flores entre 6 e 7 horas da noite. A viabilidade polínica foi de 90,9%. O estigma permaneceu receptivo durante o período de três dias após a antese. As flores foram visitadas por abelhas da família Apidae, coleópteros Scarabaeidae e Tenebrionidae e mariposas da família Geometridae e Crambidae. As espécies de mariposas do gênero *Iridopsis* sp. e da família Crambidae foram visitantes frequentes no período noturno, classificando assim *D. hispida* como espécie esfingófila. A formação de frutos foi baixa nos dois sistemas reprodutivos analisados. No tratamento de apomixia houve formação de frutos com uma taxa de sucesso reprodutivo de 2,68%, já a polinização natural apresentou o percentual de frutificação de 4,71%.

PALAVRAS-CHAVE: dioicia, esfingofilia, polinização noturna

ABSTRACT

FURTADO, RENATA PEREIRA, Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde - GO, February of 2014. **REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *Diospyros hispida* A. DC. (Ebenaceae)**. Advisor: Dr. Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho. Co-advisors: Dr^a. Michellia Pereira Soares and Dr. Fabiano Guimarães Silva.

The reproductive system of plants is associated with the relationship between flowers and their pollinators, because the floral structures are adapted to facilitate the transport of pollen and intercede in the action of their delivery. Compulsory cross-fertilization is the predominant mode of reproduction in tropical plant communities, and 76% of the tree species have this type of reproduction, being observed the dioecism in 22% of them. The objective of this study was to identify the reproductive phenological pattern of *Diospyros hispida* and describe their floral biology, reproduction and pollination in two fragments of Cerrado. The first located in Ouroana district, Rio Verde, Goiás (18°08'S and 50°37'O) and the second located in Cerrado fragment of the University of Rio Verde - UniRv Goiás (17 ° 47'12 "S and 50 ° 57 ' 48 "W). The phenological observations were made monthly from March 2012 to February 2014. During the flowering period were observed the duration of anthesis and flower visitors. The morphometric analyzes were done in newly opened flowers. Pollen viability and duration of stigmatic receptivity were also assessed. The reproductive system was checked from natural pollination test and apomixis. All reproductive phenophases were considered as low-synchronous. There was a significant positive correlation between temperature with the button phenophases and anthesis and humidity and precipitation with fructification. *D. hispida* is a dioecious species, with higher female flowers than

the male with nocturnal anthesis, with early flowers open between 6 and 7 pm. Pollen viability was 90.9%. The stigma remained receptive during the three-day period after anthesis. The flowers were visited by bees from Apidae family, Scarabaeidae and Tenebrionidae ancoleopters and moths from Geometridae and Crambidae family. The species of moths of the genus *Iridopsis* sp. and Crambidae family were frequent visitors at night, thus classifying *D. hispida* as a Sphingophily species. The formation of fruit was low in both reproductive systems analyzed. In the treatment of apomixis there were the fruit formation with a reproductive success rate of 2.68% while the natural pollination presented a fructification percentage of 4.71%.

KEY WORDS: dioecy, esfingofilia, night pollination

1. INTRODUÇÃO

Diospyros hispida é uma espécie arbórea conhecida popularmente como caqui-do-cerrado, fruto-de-boi e olho-de-boi, pertencente à família Ebenaceae, uma das principais famílias endêmicas do Cerrado, podendo ser encontrada em fisionomias campestres, cerrado típico e cerradão (DURIGAN et al., 2004). A árvore é pequena, tortuosa com copa densa, madeira razoavelmente pesada, macia, pouco resistente e sujeita a apodrecimento. *D.hispida* é classificada como decídua, heliófita e xerófita (LORENZI, 2009). Os representantes da família Ebenaceae possuem folhas simples, alternas, nectários extraflorais na superfície abaxial das folhas, inflorescências axilares e flores actinomorfas (SANTOS; SANO, 2009). O fruto é do tipo baga, contém tanino, substância responsável pelo sabor adstringente que se torna mais sutil quando os frutos amadurecem.

O sistema reprodutivo dos vegetais está associado com as relações entre as flores e seus polinizadores, porque as estruturas florais estão adaptadas para favorecer o transporte do pólen e interceder na ação dos seus vetores (BAWA, 1980). Seu estudo requer conhecimentos dos mecanismos das plantas, desde a antese até a formação de frutos e sementes.

O sistema reprodutivo de espécies vegetais pode ocorrer de forma assexuada e sexuada. A reprodução assexuada nas plantas ocorre de duas formas diferentes: reprodução vegetativa que ocorre por raízes e agamospermia, que é a produção partenogênica de sementes, também conhecida como apomixia, consistindo na produção

de sementes sem que ocorra a fecundação, sendo clones da planta-mãe (RICHARDS, 1997; SILVERTOWN, 2008). A reprodução sexuada ocorre por meio do cruzamento envolvendo a união de gametas. Esse mecanismo de reprodução é responsável pela diminuição de divergência genética entre populações e recombinação da variabilidade genética a cada geração. Esses fatores favorecem a dispersão dos genes pelo pólen a longas distâncias o que não ocorre com sistema reprodutivo assexuado (SEBBENN, 2006).

A fecundação cruzada obrigatória é o modo de reprodução predominante nas comunidades vegetais tropicais (ZAPATA & ARROYO, 1978; BAWA, 1979), sendo que 76% das espécies arbóreas apresentam este tipo de reprodução, ocorrendo o dioicismo em 22% delas (BAWA, 1974). A dioicia é um sistema sexual caracterizado pela produção de flores exclusivamente estaminadas ou pistiladas em uma população (GEBER et al., 1999) e está distribuída em cerca 6% das espécies de angiospermas de regiões tropicais (RENNER; RICKLEFS, 1995).

A dioicia provavelmente evoluiu várias vezes dentro das angiospermas, sendo a redução de endogamia, a especialização sexual (alocação de recursos em indivíduos masculinos e femininos) e a seleção disruptiva, considerados os principais fatores responsáveis pela evolução deste sistema reprodutivo (BAWA 1980).

Em populações de plantas dióicas, algumas diferenças intrasexuais em estratégias reprodutivas, como período de floração e frequência relativa de indivíduos reprodutivos na população, ou razão sexual, são interpretadas como consequência da seleção sexual agindo na separação dos sexos (BAWA 1980).

O conhecimento dos padrões fenológicos e biologia floral, através da determinação do fluxo de pólen, são pontos fundamentais para a compreensão do sistema reprodutiva das espécies (MAUÉS & COUTURIER 2002), por subsidiar as etapas de melhoramento genético, manejo e domesticação da espécie, explicando assim as relações existentes entre as plantas e o ambiente e contribuindo para avaliação de mecanismos relacionados à polinização (OLIVEIRA et al., 2002).

A polinização nesses últimos anos tem sido bastante explorada, por ser um importante serviço ecossistêmico na agricultura sustentável (WINFREE, 2010). MACHADO & LOPES (2008) citam que a polinização e as comunidades de polinizadores fornecem dados para responder várias questões relacionadas ao sucesso reprodutivo e sobre conservação de habitats naturais afetados por processos de fragmentação.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Identificar o padrão fenológico reprodutivo de *Diospyros hispida* e descrever a sua biologia floral, da reprodução e da polinização.

2.2 Específicos

- Analisar de forma qualitativa e quantitativa os eventos fenológicos reprodutivos de *D. hispida* ao longo do ano;
- Descrever a morfologia floral de *D. hispida*;
- Identificar os visitantes florais e verificar sua efetividade como polinizadores.
- Verificar os tipos de sistemas reprodutivos existentes em *D. hispida*;

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido em duas áreas do domínio Cerrado. A primeira, localizada no distrito de Ouroana, município de Rio Verde, Estado de Goiás, com as coordenadas geográficas 18°08'S e 50°37'O a 60 km da cidade (Figura 1). O segundo local está localizado em fragmento de Cerrado da Universidade de Rio Verde - UniRv-Goiás nas coordenadas geográficas 17°47'12''S e 50°57'48''W (Figura 2). As regiões apresentam clima do tipo Aw de acordo com a classificação de Koppen, considerado como clima tropical com estação seca de inverno. As chuvas nos locais ocorrem nos meses de outubro a abril e seca nos meses de junho a setembro, com temperatura média de 20°C a 25°C ao longo do ano (Figura 3).

A vegetação das áreas de estudo é considerada cerrado sentido restrito. Entretanto, no segundo fragmento existe certa dominância no estrato herbáceo da gramínea *Brachiaria* sp., pois em meados dos anos 1980 a área era utilizada como pasto para criação de gado. Em 1987, o fragmento foi doado para a Universidade de Rio Verde. Professores formados no curso de Agronomia do próprio campus tiveram a iniciativa de recompor o local com espécies nativas do cerrado e delimitá-lo com cerca para impedir a entrada de gado. Tais medidas fizeram com que a área atingisse alta taxa de regeneração.



Figura 1: Vista aérea da Serra de Ouroana, município de Rio Verde – Go.



Figura 2: Delimitação do fragmento de Cerrado da UniRv – Universidade de Rio Verde – Goiás.

O solo dos dois locais é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo caracterizado como: profundo, bem drenado, com alto teor de argila, baixa fertilidade, alta toxidez de alumínio, possui a textura argilosa e areno-argilosa (BATISTA E MATTOS JUNIOR, 2007).

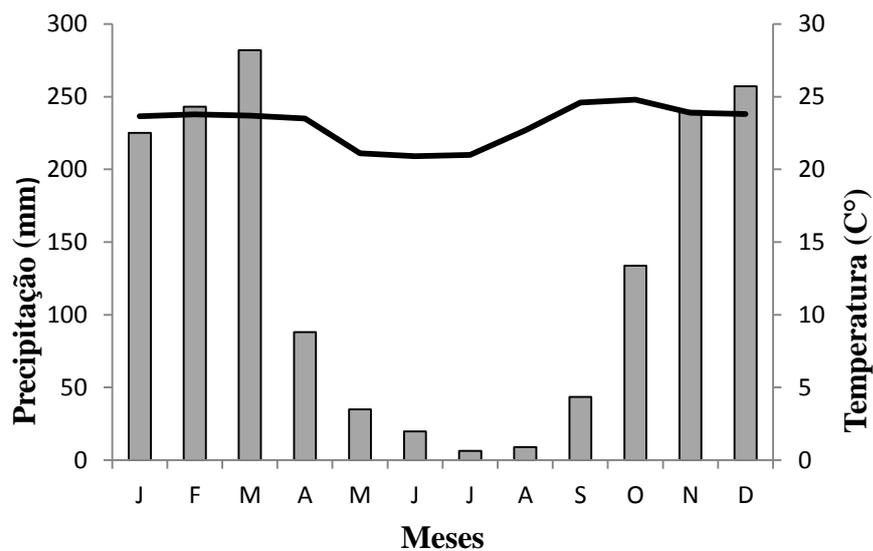


Figura 3. Médias mensais da precipitação (colunas) e temperatura média do ar (linha) para a região de Rio Verde, GO, centro-oeste do Brasil, calculadas com base no registro histórico de janeiro de 1996 a dezembro de 2012 (registros cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Fonte: BALESTRA, 2013).

3.2. Acompanhamento Fenológico

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente de março de 2012 a fevereiro de 2014, no distrito de Ouroana município de Rio Verde, GO. Foram

marcados 15 indivíduos de *D. hispida* e registrados os eventos fenológicos reprodutivos de floração (botão e antese) e frutificação (frutos verdes e imaturos). A quantificação das fenofases foi feita utilizando o índice de intensidade - método que estima a intensidade de cada fenofase através da escala intervalar semiquantitativa de cinco categorias (0 a 4), com intervalos de 25% entre cada uma delas, em que: zero = ausência de fenofase, 1 = presença da fenofase entre 1 a 25%, 2 = presença da fenofase entre 26% a 50%, 3 = presença da fenofase entre 51% a 75% e 4 = presença de fenofase entre 76% a 100% (FOURNIER, 1974) e pelo índice de atividade - método que consiste apenas no registro de presença ou ausência das fenofases. Esse método indica a percentagem de indivíduos da população que está manifestando determinado evento fenológico (BENCKER & MORELLATO, 2002). Pelo índice de atividade ainda é possível estimar a sincronia existente entre os indivíduos de uma população (MORELLATO & LEITÃO-FILHO, 1990), levando-se em conta que quanto maior o número de indivíduos manifestando a fenofase ao mesmo tempo, maior será a sincronia desta população. Seguindo esta metodologia, os eventos fenológicos de *D. hispida* foram considerados: assincrônico (< 20% de indivíduos na fenofase); pouco sincrônico ou com baixa sincronia (20-60% de indivíduos na fenofase); sincronia alta (> 60% dos indivíduos na fenofase).

Para verificar a existência de correlação entre as fenofases reprodutivas e as variáveis ambientais (temperatura, umidade e precipitação) foi utilizada a análise de correlação de Spearman (r_s), calculada por meio do *software* BioEstat 3.5 (AYRES et al., 2003).

3.3. Biologia floral

No estudo de biologia floral foram feitas observações nos períodos da manhã, tarde e noite na Unirv – Universidade de rio Verde, para verificar o horário de abertura e modificações sofridas na antese no horário das 06h às 22h, totalizando 180 horas.

A receptividade do estigma foi verificada em laboratório em oito flores em diferentes estádios de desenvolvimento (botão em pré-antese e antese de 1-3 dias), pingando uma gota de peróxido de hidrogênio (água oxigenada 10 volumes) no estigma e observando a liberação de bolhas com auxílio do estéreo microscópio (KEARNS & INOUE, 1993).

A viabilidade do grão de pólen foi analisada pelo teste indireto de coloração dos grãos com carmin acético 1% (RADFORD et al. 1974). Os grãos de pólen foram retirados de botões florais em pré-antese e flores recém-abertas. Foram confeccionadas dez lâminas para a observação da coloração do citoplasma e para o registro fotográfico de três campos diferentes em fotomicroscópio óptico da marca Leica, modelo DM500 com câmara acoplada LEICA ICC50. Foram quantificados 200 grãos de pólen em cada campo através do *software* anati quanti (AGUIAR et al., 2007). Os mesmos foram classificados em viáveis, aqueles que foram corados com carmin acético e não viáveis os que não foram corados (SILVA, 2007).

As flores foram escolhidas aleatoriamente a fim de realizar as medições das partes florais em estéreo microscópio contendo régua milimetrada e câmera fotográfica acoplada (Samsung).

As medidas foram tomadas de vinte flores ($n = 20$), determinando o diâmetro da flor e o tamanho (mm e cm) de cada parte floral, sépalas, pétalas, estames, filete, anteras, carpelo.

3.4. Sistema reprodutivo

Para análise do sistema reprodutivo foram realizados testes de apomixia e polinização natural. Não foi possível a realização de outros tratamentos, pois as flores de *D. hispida* são axilares, voltadas para o chão, com pétalas muito imbricadas formando um tubo. Ao pressionar para fazer o teste reprodutivo as mesmas caem, sendo muito frágil ao toque.

Para o teste de apomixia, as flores foram ensacadas no dia anterior à antese com saquinhos de organzas e não manipuladas. Para polinização natural as flores foram apenas marcadas e não manipuladas para observação de formação de frutos.

3.5. Biologia da polinização

Para o estudo dos polinizadores foi observado o comportamento dos visitantes florais por observações focais e registros fotográficos. Também foram verificados o horário e duração das visitas. As observações foram diárias durante o pico de antese das flores entre 06h e 22h, contabilizando 120 horas.

Os visitantes foram coletados com auxílio de rede entomológica, transferidos para recipientes individuais, montados, conservados a seco e enviados para identificação por especialistas.

A classificação dos visitantes florais foi feita quanto à eficiência na polinização: (a) polinizadores, que tem característica de liberação de grãos de pólen e contato direto ao estigma ou (b) pilhadores, visitantes que roubam pólen ou néctar sem contato com anteras e estigmas (DAFNI, 1992).

4. RESULTADOS

4.1. Fenologia

No primeiro ano de observação as fenofases de botão floral e antese ocorreram nos meses de outubro e novembro, já no segundo ano essas fenofases tiveram início também no mês de outubro, mas se estenderam até fevereiro. Os picos de atividade e intensidade de botão floral ocorreram no mês de outubro nos dois anos de observação e para a antese ocorreu pico de atividade e intensidade apenas no primeiro ano no mês de novembro (Figura 4A e B).

As atividades florais de botão e antese foram consideradas como de baixa sincronia, com as maiores porcentagens de botões florais observadas no mês de outubro quando 60% dos indivíduos se apresentaram nessa fenofase e no mês de novembro quando 25% deles foram registrados com flores abertas. Esse período coincide com o início da estação úmida da região (Figura 4A).

Analisando a correlação desses eventos fenológicos com as variáveis climáticas foi verificada a correlação positiva significativa apenas com a temperatura média mensal registrada durante o período de observação (Tabela 1).

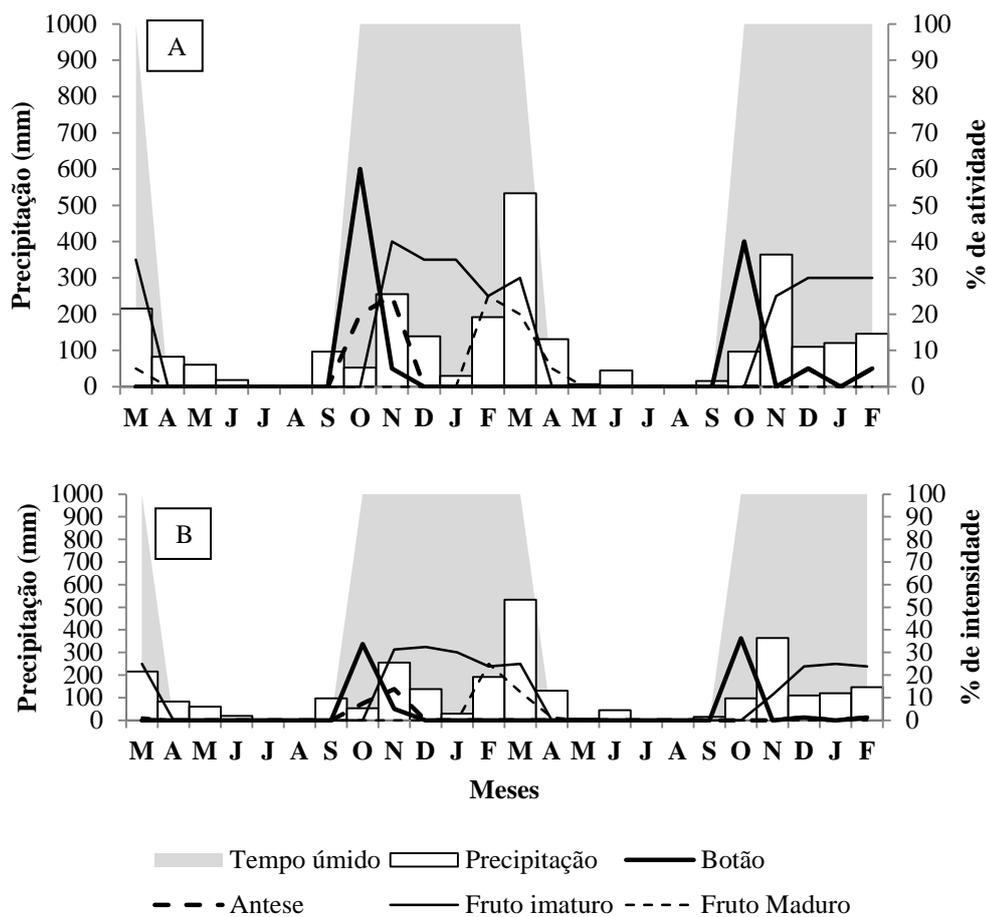


Figura 4 – Fenogramas das porcentagens de atividade (A) e intensidade (B) dos eventos reprodutivos de *Diospyros hispida* e condições climáticas durante o período de março de 2012 a fevereiro de 2014.

A frutificação de *Diospyros hispida* foi registrada pelo período de seis meses, que teve início no mês de novembro estendendo até abril. Ocorrendo assim em toda a estação úmida. Os frutos imaturos tiveram início em novembro, sendo este mês o pico da atividade desta fenofase no primeiro ano (Figura 4A). Entretanto, o pico de intensidade foi observado no mês de dezembro, também no primeiro ano da amostragem (Figura 4B). A maturação dos frutos só ocorreu no mês de fevereiro do primeiro ano, coincidindo com o pico da atividade e da intensidade (Figura 4A e B). Os eventos foram considerados pouco sincrônicos.

As fenofases de frutificação apresentaram correlação positiva significativa com as variáveis climáticas de umidade relativa e precipitação (Tabela 1).

Tabela 1- Correlação de Spearman das fenofases reprodutivas (botão, antese, fruto imaturo e maduro) de *Diospyros hispida* (Ebenaceae) com as variáveis climáticas: temperatura, umidade e precipitação.

	Fenofase	Temperatura	Umidade Relativa	Precipitação
Atividade	Botão	0,53*	0,03	0,19
	Antese	0,43*	0,13	0,21
	Fruto imaturo	0,32	0,75*	0,77*
	Fruto maduro	-0,01	0,41*	0,47*
Intensidade	Botão	0,52*	0,03	0,20
	Antese	0,43*	0,13	0,21
	Fruto imaturo	0,33	0,77*	0,76*
	Fruto maduro	-0,01	0,41*	0,47*

*nível de significância de 0,05

4.2. Biologia floral

D. hispida é uma espécie dioica, apresentando flores masculinas e femininas em diferentes indivíduos. As flores são axilares, actinomorfas, com sépalas de prefloração valvar e pétalas imbricadas, sendo as femininas maiores do que as masculinas. Em cada flor existe uma estrutura rudimentar do carpelo nas flores masculinas e estames rudimentares nas flores femininas. Essas estruturas também foram medidas (Figura 5).



Figura 5: Botão floral feminino de *Diospyros hispida* com androceu rudimenta e gineceu.

Os indivíduos femininos de *D. hispida* produzem em suas axilas florais de 1 a 4 flores e nas axilas florais masculinas observou-se de 3 a 73 flores.

Os botões florais femininos medem cerca de $19,4 \pm 2,04$ mm de comprimento e $14,52 \pm 1,55$ mm de largura. Os botões masculinos possuem aproximadamente $17,47 \pm 2,02$ mm de comprimento e $13,0 \pm 1,47$ mm de largura (Tabela 2).

Tabela 2. Medidas das estruturas florais de *Diospyros hispida* (Ebenaceae) em área de Cerrado sentido restrito no sudoeste goiano (X = média; DP = desvio padrão). Medidas em milímetro (mm).

Estruturas	Flor masculina		Flor feminina	
	Varição	X \pm DP	Varição	X \pm DP
Botão floral				
Comprimento	13,9 – 19,2	17,47 \pm 2,02	15,6-22,8	19,4 \pm 2,40
Largura	10,5 -14,5	13 \pm 1,47	11,8-22,8	14,52 \pm 1,55
Sépala				
Comprimento	9,7-14,4	11,77 \pm 1,60	10,2-18,6	12,84 \pm 2,13
Largura	4,6-8,5	6,59 \pm 0,98	6,9-12,2	8,33 \pm 1,18
Pétala				
Comprimento	10,1-17,0	12,69 \pm 2,03	12,7-18,7	16,05 \pm 2,14
Largura	3,1-8,6	5,5 \pm 1,32	4,7-8,0	6,84 \pm 0,82
Estame				
Comprimento	4,5-9,1	6,93 \pm 1,38	2,4-6,0	4,50 \pm 0,97
Largura	0,2-1,0	0,48 \pm 0,21	0,1-0,8	0,32 \pm 0,19
Filete				
Comprimento	0,5-2,9	1,89 \pm 0,75	0,7-2,4	1,35 \pm 0,45
Largura	0,1-0,6	0,35 \pm 0,16	0,1-0,6	0,26 \pm 0,16
Antera				
Comprimento	2,2-6,0	3,83 \pm 1,06	1,5-2,7	2,08 \pm 0,38
Largura	0,2-0,8	0,37 \pm 0,17	0,5-0,1	0,29 \pm 0,11
Carpelo				
Comprimento	1,4-4,0	2,01 \pm 0,62	3,3-8,8	7,49 \pm 1,32
Largura	1,1-3,6	0,63 \pm 1,91	4,2-5,5	4,68 \pm 0,40

O cálice é pentâmero, actinomorfo, valvar, constituído por sépalas de coloração esverdeada com pilosidade, medindo na flor feminina $12,84 \pm 2,13$ mm de comprimento e $6,59 \pm 0,98$ mm de diâmetro e na flor masculina $11,77 \pm 1,60$ mm de comprimento e $8,33 \pm 1,18$ mm de diâmetro (Figura 6).



Figura 6: Botões florais de *Diospyros hispida*: (A) botão floral feminino e (B) botão floral masculino.

As pétalas tanto das flores femininas quanto masculinas são soldadas entre si, apenas com as bordas livres e retorcidas, sendo gamopétalas e pentâmeras. *D. hispida* tem pétalas verdes opacas, tornando a flor pouco vistosa. As pétalas femininas medem entre $16,05 \pm 2,14$ mm de comprimento por $6,84 \pm 0,82$ mm de largura. Já as pétalas masculinas com $12,69 \pm 2,03$ mm comprimento e $5,5 \pm 1,32$ mm de largura.

O androceu possui estames dialistêmones com número aproximadamente de vinte para flores femininas e 35 para flores masculinas, são heterodínamos, com comprimento médio de $6,93 \pm 1,38$ mm (flor masculina) e $4,50 \pm 0,97$ mm (flor feminina), possui antera com comprimento de $3,83 \pm 1,06$ mm (flor masculina) e $2,08 \pm 0,38$ mm (flor feminina) (Figura 7). As anteras são de coloração branca e após a deiscência apresentam escurecidas, sinalizando a ausência de pólen, são basifixas, introrsas, bitecas e exibem abertura longitudinal. Após a abertura das pétalas as mesmas já se encontravam deiscentes. Produzem pólen pulverulento de cor branca. O número de grãos de pólen viáveis encontrados nas flores ($n=30$) foi sempre elevado, totalizando 5.095 grãos viáveis. A viabilidade polínica foi de 90,9%, totalizando assim 5.605 grãos de pólen contados e os grãos aparecem corados em vermelho, já os grãos de pólen inviáveis foram 510 e apresentaram cor pálida (Figura 8).



Figura 7: Estruturas florais da espécie *Diospyros hispida*: (A) Androceu da flor masculina e (B) Gineceu iniciando o desenvolvimento na flor feminina.

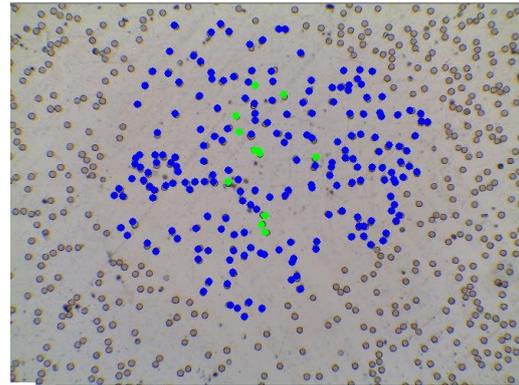


Figura 8: Contagem de 200 grãos de pólen, azul viável e verdes não viáveis.

O tamanho do carpelo da flor feminina foi de $7,49 \pm 1,32$ mm de comprimento e $4,68 \pm 0,40$ mm de diâmetro e na flor masculina o rudimento de carpelo mediu $2,01 \pm 0,62$ mm de comprimento e $1,91 \pm 0,63$ mm de diâmetro. O estigma permaneceu receptivo durante o período de três dias após a antese (Figura 9).

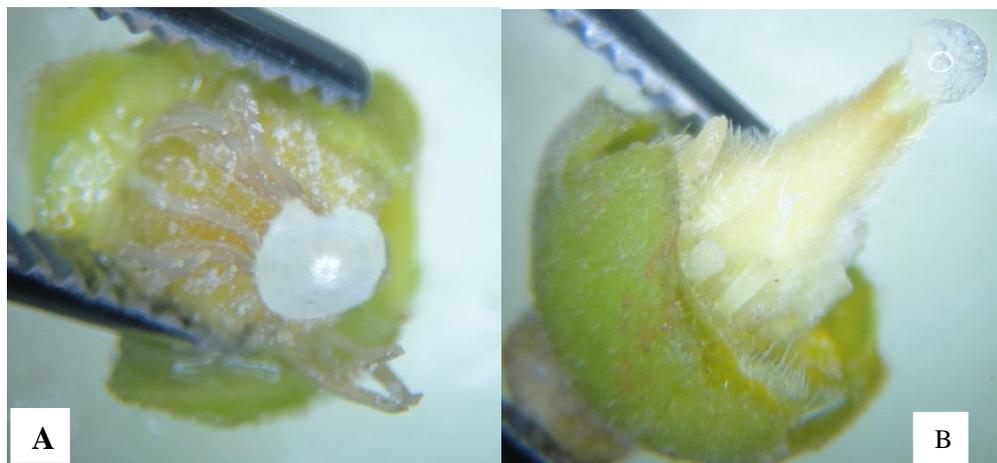


Figura 9: Estigma de *Diospyros hispida* receptivo após liberação de bolhas por reação com peróxido de hidrogênio. A: vista frontal e B: vista lateral.

A antese das flores é noturna, iniciando a abertura entre 18 e 18h30 horas. No botão floral as pétalas estão imbricadas e na antese a abertura ocorre de forma sincrônica (Figura 10). As flores ficam abertas e vistosas por até 96 horas. Em seguida as pétalas entram em processo de senescência, percebido pela mudança de coloração do verde para marrom. Quinze dias após a antese das flores femininas, as mesmas foram fecundadas e apresentaram ovário desenvolvido, esverdeado, com estigma seco. Tanto

as flores femininas quanto as masculinas possuem odor perceptível, com característica adocicada, que é liberado no começo da antese e permanece até a senescência da mesma.



Figura 10: A: abertura flor masculina de *Diospyros hispida*, período noturno. B: Flor feminina totalmente aberta.

4.3. Biologia da polinização

Durante a floração, os indivíduos de *Diospyros hispida* foram visitados por abelhas da família Apidae, coleópteros Scarabaeidae e Tenebrionidae e mariposas da família Geometridae e Crambidae (Tabela 3 e Figura 11). As visitas foram mais frequentes quando a estação chuvosa já estava estabelecida.



Figura 11 - (A) Abelha da família Apidae visitando a flor feminina de *Diospyros hispida*; (B) Coleópteros *Goniadera* sp. e (C) Mariposa *Iridopsis* sp.

As espécies de mariposas do gênero *Iridopsis* sp. e da família Crambidae foram visitantes frequentes no período noturno entre as 19h e 22h horas. Faziam uma rápida passagem na flor, pousando sobre a mesma por milésimo de segundo fazendo movimentos circulares. As visitas das mariposas a *Diospyros hispida* foram observadas com maior frequência no dia da antese, nos dias posteriores as visitas diminuiram.

As visitas das abelhas às flores ocorreram principalmente entre 7h e 9h horas, e em menos frequência na parte da tarde. As abelhas se aproximam das inflorescências, em voo rápido, passando de flor em flor. A permanência em cada flor, durante a coleta, foi de 3 a 5 segundos, havendo preferência pelas flores recém-abertas, as mesmas entravam na flor, encostando no estigma.

Os coleópteros observados pertence às famílias Scarabaeidae (*Cyclocephala* sp. 1) e Tenebrionidae (*Goniadera* sp. 1). Os mesmos foram encontrados depositados dentro das flores. As visitas ocorreram no período noturno entre as 18h e 22h.

Todos os visitantes florais entraram em contato com as estruturas reprodutivas tanto nas flores masculinas quanto nas flores femininas, portanto, foram considerados polinizadores efetivos. Os coleópteros e as mariposas se destacaram como polinizadores efetivos, sendo os besouros encontrados dentro da flor feminina e por serem pequenos ao entrar na flor conseguiam tocar no estigma. Foi ainda observado que as mariposas ao encostarem na flor faziam movimentos circulares dentro da mesma com a proboscíde consequentemente tocando o estigma.

Tabela 3: Visitantes florais de *D. hispida*, recurso coletado, número de indivíduos coletados, atuação na polinização e frequência.

Ordem/Família	Espécie	Recurso coletado	Nº coletado	Atuação	Frequência
COLEOPTERA					
Scarabaeidae	<i>Cyclocephala</i> sp.	P	3	PE	MF
Tenebrionidae	<i>Goniadera</i> sp.	P	2	PE	MF
HYMENOPTERA					
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	P	2	PE	F
Apidae	<i>Ceratina</i> sp.	P	1	PE	F
LEPIDOPTERA					
Geometridae	<i>Iridopsis</i> sp.	P	2	PE	F
Crambidae/Spilosominae	sp.	P	1	PE	F

P = pólen; PE = Polinizador Efetivo; MF - muito frequente; F - frequente.

4.4. Sistema reprodutivo

Foi observado o mínimo de três e máximo de setenta e três flores abertas/dia. Estas flores foram ensacadas para tratamento de apomixia e observadas até a formação

de frutos no período de aproximadamente 25 dias e já para o tratamento de polinização natural as flores não foram manipuladas e se observou a formação de frutos com aproximadamente 15 a 25 dias.

A formação de frutos foi baixa nos dois sistemas reprodutivos analisados. No tratamento de apomixia houve formação de frutos com taxa de sucesso reprodutivo de 2,68%, já a polinização natural apresentou um percentual de frutificação de 4,71%.

Tabela 4. Resultados dos experimentos controlados sobre o sistema reprodutivo de *D. hispida*.

Tratamento	Flores (n)	Frutos (n)	Taxa de sucesso (%)
Apomixia	261	07	2,68
Polinização Natural	297	14	4,71

5. DISCUSSÃO

O padrão de floração anual regular de *Diospyros hispida* e o início dessa fenofase ocorrendo na transição entre a estação seca e a chuvosa, corresponde ao que já é conhecido para a maioria das espécies arbóreas e arbustivas da vegetação de cerrado (MANTOVANI & MARTINS 1988, OLIVEIRA 1998, BATALHA & MANTOVANI 2000, OLIVEIRA & GIBBS 2000; BARROS 1992, 1998, 2002, PROENÇA & GIBBS 1994, FELFILI et al. 1999). O rápido e intenso pico de floração visto em *Diospyros hispida*, também foi observado por LENZA & KLINK (2006) para 19 espécies entomófilas do cerrado que explicam esse comportamento baseado nas afirmações de AUGSPURGER (1981) & PRIMACK (1980), que dizem que plantas polinizadas por insetos florescem com grande sincronia, favorecendo a atração de polinizadores.

O início da frutificação de *Diospyros hispida* se deu no mês de novembro, coincidiu com o período chuvoso já estabelecido. O fruto dessa espécie é uma baga carnosa com polpa abundante e com oito sementes. O desenvolvimento é lento, visto que os frutos maduros só foram registrados em fevereiro, três meses após o início da fenofase. Para o cerrado já foi relatado que a dispersão de espécies zoocóricas predomina no período de maior abundância de precipitação (MANTOVANI & MARTINS, 1988; OLIVEIRA & MOREIRA, 1992; MIRANDA, 1995; BATALHA & MANTOVANI, 2000). A maturação dos frutos zoocóricos ao longo do período chuvoso garante que estes se mantenham atrativos por períodos mais prolongados melhorando

assim as chances de dispersão (MANTOVANI & MARTINS 1988, BATALHA & MANTOVANI 2000). A dispersão das sementes de *Diospyros hispida* ocorrendo em fevereiro ainda garante suprimento hídrico adequado no solo para a germinação e estabelecimento dos novos indivíduos na população, uma vez que o período chuvoso se estende até o mês de abril.

No segundo ano de observação fenológica a distribuição das chuvas foi atípica. As médias mensais para a região não ultrapassam os 280 mm. No mês de novembro de 2013 a precipitação foi de cerca de 360 mm, coincidindo com o início da frutificação, mas nos meses subsequentes houve a escassez de chuvas ficando em torno de 100 mm. Já em março foi um dos meses com os maiores valores pluviométricos já registrados, em torno de 500 mm. Esse evento refletiu na frutificação de *Diospyros hispida* que inicia normalmente no mês de novembro, mas não conseguiu atingir a maturação, ficando os frutos pouco desenvolvidos, ressecados presos à planta e muitas vezes senescentes. Desta forma foi demonstrada a alta correlação positiva da frutificação com a estação chuvosa e a forte adaptação da espécie a sazonalidade imposta no bioma cerrado.

A dioicéia é caracterizada pela separação das funções sexuais das flores estaminadas e pistiladas que geralmente apresentam características sexuais secundárias, como diferenças de tamanho e atratividade que são vistas como estratégia adaptativa para possibilitar o fluxo de pólen a estigmas específicos (GRANT, 1995; MAYER & CHARLESWORTH, 1991; MILLER & VENABLE, 2003). Apesar de serem consideradas plantas dioicas, as flores de *Diospyros hispida* ainda possuem órgãos sexuais rudimentares. Essas estruturas não funcionais são relativamente comuns em flores de espécies dioicas (BAWA & OPLER 1975, FLEIG 1989, KATO & NAGAMASU 1995). A presença de estames não funcionais em flores femininas pode ter, ainda, a função de atrair visitantes florais que buscam pólen como recompensa (BAWA 1977, BAWA 1980, KNAPP et al. 1998).

As características morfológicas das flores de *Diospyros hispida*, pequenas, inconspícuas, de coloração clara e a presença de odor são comumente associadas a espécies dioicas tropicais (BAWA 1980, SAKAI et al. 1995, OLIVEIRA 1996). Esses atributos também permitem classificar a espécie como entomófila (FAEGRI & PIJL 1979). O dimorfismo sexual de *Diospyros hispida* foi observado apenas nas estruturas sexuais e no tamanho das flores, sendo a feminina maior do que a masculina. O mimetismo floral também é característica de plantas dioicas já relatadas por BAWA (1980 & 1983). Segundo o autor a semelhança floral garante a visitação de insetos

polinizadores em ambos os sexos, pois facilita o reconhecimento e evita a discriminação de flores sem recompensa floral pelos agentes polinizadores.

Diospyros hispida apresentou maior número de flores masculinas do que femininas corroborando com LLOYD & WEBB (1977); OPLER & BAWA (1978); BAWA (1980) que afirmam que este fato é comum em espécies dioicas, promovendo assim maior dispersão de pólen. O número diferenciado na produção de flores masculinas e femininas é relacionado também ao investimento energético segundo LLOYD & WEBB (1977). Indivíduos do sexo masculino alocam recursos para produzir o maior número de flores, pois estão diretamente ligados à quantidade de grãos de pólen liberados, enquanto as flores femininas têm maior recurso requisitado para a produção de frutos de acordo com BIERZY CHUDEK & ECKHART (1988) e FREEMAN et al (1997).

Houve sincronismo na floração das plantas masculinas e femininas de *Diospyros hispida*, e que segundo RATHCKE & LACEY (1985) garante o sucesso de polinização por aumentar a atratividade de polinizadores, mas AUGSPURGER (1981) e RATHCKE & LACEY (1985) veem como uma desvantagem pelo menor movimento interplantas dos polinizadores, que podem rapidamente se saciar, pela abundância de recursos. Em espécies dioicas com um rápido pico de floração, como ocorreu em *Diospyros hispida*, a sincronia de floração entre indivíduos dos dois sexos tem papel importante, pois o fluxo de pólen entre os indivíduos poderia ser comprometido caso houvesse uma grande separação temporal na apresentação das flores pelos dois sexos (LENZA & OLIVEIRA, 2005).

Ao observar os visitantes florais e seu comportamento, principalmente das mariposas noturnas e as características morfológicas de *Diospyros hispida*, como cores sóbrias da corola e forma tubular, além dos aspectos de antese noturna e emissão de odor adocicado levam a classificar a espécie como esfingófila de acordo com as síndromes de polinização propostas por FAEGRI & PIJL 1971, HABER & FRANKIE 1989, apesar das mesmas características serem associadas à síndrome de quiropterofilia. Esse dado corrobora com WALLNÖFER (2001) que classificou as mariposas como o principal polinizador de *D. hispida*. A forma de tubo faz com que o néctar seja acessível somente a visitantes de língua longa (MUNIN et al, 2008). O volume de néctar é um dado importante para a classificação das síndromes de polinização noturna, e a produção de pequenos volumes pelas flores esfingófilas desestimula a visita de morcegos (MUNIN et al, 2008). Neste estudo não foi possível realizar a medida desse

recurso floral. ÁVILA JR et al (2011) considera as mariposas que têm hábitos predominantemente noturnos as principais polinizadores de plantas com antese noturna em florestas tropicais. No cerrado, espécies classificadas inicialmente como quiropterófilas em outras observações foi possível verificar a eficiência das mariposas como polinizadores. No cerrado do Brasil Central foi visto que *Caryocar brasiliense* Camb., foi polinizado por morcegos Glossophaginae e mariposas Sphingidae (GRIBEL & HAY 1993). Em remanescente de cerrado em Mato Grosso do Sul, para *Bauhinia curvula* Benth., *Agrius cingulatus* (Sphingidae) foi o único visitante floral que apresentou comportamento de visita e comprimentos do corpo e da probóscide adequados para polinizar efetivamente as flores (MUNIN et al, 2008).

Apesar das características para a síndrome de esfingofilia de *D. hispida*, na espécie também foi observada a frequência de outros visitantes, como abelhas e besouros. Este fato também foi descrito para outras espécies como HOKCHE & RAMÍREZ (1990) que relataram esfingídeos como polinizadores noturnos de *Bauhinia aculeata* L. (= *B. forficata* Link), porém abelhas e borboletas como polinizadores diurnos. Para *Bauhinia curvula*, MUNIN et al, 2008 observou a visita do besouro *Cyclocephala paraguayensis* Arrow. (Scarabaeidae) que alimentaram do néctar da flor e a utilizaram como local de cópula. Na espécie *Jacaratia spinosa* (Aubl) Adc. apesar de esfingófila, foram registradas visitas de abelhas, marimbondos e aves (PIRATELLI et al., 1998).

Na área de estudo foi observada grande quantidade de indivíduos de araticum (*Annona crassiflora* Mart. e *Annona coriacea* Mart.) próximos aos indivíduos de *Diospyros hispida*. De acordo com GOTTSBERGER (1989) as flores de *Annonas* atraem grande quantidade de besouros. As principais espécies visitantes de flores de araticum que têm grande potencial polinizador, são *Cyclocephala atricapilla* Mannerheim, *Cyclocephala latericia* Hohn e *Cyclocephala octopunctata* Burmeister. Mesmo gênero identificado como visitante de *D. hispida*. As plantas polinizadas por esses insetos possuem odores muito fortes, principalmente no início da antese que é noturna, na maioria das vezes possuem corola de cor branca ou opaca (RAVEN et al 2014). Provavelmente pela proximidade e o forte odor adocicado exalado pelas flores de *D. hispida* os besouros foram atraídos. Como os órgãos reprodutores de *D. hispida* se encontra dentro das flores, o besouro ao entrar na flor contata as anteras e ao visitar uma flor feminina promove ocasionalmente a polinização da espécie.

A necessidade dos vetores de pólen para o sucesso reprodutivo de *D. hispida*, foi demonstrado pela maior porcentagem de frutos formados no tratamento de polinização natural do que pelo tratamento apomítico. A formação de frutos por apomixia proporciona aumento na capacidade reprodutiva, possibilitando sua reprodução mesmo na ausência de polinizadores (PIRATELLI et al. 1998). Entretanto, RICKETTS et al., (2008) afirmam que para melhor qualidade dos frutos, principalmente em relação ao peso e sementes viáveis, as flores necessitam de um processo de polinização eficaz.

De acordo com RICHARDS (1997) a apomixia em espécies dioicas é considerada evento relativamente raro. Nas espécies dioicas como *Jacaratia spinosa* (PIRATELLI et al., 1998), *Tapirira guianensis* (LENZA & OLIVEIRA, 2005) e *Smilax fluminensis* (PESSOA et al. 2013), foi observada formação de frutos por polinização natural, cruzada e por apomixia, este último sistema com a menor taxa de frutificação. Já na espécie *Schinus terebinthifolius* não foi verificada agamospermia, apenas frutos formados nos tratamentos de polinização natural e cruzada. Nas espécies citadas o maior sucesso reprodutivo foi registrado no teste de polinização natural, assim como *D. hispida*.

Em campo foi observado quantidade muito pequena de polinizadores e com baixa frequência nas flores de *D. hispida*, contribuindo assim para a baixa produção de frutos nos indivíduos. Segundo RICHARDS (1986) este mecanismo de apomixia pode ser visto como alternativa para produção de frutos em situações em que ocorre deficiência nos serviços de polinização, como é o caso da área de estudo.

6. CONCLUSÕES

A fenologia reprodutiva da espécie *Diospiros hispida* é condicionada a sazonalidade imposta pela vegetação do cerrado, respondendo claramente as mudanças ambientais atípicas.

As características morfológicas são semelhantes àquelas relatadas para espécies dioicas, com antese e polinização noturna, podendo ser classificada como uma espécie esfingófila.

Pelos testes de reprodução foi possível verificar a necessidade de um polinizador efetivo para maior produtividade de frutos da espécie.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, T. V.; SANT'ANNA-SANTOS, B.F.; AZEVEDO, A.; FERREIRA, R. S. **ANATI QUANTI: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal.** *Planta daninha*, vol.25, n.4, p. 649-659, 2007.

AUGSPURGER, C.K. **Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae).** *Ecology*, p. 775-788, 1981.

AVILA JR, R.S., OLIVEIRA, R, PINTO, C.E., AMORIM, F.W. SCHLINDWEINS, C. Relação entre esfingídeos (Lepidoptera, sphingidae) e flores no Brasil. **Panorama e perspectivas de uso de polinizadores. In: Polinizadores no brasil; contribuição e perspectivas iniciativas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** Imperatriz-Fonseca, V.L., Canhos, D.A.L., Saraiva, A.,M. (ed.). Alves, D.A (associada). Instituto de estudos avançados da Universidade de São Paulo, 2011.

AYRES, M., AYRES, J.R, M.; AYRES, D.L & SANTOS, A.A.S. **Bioestat. 3.5: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Sociedade Civil Mamirauá, CNPq, Belém. p.290, 2003.

BALESTRA, C.L **morfologia floral e biologia da polinização de *Byrsonima basiloba* A. JUSS.(MALPIGHIACEAE) proveniente de cerrado do sudoeste goiano** 2013.

BARROS, M.A.G. **Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae).** *Revista Brasileira de Biologia* p. 343-353, 1992.

BARROS, M.A.G. **Floração sincrônica e sistemas reprodutivos em quatro espécies de *Kielmeyera* Mart. (Guttiferae).** *Acta Botanica Brasilica* p. 113-122, 2002.

BARROS, M.A.G. **Sistemas reprodutivos e polinização em espécies simpátricas de *Erythroxylum* (Erythroxylaceae) do Brasil.** *Revista Brasileira de Botânica* p. 159-166, 1998.

BATALHA, M. A. & MANTOVANI, W. **Reproductive phenology patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody flora.** *Revista Brasileira de Biologia* p. 775-788, 2000.

BATISTA, E.E & MATTOS JUNIOR, J.S de. **A importância da produção de grãos para a atual estrutura produtiva agrícola do Município de Rio Verde- GO.** *Revista formação*, vol.2, n.4, p.35-47, 2007.

BAWA, K.S. & OPLER, P.A. **Dioecism in tropical forest trees.** *Evolution* p. 167-179, 1975.

BAWA, K.S. **Breeding systems of tree species of a lowland tropical community.** *Evolution* p 85-92, 1974.

BAWA, K.S. **Breeding systems of trees in a tropical wet forest.** *New Zealand Journal of Botany* 17: 521-524, 1979.

BAWA, K.S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** p. 15-39, 1980.

BAWA, K.S. Mimicry of male by female flowers and **intrasexual competition for pollinators in *Jacaratia dolichaula*** (D. Smith) Woodson (Caricaceae). *Evolution* p. 467-474, 1980.

BAWA, K.S. **Patterns of flowering in tropical plants.** In: JONES, C.E., LITTLE, R.J., (Ed.). *Handbook of experimental pollination biology.* New York: Scientific and Academic, p. 394-410, 1983.

BAWA, K.S. **The reproductive biology of *Cupania guatemalensis*** Radlk. (Sapindaceae). *Evolution*, p. 52-63, 1977.

BENKER, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p.269-275, 2002.

BIERZY CHUDEK, P. & ECKHART, V. **Spatial segregation of the sexes of dioecious plants.** *The American Naturalist.* p. 34-43, 1988.

DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach.** Oxford University, 1992.

DURIGAN, G.; BAITELLO, J.B.; FRANCO, G.A.D.C.; SIQUEIRA, M.F. **Plantas do Cerrado Paulista: imagens de uma paisagem ameaçada.** São Paulo: Paginas & Letras, 2004. V.1. p.475.

FAEGRI, K., & VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination biology.** Pergamon, Oxford, UK. 1979.

FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. **The Principles of pollination ecology.** Pergamon Press, New York, 1971.

FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C.; DIAS, B.J. & REZENDE, A.V. **Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens*** (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto*

- da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brazil.** Revista Brasileira de Botânica. p. 83-90, 1999.
- FLEIG, M. **Anacardiáceas In Flora ilustrada catarinense (R. Reitz, ed.)**. Herbário Barbosa Rodrigues – HBR/Empresa Catarinense de pesquisa Agropecuária, Itajaí. 1989.
- FOURNIER, L. A. **Un método cuantitativo para La medición de características fenológicas en árboles.** Turrialba, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.
- FREEMAN, D.C., DOUST, J.L., EL-KEBLAWI, A., MIGLIA, K.J. & MCARTHUR, E.D. **Sexual specialization and inbreeding avoidance in the evolution of dioecy.** Botanical Review. p. 65-92, 1997.
- GEBER, M.A.; DAWSON, T.E.; DELPH, L.F. **Gender and sexual dimorphism in flowering plants.** Germany: Springer-Verlag, 305 p. 1999.
- GOTTSBERGER, G. **Beetle pollination and flowering rhythm of Annona spp. (Annonaceae) in Brazil.** Plant Systematics and Evolution, Vienna, v.167, p.165 – 187. 1989.
- GRANT, V. Sexual selection in plants: pros and cons. **Proceedings of the National of Sciences of the United States of America** p. 1247-1250, 1995.
- GRIBEL, R. & HAY, J.D. **Pollination ecology of Caryocar brasiliense (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation.** Journal of Tropical Ecology 9:199-211, 1993.
- HABER, W.A. & FRANKIE, G. **A tropical hawkmoth community: Costa Rican Dry forest Sphingidae.** Biotropica 21(2):155-172, 1989.
- HOKCHE, O. & RAMIREZ, N. **Pollination ecology of seven species of Bauhinia L. (Leguminosae: Caesalpinioideae).** Annals of the Missouri Botanical Garden 77:559-572, 1990.
- KATO, M. & NAGAMASU, H. **Dioecy in the endemic genus Dendrocacalia (Compositae) on the Bonin (Ogasawara) island.** Journal of Plant Research. p. 443-450. 1995.
- KEARNS, C.A.; INOUE, D.W. **Techniques for pollination biologists.** Colorado: University Press of Colorado, 583p. 1993.
- KNAPP, S., PERSSON, V. & BLACKMORE, S. **Pollen morphology and functional dioecy in Solanum (Solanaceae).** Plant Systematics and Evolution. p. 113-139, 1998.
- LENZA, E. & KLINK, C.A. **Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF.** Revista Brasileira de Botânica 29:627-638, 2006.

- LENZA, E. & OLIVEIRA, P.E. **Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anarcadinaceae), uma espécie dioica em mata de galeria do triangulo Mineiro, Brasil.** Revista Brasileira de Botânica. p. 180-190, 2005.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 3. Ed. São Paulo, Plantarum, 2009.
- LLOYD, D.G. & WEBB, C.J. **Secondary sex characters in plants.** The Botanical Review. p. 177-216, 1977.
- MACHADO, I.C. & LOPES, A.V. **Recursos Florais e sistemas de polinização e sexuais em caatinga.** In: Leal, I. R., Tabarelli, J., Silva, J.M.C. Ecologia e Conservação da Caatinga. 2008. 3º ed. Recife. Ed. Universitária da UFPE. 822p, 2008.
- MANTOVANI, W. & MARTINS, F.R. **Variações fenológicas das espécies de cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu.** Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Botânica p. 101-112, 1988.
- MAUES, M.M. & COUTURIER, G. **Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (Myrciaria dúbia (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado do Para, Brasil.** Rev. Bras. Bot. 25(4):441-448, 2002.
- MAYER, S.S. & CHARLESWORTH, D. **Cryptic dioecy in flowering plants.** Trends in Ecology and Evolution. p. 320-325, 1991.
- MILLER, J.S. & VENABLE, D.L. **Floral morphometrics and the evolution of sexual dimorphism in *Lycium* (Solanaceae).** Evolution p. 74-86, 2003.
- MIRANDA, I.S. **Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter-do-Chão.** Revista Brasileira de Botânica. p. 235-240, 1995.
- MORELLATO, L.P.C. & H.F. LEITÃO-FILHO. **Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo.** 50 p:163-173. 1990.
- MUNIN, L.R; TEIXEIRA, C.R. & Sigrist, M.R. **Esgnofilia e sistema de reprodução de *Bauhinia curvula* Benth. (Leguminosae: Cesalpinioidea) em cerrado no Centro - Oeste brasileiro.** Rev. Bras. Bot. 31(1): 15 - 25, 2008.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & RATTER, J.A. **Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome.** In The cerrados of Brazil (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p.91-120, 2002.
- OLIVEIRA, P.E. & GIBBS, P. E. **Reproductive biology of Woody plants in a cerrado community of the central Brazil.** Flora p. 311-320, 2000.

OLIVEIRA, P.E. **Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado.** *In* Cerrado: ambiente e flora (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa-CPAC, Planaltina, p.169-192, 1998.

OLIVEIRA, P.E. **Dioecy in the Cerrado vegetation of Central Brasil.** *Flora*, p. 235-243, 1996.

OLIVEIRA, P.E. & MOREIRA, A.G. **Anemocoria em espécies de cerrado e de mata de galeria.** *Revista Brasileira de Botânica.* p. 163-174, 1992.

OPLER, P.A., BAWA, K.S. **Sex ratios in tropical forest trees.** *Evolution*, v.32, n.3, p. 812-821, 1978.

PESSOA, S.P.M., MORAES, J.Q., SILVA, C.A. **apomixia facultativa em *smilax fluminensis* steud. (Smilacaceae), espécie dióica de fragmentos florestais, centro oeste do Brasil.** *Rev. Árvore, Viçosa-MG*, v.37, n.6, p.1025-1035, 2013.

PIRATELLI, A. J., PIÑA-RODRIGUES, F. C. M., GANDARA, F. B., SANTOS, E. M. G. COSTA, L. G. S. **Biologia da polinização de *Jacaratia Spinosa* (AUBL) ADC. (CARICACEAE) em mata residual do sudeste brasileiro.** *Rev. Brasil. Biol.*, 58(4): 671-679. 1998.

PRIMACK, R.B. **Phenological variation within natural populations: flowering in New Zealand montane shrubs.** *Journal of Ecology* p. 849-862, 1980.

PROENÇA, C.E.B. & GIBBS, P.E. **Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from central Brazil.** *New Phytologist* p. 343-354, 1994.

RADFORD, A.E. ET AL. **Vascular plant systematics.** Harper and Row Publishers, New York, 1974.

RATHCKE, B. & LACEY, E.P. **Phenological patterns of terrestrial plants.** *Annual Review of Ecology and Systematics.* p. 179-214, 1985.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal.** 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 876 p, 2014.

RENNER, S.S.; RICKLEFS, R.E. Dioecy and its correlates in the flowering plants. **American Journal of Botany**, v. 82, n.4, p.596-606, 1995.

RICKETTS, T., REGETZ, J., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C., BOGDANSKI, A., GEMMIL-HERREN, B., GREENLEAF, S.S., KLEIN, A.M., MAYFIELD, M.M., MORANDIN, L.A., OCHIENG, A. and VIANA, B.F. **Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns?** *Ecol. Lett.* Vol.11,p.499-515, 2008.

RICHARDS, A.J. **Plant breeding systems.** London: Unwin Hyman, p.529, 1997.

RICHARDS, A.J. **Plant breeding systems.** London, Cambridge University Press, 1986.

SAKAI, A.K., WAGNER, W.L., FERGUSON, D.M. & HERBST, D.R. **Biogeographical and ecological correlates of dioecy in the Hawaiian flora.** Ecology. p. 2530-2543, 1995.

SEBBENN, A.M. Sistema de reprodução em espécies arbóreas tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: Higa, A.R.; SILVA, L. (Ed.). **Pomares de sementes de espécies nativas.** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná – FUPEF, p. 193-138, 2006.

SANTOS, M.F.; SANO, P.T. EBENACEAE. & GIULIETTE, A.M. (Org.). **Plantas raras do Cerrado.** Ed. UEFS, p. 162, 2009.

SILVA, C.A. **Biologia reprodutiva de três espécies ditilicas de *Psychotria* L. e efeitos da fragmentação florestal no sucesso reprodutivo e na diversidade genética *P. hastisepala* Mull, Arg. (Rubiaceae).** Tese Doutorado em Botânica – Universidade Federal de Viçosa, MG. 63 f. 2007.

SILVERTOWN, J. The evolutionary maintenance of sexual reproduction: evidence from the ecological distribution of asexual reproduction in clonal plants. **International Journal of Plant Science**, Chicago, v.169, n. 1, p. 157-168, 2008.

WALLNOFER, B. The Biology and Systematics of Ebenaceae: a Review. **Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien**, Austria, p. 485-512, 2001.

WINFREE R. **The conservation and restoration of wind bees.** Annals of the New York Academy of sciences. 1195: 169-197, 2010.

ZAPATA, T.R. & KALIN-ARROYO, M.T. **Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela.** Biotropica 10:221-30, 1978.