



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA
E MELHORAMENTO DE PLANTAS



TALITA OLIVEIRA NASCIMENTO

Divergência genética e biologia reprodutiva de *Heliconia* spp. no estado de Mato Grosso

TANGARÁ DA SERRA
MATO GROSSO – BRASIL
DEZEMBRO – 2016

TALITA OLIVEIRA NASCIMENTO

Divergência genética e biologia reprodutiva de *Heliconia* spp. no estado de Mato Grosso

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Celice Alexandre Silva
Coorientador: Prof. Dr. Willian Krause

TANGARÁ DA SERRA
MATO GROSSO – BRASIL
DEZEMBRO - 2016

Nascimento, Talita Oliveira

Será inserida após defesa da dissertação.

Ficha catalográfica ...

Divergência genética e biologia reprodutiva de *Heliconia* spp. no estado de Mato Grosso

TALITA OLIVEIRA NASCIMENTO

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 07 de dezembro de 2016.

Comissão Examinadora:

Prof^a. Simone Santos Lira Silva
(Dr^a. Botânica) – UFRPE

Prof^a. Dejânia Vieira de Araújo
(D^a. em Agronomia - Fitopatologia) – UNEMAT

Prof^o. William Krause
(Dr. Genética e Melhoramento de Plantas) – UNEMAT
(Coorientador)

Prof^a. Celice Alexandre Silva
(Dr^a. Botânica) - UNEMAT
(Orientadora)

*“Guie meus passos nos teus caminhos
para que as minhas pegadas não vacilem”
(Salmo 17:5)*

Aos meus pais João Guilhermino Oliveira Nascimento e Wanderléia de Oliveira Nascimento, por apoiarem meus estudos.

Minhas irmãs Veruska de Oliveira Nascimento e Juma de Oliveira Nascimento. Minha querida amiga Patrícia Campos da Silva por compartilhar deste sonho comigo e me auxiliar nos momentos de dificuldade. Aos colegas de mestrado pelos momentos compartilhados.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por permitir que mais uma etapa na minha vida acadêmica seja concluída; por colocar em meu caminho pessoas que somaram com conhecimento científico e com afeto; por me guiar, me amparar e me fortalecer durante esta caminhada.

À Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso (SEDUC) por tornar possível minha qualificação profissional.

À Prof. Dra. Celice Alexandre Silva por compartilhar seu conhecimento, pela orientação, dedicação, confiança, pelo exemplo de humanidade e compreensão, e especialmente por me fazer acreditar que posso melhorar como pessoa e como profissional através de seu exemplo como mulher e professora pesquisadora.

Ao Prof^o. Dr^o. Willian Krause, pela coorientação, por compartilhar seu conhecimento e por me ensinar a lutar pelos meus objetivos através de seu exemplo como professor pesquisador.

A todos os professores, pelo empenho em compartilhar conhecimento e contribuir na minha formação e qualificação profissional.

À Prof^a Sandra Mariotto, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pelo espaço cedido e sua disponibilidade em ajudar, tornando possível parte da pesquisa.

À Prof^a Dr^a Simone Santos Lira Silva, pesquisadora da Universidade Federal Rural de Pernambuco por aceitar o convite e por contribuir com a pesquisa.

Aos amigos e companheiros do laboratório de Botânica e Melhoramento genético, que auxiliaram direta ou indiretamente na minha pesquisa.

Aos colegas de turma pelos momentos de alegria e tristeza, pela amizade, companheirismo durante as disciplinas e pelos conhecimentos compartilhados.

Ao Laboratório de Botânica da UNEMAT que disponibilizou espaço e recursos necessários para a realização desta pesquisa.

Aos técnicos de laboratório pelo auxílio, fundamental durante a pesquisa.

À todos os funcionários da UNEMAT que contribuíram direta ou indiretamente na manutenção dos experimentos a campo.

Grata.

BIOGRAFIA

Talita Oliveira Nascimento nasceu dia 24 de maio de 1986 em Mineiros – GO, Brasil. Filha de Wanderléia de Oliveira Nascimento e João Guilhermino Oliveira Nascimento. Concluiu o Ensino Médio na Escola Estadual José Alves de Assis, na cidade de Mineiros, ano de 2003. Licenciada e Bacharela em Ciências Biológicas, em agosto de 2008, pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) Campus de Tangará da Serra. Bolsista de Iniciação Científica em projeto de pesquisa intitulado “Saberes científicos e tradicionais: representação social do conceito de substância-reação química de um grupo de acadêmicos do Terceiro Grau Indígena”. Especializada em Educação Ambiental pela Universidade Castelo Branco em dezembro de 2010. Professora da rede estadual de ensino no estado de Mato Grosso. Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela UNEMAT no período de fevereiro de 2014 a dezembro de 2016.

SUMÁRIO

Resumo geral	x
Abstract	xii
1. Introdução geral	1
2. Revisão de literatura	3
2.1. Família Heliconiaceae	3
2.2. Caracterização botânica do gênero <i>Heliconia</i>	4
2.3. <i>Heliconia psittacorum</i> e <i>Heliconia densiflora</i> : caracterização e ocorrência	5
2.4. Divergência genética	5
2.5. Biologia floral e reprodutiva	7
2.6. Melhoramento genético	8
3. Referências bibliográficas	10
4. Divergência genética entre acessos de <i>Heliconia</i> spp. avaliados em dois anos de cultivo	15
Resumo	15
Abstract	16
Introdução	17
Material e métodos	19
Resultados	25
Discussão	42
Conclusões	45
Referências bibliográficas	46
5. Biologia floral e reprodutiva de <i>Heliconia psittacorum</i>	50
Resumo	50
Abstract	51
Introdução	52
Material e métodos	54

Local de estudo	54
Morfometria e morfologia floral.....	54
Período de antese, viabilidade polínica e receptividade estigmática.....	55
Sistema reprodutivo	56
Resultados	58
Morfometria e morfologia floral.....	58
Receptividade estigmática e viabilidade polínica.	61
Crescimento de tubo polínico	62
Discussão.....	65
Conclusão	67
Referências bibliográficas	68
5. Conclusões gerais.....	71

RESUMO GERAL

NASCIMENTO, Talita Oliveira; M. Sc.; UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO; dezembro de 2016; **Divergência genética e biologia reprodutiva de *Heliconia* spp. no estado de Mato Grosso**. Professora Orientadora: Celice Alexandre Silva; Coorientador: Willian Krause.

O cultivo de flores da família Heliconiaceae é uma atividade que vem crescendo e ganhando cada vez mais espaço no mercado ornamental. Suas cores intensas, seus diferentes arranjos florais e sua durabilidade pós-colheita são características que atraem tanto o mercado interno como o mercado externo. Porém, é necessário ainda explorar seu potencial ornamental através programas de melhoramento genético, com a finalidade de se obter híbridos com características superiores e mais atrativas ao mercado de flor de corte, uma vez que este mercado está cada vez mais dinâmico, exigindo uma demanda de lançamentos e novidades. Neste sentido, a proposta deste estudo foi realizar a caracterização morfológica e estimar a divergência genética de acessos de *Heliconia psittacorum* e *Heliconia densiflora* e realizar estudos da morfologia floral e biologia reprodutiva de *Heliconia psittacorum*, coletadas em diferentes municípios do estado de Mato Grosso. Os experimentos foram desenvolvidos a partir do banco ativo de germoplasma (BAG) da Universidade do Estado de Mato Grosso, no município de Tangará da Serra, MT. No primeiro capítulo avaliou a caracterização morfológica e divergência genética nos anos de 2015 e 2016 a partir de 25 características, sendo 14 quantitativas e 11 qualitativas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de média Scott & Knott. A divergência genética foi estimada com base na distância média de Gower. O agrupamento dos acessos foi obtido pelo método UPGMA. Todas as características quantitativas avaliadas, apresentaram variabilidade genética pelo teste de agrupamento Scott & Knott formando diferentes classes entre os acessos de *Heliconia* spp. As características quantitativas com potencial ornamental foram: comprimento, diâmetro, massa fresca, comprimento da inflorescência e durabilidade da haste floral. Recomenda-se cruzamentos entre acessos 7 ou 10 com o acesso 11 e os acessos 7 ou 10 com os acessos 1 ou 3. No segundo capítulo foi avaliado morfologia e morfometria floral, período de antese, viabilidade polínica, receptividade estigmática, sistema reprodutivo e crescimento de tudo polínico em acessos de *H. psittacorum*. Os acessos apresentaram diferenças quanto ao horário de abertura floral e duração da antese, a morfometria floral apresentou variação entre os

estágios de pré-antese e antese. Em antese foi registrado hercogamia, pelos e deposição secundária de pólen na região do estilete. Foi observado crescimento de tubo polínico em todos os acessos para autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada até a região basal do estilete. Apesar da presença de tubos polínicos próximo a região do ovário, *H. psittacorum* apresentou baixa frutificação em polinização natural (controle) e ausência de frutos em polinizações manuais de autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada.

Palavras-chave: flores tropicais, *Heliconia densiflora*, *Heliconia psittacorum*.

ABSTRACT

The cultivation of flowers of the family Heliconiaceae is an activity that has been growing and gaining more and more space in the ornamental market. Its intense flower arrangements and its post-harvest durability are characteristics that attract both domestic and foreign markets. However, it is still necessary to explore its ornamental potential through genetic improvement programs, in order to obtain hybrids with characteristics Superior and more attractive to the cut flower market, since this market is increasingly dynamic, requiring a demand for new releases and novelties. In this sense, the purpose of this study was to perform the morphological characterization and to estimate the genetic divergence of accessions of *Heliconia psittacorum* and *Heliconia densiflora* and to perform studies of the floral morphology and reproductive biology of *Heliconia psittacorum*, collected in different municipalities of the State of Mato Grosso. The experiments were developed from the active germplasm bank (BAG) of the State University of Mato Grosso, in the municipality of Tangará da Serra, MT. In the first chapter evaluated the morphological characterization and genetic divergence in the years 2015 and 2016 from 25 characteristics, being 14 quantitative and 11 qualitative. Data were submitted to analysis of variance and Scott & Knott's mean test. Genetic divergence was estimated based on Gower's mean distance. The grouping of the accessions was obtained by the UPGMA method. All the quantitative characteristics evaluated, presented genetic variability by the Scott & Knott grouping test, forming different classes among the accessions of *Heliconia* spp. The quantitative characteristics with ornamental potential were: length, diameter, fresh mass, inflorescence length and floral stem durability. It is recommended to cross between accesses 7 or 10 with access 11 and accesses 7 or 10 with accesses 1 or 3. In the second chapter we evaluated floral morphology and morphometry, anthesis period, pollen viability, stigmatic receptivity, reproductive system and growth of all pollen in accesses of *H. psittacorum*. The accesses showed differences in the time of floral opening and duration of the anthesis, floral morphometry presented variation between the stages of pre-anthesis and anthesis. In anthesis was recorded herkogamy, hairs and secondary deposition of pollen in the stylet region. Pollen tube growth was observed in all accesses for spontaneous self - pollination, geitonogamy and cross - pollination until the basal region of the stylet. Despite the presence of pollen tubes near the ovary, *H. psittacorum* showed low fruiting in natural pollination (control) and absence

of fruits in manual pollination of spontaneous self-pollination, geitonogamy and cross-pollination.

Key words: Tropical flowers, *Heliconia densiflora*, *Heliconia psittacorum*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de flores e plantas ornamentais como atividade econômica vem se intensificando ao longo dos anos e está entre as atividades que apresentam no agronegócio o maior índice de crescimento, se destacando como alternativa de geração de emprego e renda (Rodrigues, 2010).

No Brasil, a diversidade de clima e solo tem possibilitado o cultivo de diferentes flores e plantas ornamentais de clima temperado e tropical, sendo produzidas flores de corte, flores de vaso, sementes, plantas de interiores, plantas de paisagismo e folhagens (Batalha e Buainain, 2007).

Dentre as espécies cultivadas que se destacam no agronegócio estão as flores tropicais, apreciadas em arranjos florais e jardins, devido a diversidade de formas, cores e durabilidade, sendo o Nordeste o estado que mais cresce neste ramo, principalmente os estados de Pernambuco, Alagoas e Ceará (Bezerra et al., 2008). Inicialmente a produção de flores e plantas ornamentais se concentrava na região Sudeste, porém, com os avanços em pesquisas a produção se expandiu para diversas regiões do país, sendo as principais produtoras de flores e plantas tropicais as regiões Norte e Nordeste do Brasil (França e Maia, 2008).

De acordo com Filliettaz (2007), o mercado de plantas ornamentais está cada vez mais dinâmico o que exige uma demanda de lançamentos e novidades para suprir as necessidades deste mercado. Para isso a pesquisa de melhoramento genético em sintonia com as exigências do mercado consumidor são essenciais, pois ampliam a possibilidade das plantas competirem com híbridos já existentes no mercado, resultando em novos cruzamentos que cumprem as exigências do padrão comercial.

Dentre as plantas tropicais com potencial ornamental destaca-se as da família Heliconiaceae, representada por um único gênero, *Heliconia*, com cerca de 182 espécies, ocorrentes nas Ilhas do Pacífico e região neotropical (Castro et al., 2007). No Brasil ocorre cerca de 29 espécies (Braga, 2014), as quais apresentam forte potencial como flores de corte por possuírem características fundamentais à comercialização como beleza, resistência ao transporte e durabilidade pós - colheita (Castro, 1995). Algumas espécies do gênero se destacam ainda por apresentar inflorescências leves, terminais e eretas, com número variado de brácteas, várias colorações e serem produtivas o ano inteiro (Loges et al., 2005). Porém, alguns problemas como instabilidade na produção, qualidade do produto e falta de seleção

de materiais adequados estão associados à sua comercialização (Pizano, 2005), sendo necessários ajustes como padronização das hastes florais e aspectos fitossanitários, que podem ser alcançados em programas de melhoramento genético (Guimarães et al., 2014).

O estudo da divergência genética e biologia reprodutiva vem de encontro a essas necessidades, sendo a divergência genética importante para identificação de quanto da variação existente dentro de um grupo é devida a causas genéticas e quanto dessa variação é devida a fatores ambientais, permitindo a seleção de materiais com maior confiabilidade para seguirem em programas de melhoramento genético (Costa et al., 2007), ampliando a possibilidade de estudos voltados a reprodução, caracterização agrônômica e genética (Silva, 2016), e o estudo da biologia reprodutiva como ferramenta fundamental para o melhoramento genético de plantas, pois auxilia na definição de técnicas de manipulação mais apropriadas a serem usadas em cruzamentos controlados, levando em consideração as formas de reprodução (sexuada ou assexuada), a natureza das estruturas florais, a proporção de transferência de pólen, o grau e o tipo de autoincompatibilidade, entre outros fatores (Frankel e Galun, 1977).

Em Mato Grosso pesquisas voltadas ao melhoramento genético de espécies nativas de *Heliconia* spp. estão sendo desenvolvidas na Coleção de Germoplasma da Universidade de Mato Grosso, e apresentam resultados preliminares quanto a diversidade genética de *Heliconia psittacorum* e *Heliconia densiflora* (Silva, 2016). Este estudo objetivou estimar diversidade genética entre acessos de *Heliconia* spp. e realizar estudos da biologia floral e reprodutiva de acessos de *Heliconia psittacorum*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Família Heliconiaceae

Heliconiaceae são nativas da América Tropical, sendo distribuídas desde o Trópico de Câncer, no México, ao Trópico de Capricórnio, na América do Sul, incluindo o Caribe (Berry & Kress, 1991). A família é composta por um único gênero, *Heliconia*, que originalmente estava incluída dentro da família Musaceae, porém, em função de suas características próprias (flores invertidas, presença de estigma captado, um óvulo por lóculo e semente sem arilo) passou a compor a família Heliconiaceae (Nakai, 1941). Estudos filogenéticos e moleculares confirmaram a existência da família Heliconiaceae, que junto a mais sete famílias (Musaceae, Strelitziaceae, Lowiaceae, Zingiberaceae, Costaceae, Cannaceae e Marantaceae) passaram a compor a ordem Zingiberales (Kress et al.; 2001).

Embora existam controvérsias entre diferentes autores, estima-se que o gênero *Heliconia* possa apresentar mais de 250 espécies em nível mundial, dentre elas alguns híbridos naturais e formas distintas de uma mesma espécie (Lamas, 2001), e são encontradas, em sua maioria em bordas de florestas e matas ciliares, ou em clareiras ocupadas por vegetação pioneira (Castro, 1995).

A identificação exata das espécies desse gênero é complexa em decorrência de diversos fatores, tais como: ampla distribuição geográfica; pesquisas muito recentes e com poucos resultados conclusivos; análise inacabada por taxonomistas nos materiais botânicos coletados; e herborização do material vegetal dificultosa (Castro e Graziano, 1997).

Espécies de *Heliconia* foram subdivididas em 5 subgêneros: (1) *Taeniostrobos* (Kuntze) Griggs; (2) *Stenochlamys* Baker, com 6 secções; (3) *Heliconiopsis*; (4) *Heliconia* Griggs, com 6 secções; e (5) *Griggsia*, com 11 secções, sendo determinadas como de ocorrência natural no Brasil 65 espécies de acordo com Kress (1990), 40 de acordo com Melo e Filho (1985) e 34 de acordo com Castro e Graziano (1997) e Castro et al. (2007).

No Brasil, dentre as espécies de ocorrência natural observa-se três dos cinco subgêneros, sendo eles: (1) *Heliconia* Griggs; (2) *Stenochlamys* Baker; e (3) *Griggsia* L. Anderss (Castro et al., 2011).

2.2. Caracterização botânica do Gênero *Heliconia*

Heliconia compreende plantas herbáceas, rizomatosas, perenes, de porte ereto e tamanho variando de 0,5 m a 10 m de altura (Bell e Tomlinson, 1980). Os rizomas subterrâneos emitem brotações, que se ramificam da base do pseudocaulo, dando origem a novas hastes, formando populações monoclonais, e conforme a espécie apresentam diferentes hábitos de crescimento, formando touceiras ou se alastrando de forma dispersa (Castro et al., 2007). O pseudocaulo apresenta várias colorações e texturas, sendo em algumas espécies recobertos por uma camada de cera com coloração esbranquiçada (Castro et al., 2011). As inflorescências podem ser eretas ou pendentes, variando de forma, tamanho, plano e cor (Berry e Kress, 1991; Mosca et al., 2004; Mosca e Cavalcante, 2005) e nascem a partir do ponto terminal de crescimento, apresentando um pedúnculo alongado, no qual as brácteas são inseridas (Costa, 2009). As folhas são dísticas, com longas bainhas basais, pecioladas de coloração geralmente esverdeada, com presença ou não de cerosidade na região abaxial (Cronquist, 1981). De acordo com a orientação das folhas as *Heliconias* são classificadas como de hábito musóide, zingiberoide e canoide.

Musóide apresentam folhas orientadas verticalmente em relação ao pseudocaulo, pecíolos longos e hábito de crescimento semelhante às bananeiras; zingiberoide apresentam folhas na horizontal, pecíolos curtos com formato semelhante aos gengibres e canoide apresentam pecíolo curto ou médio alongamento e posição oblíqua a haste (Berry e Kress, 1991). Cada planta é composta por pseudocaulo, folhas e uma única inflorescência (Mosca et al., 2004).

No Brasil, o período de florescimento do gênero *Heliconia* varia de espécie para espécie e é afetado pelas condições edafoclimáticas. O pico de produção normalmente ocorre no início do verão, declina no outono, e a floração cessa no inverno, quando a temperatura média se aproxima de 10 °C. Vivem originalmente em locais úmidos e sombreados, mas podem ser encontradas também a pleno sol e em solos levemente secos e argilo-arenosos (Castro, 1995).

Em Mato Grosso são registradas nove espécies do gênero *Heliconia* (Braga, 2014). No estado o cultivo de *Helicônias* ocorre a pleno sol e/ou sombra, apresentando ótimos resultados na adaptação de diferentes espécies com potencial ornamental, devido as condições climáticas favoráveis a seu plantio (Silva, 2016).

2.3. *Heliconia psittacorum* e *Heliconia densiflora*: caracterização e ocorrência

São plantas de hábito pseudocanóide, com altura aproximada de 1m, folhas dísticas, pecíolos glabros, inflorescências eretas, terminais, medindo entre 30 e 80cm de comprimento, raque alaranjada, quase ereta, glabra, brácteas dísticas, persistentes, variando de 3 a 6 por inflorescência, abrigando em seu interior entre 4 e 9 flores, ovário alaranjado, glabro, fruto subgloboso, de coloração azul-escuro quando maduro (Mello Filho & Santos, 1985).

H. psittacorum apresenta distribuição no território brasileiro, nas regiões Norte (Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins), Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe), Centro-oeste (Goiás, Mato Grosso) e Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais) (Braga, 2014), desenvolvendo-se bem tanto em condições de pleno sol como sob condições de meia sombra (Castro, 1995).

H. densiflora apresenta entre 1,0 e 3,0m de altura, inflorescências eretas com cerca de 13,0 a 25,0 cm de comprimento, brácteas profundas, de cor amarelada a alaranjada, sobrepostas em um mesmo plano e geralmente 5 a 9 por inflorescência, raque reta e glabra, 5 a 10 flores por brácteas, apresentando manchas escuras no ápice (Anderson, 1985).

No Brasil ocorrem nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Maranhão e Mato Grosso, sendo encontradas em florestas de igapó, floresta de terra firme e floresta de Várzea (Anderson, 1985; Braga, 2014).

2.4. Divergência genética

Estudos de divergência genética têm sido realizados visando a seleção de genitores para produção de híbridos e/ou formação de novas populações segregantes provenientes do cruzamento de genótipos divergentes (Bertini et al., 2009).

Entre as ferramentas utilizadas na estimativa da diversidade genética entre acessos estão técnicas moleculares e caracterização fenotípica a partir de caracteres qualitativos e/ou quantitativos (Vieira et al., 2007). Na caracterização agromorfológica os dados quantitativos e qualitativos são coletados através do uso de descritores (Viana et al., 2016), que correspondem a caracteres altamente

herdáveis, de fácil detecção e que mantenham o mesmo padrão de expressão em diferentes ambientes (IPGRI, 2001).

Os caracteres fenotípicos que mais sofrem influência ambiental são os quantitativos, pois refletem o real potencial produtivo dos acessos e a possibilidade de sua utilização de forma direta no melhoramento genético, sendo de grande importância para a avaliação de genótipos. Características qualitativas são relativamente de fácil aferição e menos influenciadas pelo ambiente quando comparadas às características quantitativas, porém, avaliações destas características são de grande valia na caracterização de germoplasma (Vieira et al., 2008).

Vários métodos podem ser utilizados no estudo da divergência genética, sendo a escolha feita de acordo com a precisão desejada pelo pesquisador, na facilidade da análise e na forma como os dados foram obtidos (Rodrigues et al., 2002). Dentre os métodos mais utilizados está a técnica de análise multivariada, empregada tanto para características expressas por variáveis quantitativas quanto qualitativas, as quais são comumente utilizadas em caracterizações/avaliações em bancos de germoplasma (Pereira et al., 1992). O uso destas, segundo Rocha et al. (2010) é um dos fatores que tem impulsionado o aumento dos estudos de divergência genética entre acessos de bancos de germoplasma.

Análises multivariadas são baseadas em algoritmos ou medidas de distância, que consideram ao mesmo tempo características de caracterização e avaliação de germoplasma (Sudré et al., 2007). Os métodos de agrupamento têm como objetivo reunir genótipos em grupos, e se distinguem pelo tipo de resultado a ser fornecido e pelas diferentes formas de definir a proximidade entre um indivíduo e um grupo já formado ou entre dois grupos quaisquer (similaridade ou dissimilaridade) (Crossa e Franco, 2004). A quantificação da dissimilaridade genética pode ser realizada através da análise simultânea de dados quantitativos e qualitativos pela técnica proposta por Gower (1971). Dos métodos de agrupamento, os mais utilizados são os de otimização e os hierárquicos (Cruz et al., 2011).

Nos métodos hierárquicos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja produzido o dendrograma. As delimitações podem ser estabelecidas por um exame visual do dendrograma, onde se avaliam pontos de alta mudança de nível, tomando-os em geral como delimitadores do número de genótipos para determinado grupo (Cruz e Carneiro, 2003), sendo possível identificar a distância média entre os genótipos. Os genótipos

mais divergentes são geralmente os mais promissores para serem cruzados (Machado et al., 2002), porém é necessário, durante o processo de seleção identificar os genitores com características promissoras, para que se tenha o máximo de alelos favoráveis (Oliveira et al., 2003) sendo levado em consideração, portanto a divergência genética, o desempenho per se dos genitores e a complementaridade alélica (Moraes et al., 2005).

Estes estudos são importantes tanto para o conhecimento da variabilidade genética das populações e monitoramento de bancos de germoplasma (Rêgo et al., 2003), pois geram informações úteis para preservação e uso dos acessos (Toquica et al., 2003), como para escolha de progenitores para fins de melhoramento genético (Cruz e Carneiro, 2003).

2.5. Biologia floral e reprodutiva

Biologia floral consiste no estudo das manifestações de vida da flor, dentre as quais está a reprodução (Zen & Acra, 2005).

Estudos de biologia floral com o gênero *Heliconia* foi relatado pela primeira vez em 1981, quando o gênero fazia parte da família Musaceae. O estudo teve início durante uma revisão de espécies equatorianas de Musaceae, onde observou-se grupos de espécies com flores diferentes e a partir desta observação iniciou-se estudos mais detalhados das estruturas florais e suas variações, bem como os padrões de variação dentro de toda a distribuição geográfica das espécies estudadas: *H. bihai*, *H. bourgaeana* Petersen, *H. caribaea* Lamarck, *H. ortotricha* Anderss, *H. rodriguensis* Aristeguieta, *H. stricta* Huber e *H. wagneriana* Petersen. (Andersson, 1981).

Para melhor entendimento da biologia floral de uma espécie, é fundamental a compreensão do sistema reprodutivo, pois este é a base para desenvolvimento de programas de melhoramento genético (Zen & Acra, 2005), sendo essencial para a condução adequada do programa de melhoramento, uma vez que a determinação dos métodos a serem aplicados são realizados em função do sistema de reprodução que prevalece na população (Ferreira et al., 2004). Em *Heliconia*, estudos do sistema reprodutivo em diferentes espécies do gênero revelam baixa produção de frutos, embora sejam constantemente visitadas por seu polinizador natural, os beija-flores. A baixa produtividade pode estar atrelada a fatores como limitação na produção de flores e néctar, que demandam muita energia da planta, e também a

fatores relacionados a composição do solo e ao aborto seletivo de determinados genótipos paternos (Bruna et al., 2004).

O aborto em flores pode estar relacionado a viabilidade dos grãos de pólen, a receptividade do estigma e aos sistemas de incompatibilidade. A avaliação da viabilidade do grão de pólen, realizada por meio de corantes, é importante para garantir que ele possa germinar no estigma da flor, sendo esta uma etapa decisiva no que se refere à fertilização da planta (Dafini, 1992). A receptividade estigmática, avaliada comumente pela imersão do estigma em peróxido de hidrogênio a 3%, é uma etapa importante para realização de cruzamentos monitorados no melhoramento genético (Zeisler, 1938).

Esta metodologia identifica a reação da enzima peroxidase, produzida no estigma, com o peróxido de hidrogênio, liberando bolhas de ar (Souza, 2013). A partir do grau desta reação, os estigmas são classificados em não receptivo e receptivo (Dafini & Maués, 1998). A avaliação de incompatibilidade permite a compreensão da interação entre grão de pólen e pistilo da flor. Na autoincompatibilidade essa interação impede que o pólen germine no estigma da mesma planta (Schifino-wittman & Dall'agnol, 2002), favorecendo a alogamia e a manutenção da variabilidade genética nas populações naturais (Heslop-Harrison, 1983).

Em *Heliconia* spp. sítios de incompatibilidade ao longo do estilete cessam a germinação dos grãos de pólen em algum momento durante seu desenvolvimento, (Kress, 1985; Meléndez-Ackerman et al., 2008), resultando em baixa frutificação, visto que somente alguns tubos polínicos chegam ao ovário, fertilizando-os (Pedersen & Kress, 1999).

2.6. Melhoramento genético

O melhoramento genético visa modificar de forma estável as características genéticas de um organismo com a finalidade de melhorar sua capacidade produtiva e/ou sua qualidade, contribuindo com a criação de variedades mais produtivas e mais resistentes a fatores bióticos, sendo necessário a princípio o desenvolvimento de atividades de pré-melhoramento, que visa a identificação de variabilidade genética e seleção de genótipos promissores para as características que se deseja melhorar (Faleiro et al., 2008).

Para o estabelecimento de um programa de melhoramento é desejável salvaguardar recursos genéticos através da criação de Bancos de Germoplasma

(BAGs). No Brasil a preservação de germoplasma tem sido feita em BAGs de instituições públicas de pesquisa (Faleiro et al., 2005). No cenário de plantas ornamentais, a conservação de genótipos silvestres em bancos de germoplasma é de suma importância, pois servem de fonte de variabilidade genética e de introdução de características de interesse para o melhoramento genético, sendo a base de qualquer programa de melhoramento genético.

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) é considerado uma instituição pioneira na domesticação e melhoramento genético de plantas ornamentais, sendo o primeiro a lançar oficialmente uma variedade, o antúrio 'IAC Astral'. Além de antúrio, o IAC se destaca também em pesquisas com espécies de orquídeas, abacaxis ornamentais, palmeiras, açucena, petúnias, madressilva, heliconias, bastão do imperador, entre outras plantas promissoras para o mercado ornamental (Tombolato et al., 2004). A Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) mantém um banco ativo de germoplasma de flores tropicais e investe em pesquisas de melhoramento genético de flores com potencial ornamental como: alpinia, bastão do imperador e heliconia no estado de Mato Grosso.

As pesquisas que visam a aplicação do melhoramento genético em plantas do gênero *Heliconia* são recentes no estado de Mato Grosso e têm sido desenvolvidas por Silva et al. (2015a), Silva et al. (2015b), Nascimento et al. (2015), Silva (2016) e seguem alguns critérios durante as avaliações, como: beleza que as espécies apresentam ao mercado, crescimento, produtividade, vigor, resistência pós-colheita, tamanho e formato durante a embalagem para transporte (Criley e Broschat, 1992), sendo a longevidade floral um dos principais fatores de seleção, visto que a finalidade é atender o mercado consumidor, interno e externo, de flores de corte (Castro et al., 2007).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSSON, L. Revision of *Heliconia* sect. *Heliconia* (Musaceae). **Nord. J. Bot.** 1: 759-784, 1981.

ANDERSSON, L. Revision of *Heliconia* subgen. *Stenochlamys* (Musaceae-Heliconioideae). **Opera Botanica.** 82: 1-123, 1985.

BELL, A. D.; TOMLINSON, P. D. Adaptive architecture in rhizomatous plants. **Botanical Journal of the Linnean Society.** 80: 125-160, 1980.

BERRY, F.; KRESS, W. J. **Heliconia: An Identification Guide.** Washington: Smithsonian Institution. 1991. 334 p.

BERTINI, C.H.C.M. et al. Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. **Revista Ciência Agronômica,** Fortaleza, v.40, p.99-105, 2009.

BEZERRA, F. C.; GONDIM, R. S.; PEREIRA, N. S. **Produção de Alpínia em Cultivo Protegido na Região Litorânea do Estado do Ceará.** Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, 2008.

BRAGA, J.M.A. **Heliconiaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 27/10/2016.

BRUNA, E. M.; KRESS, W. J.; MARQUES, F.; SILVA, O. F. *Heliconia acuminata* reproductive success is independent of local floral density. **Acta Amazonica.** 34: 467 – 471, 2004.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de flores e mel. Brasília: IICA: MAPA/SPA,** 2007. 139 p.

CASTRO, C. E. F. **Helicônia para exportação: aspectos técnicos da produção.** Frupex. Embrapa Brasília, 1995. 43 p.

CASTRO, C. E. F.; GRAZIANO, T. T. Espécies do Gênero *Heliconia* (Heliconiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental.** 3: 15-28, 1997.

CASTRO, C. E. F.; MAY, A.; GONÇALVES, C. Atualização da nomenclatura de espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental.** 3: 38-62. Campinas, 2007.

CASTRO, C. E. F., GONÇALVES, C. MOREIRA, S. R.; FARIA, O. A. Helicônias brasileiras: características, ocorrência e usos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. 17: 5-24, 2011.

COSTA, A.S.; LOGES, V.; CASTRO, A.C.R.; BEZERRA, G.J.S. M.; SANTOS, V.F. Variabilidade genética e correlações entre caracteres de cultivares e híbridos de *Heliconia psittacorum*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. 2: 187-192, 2007.
COSTA, A. S.; LOGES, V.; GUIMARÃES, W. N. R; CASTRO, A. C. R.; NOGUEIRA, L. C. Heliconia Genotypes under Partial Shade: I. Shooting and Blooming. **Acta Horticulturae**. 1: 609-614, 2009.

CRILEY, R. A.; BROCHAT, T. K. Heliconia: botany and horticulturae of new floral crop. **Horticulturae Review**. 14: 1-55, 1992.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York, 1981.

CROSSA, J.; FRANCO, J. Statistical methods for classifying genotypes. **Euphytica**, 137: 19-37, 2004.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Volume 2. Viçosa: UFV, 2003.585p.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620p.

DAFNI, A.; MAUES, M.M. A rapid and simple procedure to determine stigma receptivity. **Sex Plant Reproduction**. 11: 177-180, 1998.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 670p.

FALEIRO, F. G.; NETO, A. L. F.; JÚNIOR, W. Q. R. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 184p.

FERREIRA, M. A. J. F.; QUEIROZ, M. A.; VENCOVSKY, R.; BRAZ, L.T.; VIEIRA, M. L. C. Implicações da expressão sexual e do sistema reprodutivo de melancia em programas de pré-melhoramento. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia: Brasília-DF**, 2004.

FILLIETTAZ, A. Melhoramento Genético de Plantas Ornamentais. **Biológico**. 69: 95. São Paulo, 2007.

FRANÇA, C. A. M.; MAIA, M. B. R. Panorama do agronegócio de flores e plantas ornamentais no Brasil. In **XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 2008.

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**. 27: 857-874, 1971.

GUIMARÃES, W. N. R.; MARTINS, L. S.S.; CASTRO, C. E. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S, LOGES, V. *Heliconia* phenotypic diversity based on qualitative descriptors. **Genetics and Molecular Research**. 13: 3128-3142, 2014.

IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). **Descriptors for Allium (*Allium spp.*)**. 2001. Disponível em: <<http://www.bioversityinternational.org/>>. Acesso em: 29 de outubro de 2016.

KRESS, W. J. Bat pollination of na old world *Heliconia*. **Biotropica**. 17: 302-308, 1985.

KRESS, J. The diversity and distribution of *Heliconia* (heliconiaceae) in Brazil. **Acta Bot. Bras.** 4: 159-167, 1990.

LAMAS, Alonso da Mota. **Floricultura tropical: técnicas de cultivo**. Recife: SEBRAE/PE, 2001.

LOGES, V.; TEIXEIRA, M.C.F.; CASTRO, A.C.R.; COSTA, A. S. Colheita, pós-colheita e embalagens de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**. 23: 699-702, 2005.

MACHADO, C. F.; NUNES, G. H. S.; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. Genetic Divergence among genotypes of common bean through of multivariate techniques. **Ciência Rural**. 32: 251-258, 2002.

MELÉNDEZ-ACKERMAN, E. ROJAS-SANDOVAL, J. PLANAS, S. Self-compatibility of microgametophytes in *Heliconia bihai* (Heliconiaceae) from St. Lucia. **Caribbean Journal of Science**. 44:145-149, 2008.

MELLO FILHO, L. E.; SANTOS, E. **Heliconiáceas**. In Flora Ilustrada Catarinense. Itajai, 1985. 16p.

MORAES, R. M. A.; CRUZ, C. D.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Genetic divergence in soybean parents for backcrossing programs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. 5: 340-347, 2005.

MOSCA, J.L.; QUEIROZ, M. B.; ALMEIDA, A.S.; CAVALCANTE, R.A.; ALVES, R.E. **Helicônia: descrição, colheita e pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical 2004. 32p.

MOSCA, J. L.; CAVALCANTI, R. A. **Heliconiaceae**. In: TERAPO, D.; CARVALHO, A. C. P. P.; BARROSO, T. C. S. F. (Eds.) Flores tropicais. Brasília: EMBRAPA, 2005. p.84-101.

NAKAI, T. Notulae ad plantas Asiae Orientalis XVI. **Japanese Journal of Botany**. 17: 189-203, 1941.

NASCIMENTO, T. O.; CARDOSO, V. L. J. L.; SILVA, P. C.; SILVA, C. G.; DALBOSCO, E. Z.; HIEGA, K. M. R.; ARAÚJO, D. V. Doenças fúngicas em *Helicônia* no município de Tangará da Serra-MT. **Revista MT Horticultura**. 1: 45-48, 2015.

OLIVEIRA, F. J.; ANUNCIACAO FILHO, C. J.; BASTOS, G. Q.; REIS, O. V. Genetic divergence among cultivars of cowpea. **Pesquisa agropecuária brasileira**. 38: 605-611, 2003.

PEDERSEN, L. B.; KRESS, W. J. Honeyeater (Meliphagidae) pollination and the floral biology of Polynesian *Heliconia* (Heliconiaceae). **Plant Systematics and Evolution**. 216: 1-21, 1999.

PEREIRA, A. V.; VENCOVSKY, R.; CRUZ, C. D. Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) germoplasm. **Revista Brasileira de Genética**. 15: 115-124, 1992.

PIZANO, M. International market trends – tropical flowers. **Acta Horticulturae**. 81: 79 – 86, 2005.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; CRUZ, C. D.; CECON, P. R.; AMARAL, D. S. S. L.; FINGER, F. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. 3: 19-26, 2003.

ROCHA, M. C.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; SILVA, P. R. A.; CARMO, M. G. F.; ABOUD, A. C. S. Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Acta Scientiarum Agronomy**. 32: 423-431, 2010.

RODRIGUES, L. S.; ANTUNES, I. F.; TEIXEIRA, M. G.; SILVA, J. B. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 37:1275-1284, 2002.

RODRIGUES, V. G. S. Avaliação de cultivares de *Heliconia psittacorum* nas condições de Porto Velho, Rondônia. **Embrapa Rondônia**. 1 ed. 2010. 6p.

SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; DALL'AGNOL, M. **Autoincompatibilidade em plantas**. Ciencia Rural. 32: 1083-1090,2002.

SILVA, C. G.; NASCIMENTO, T. O.; SILVA, P. C.; DALBOSCO, E. Z.; HIEGA, K. M. R.; AMBRÓSIO, M. HUNHOFF, V. L.; SILVA, C. A.; KRAUSE, W. Durabilidade pós-colheita de *Heliconia* spp. ocorrentes no estado de Mato Grosso com potencial ornamental. In **20º Congresso Brasileiro de floricultura e plantas ornamentais**, Piracicaba-SP, 2015a.

SILVA, C. G.; HIEGA, K. M. R.; DALBOSCO, E. Z.; SILVA, C. A.; ARAÚJO, D. V. Fitossanidade em plantas tropicais no estado de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**. 11: 1289-1295, 2015b.

SILVA, C. G. **Pré-melhoramento de Heliconia spp. coletadas em diferentes regiões do Estado de Mato Grosso**. Tangará da Serra: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2016. 79 p. (Dissertação de Mestrado em genética e melhoramento de plantas).

SOUZA, E. H. **Reprodução e hibridização interespecífica e intergenérica em bromeliáceas com potencial ornamental**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013. 256p. (Tese - Doutorado em Ciências).

SUDRÉ, C. P.; LEONARDECZ, E.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; MOURA, M. C. L.; GONÇALVES, L. S. A. Genetic resources of vegetable crops: a survey in the Brazilian germplasm collections pictured through papers published in the journals of the Brazilian Society for Horticultural Science. **Horticultura Brasileira**.25: 496-503, 2007.

TOMBOLATO, A. F. C.; VEIGA, R. F. A.; BARBOSA, W.; COSTA, A. A.; JÚNIOR, R. B.; PIRES, E. G. Domesticação e pré-melhoramento de plantas: I. Ornamentais. **O Agrônomo**. 56: 12-14, 2004.

TOQUICA, S. P.; RODRÍGUEZ, F.; MARTINEZ, E.; DUQUE, M. C.; TOHME, J. Molecular characterization by AFLPs of Capsicum germplasm from the Amazon department in Colombia. **Genetic Resources and Crop Evolution**. 50: 639-647, 2003.

VIANA, J. P. G.; PIRES, C. J.; PINHEIRO, J. B.; VALENTE, S. E. S.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F. Divergência genética em germoplasma de alho. **Ciência Rural**. 46: 203-209, 2016.

VIEIRA, E.A.; CARVALHO, F.I.F.; BERTAN, I.; KOPP, M.M.; ZIMMER, P.D.; BENIN, G.; SILVA, J.A.G.; HARTWIG, I.; MALONE, G.; OLIVEIRA, A.C. Association between genetic distances in wheat (*Triticum aestivum*) as estimated by AFLP and morphological markers. **Genetics and Molecular Biology**. 30: 392- 399, 2007.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; FONSECA, K. G.; CARVALHO, L. J. C. B.; SILVA, M. S.; PAULA-MORAES, S. V.; FILHO, M. O. S. S.; SILVA; K. N. Divergência genética entre acessos açucarados e não açucarados de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 43: 1707-1715, 2008.

ZEISLER M. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. **Beihefte zum Botanischen Zentralblatt**. 58: 308-318, 1938.

ZEN, D. M.; ACRA, L. A. Biologia floral e reprodutiva de *Agapanthus africanus* (L.) Hoffmanns (LILIACEAE). **Estud. Biolog.** 27:35-39, 2005.

4. DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE *Heliconia* spp. AVALIADOS EM DOIS ANOS DE CULTIVO

RESUMO

Este estudo teve por objetivo realizar a caracterização morfológica e estimar a divergência genética de acessos de *Heliconia* spp. coletadas em diferentes municípios de estado de Mato Grosso. Os experimentos foram desenvolvidos no banco ativo de germoplasma (BAG) da Universidade do Estado de Mato Grosso, no município de Tangará da Serra, MT. Foi realizada a caracterização morfológica e divergência genética nos anos de 2015 e 2016 a partir de 25 características, sendo 14 quantitativas e 11 qualitativas. As variáveis foram submetidas à análise de variância e teste de média Scott & Knott, e a distância genética estimada pelo método de Gower. O agrupamento dos acessos foi obtido pelo método UPGMA. As características quantitativas avaliadas, apresentaram variabilidade genética pelo teste de agrupamento Scott & Knott formando diferentes classes entre os acessos de *Heliconia psittacorum* e *Heliconia densiflora* nos dois anos de avaliação. As características quantitativas com potencial ornamental foram comprimento, diâmetro e massa fresca da haste floral, comprimento da inflorescência e durabilidade da haste floral. No primeiro e segundo ano de avaliação, e na avaliação conjunta houve formação de três grupos pelo método UPGMA. O segundo ano de plantio foi indicado para seleção de acessos para cruzamentos futuros por apresentar menor interação genótipo X ambiente. Os acessos mais divergentes foram 6 e 13 e os mais similares os acessos 12 e 14 de *H. psittacorum*. Recomenda-se cruzamentos entre os acessos 7 ou 10 com os acessos 11 e acessos 7 ou 10 com os acessos 1 ou 3.

Palavras-chave: melhoramento genético, caracterização morfológica, potencial ornamental.

GENETIC DIVERGENCE AMONG ACCESSES OF *Heliconia spp.* EVALUATED IN TWO YEARS OF CULTIVATION

ABSTRACT

This study aimed to perform the morphological characterization and to estimate the genetic divergence of *Heliconia spp.* accessions. Collected in different municipalities of Mato Grosso state. The experiments were developed in the active germplasm bank (BAG) of the State University of Mato Grosso, in the municipality of Tangará da Serra, MT. Morphological characterization and genetic divergence were carried out in the years 2015 and 2016 from 25 characteristics, 14 quantitative and 11 qualitative. The variables were submitted to analysis of variance and Scott & Knott's mean test, and the genetic distance estimated by the Gower method. The grouping of the accessions was obtained by the UPGMA method. The quantitative characteristics evaluated were genetic variability by the Scott & Knott grouping test, forming different classes between the accessions of *Heliconia psittacorum* and *Heliconia densiflora* in the two years of evaluation. The quantitative characteristics with ornamental potential were length, diameter and fresh mass of the floral stem, length of inflorescence and durability of floral stem. In the first and second year of evaluation, and in the joint evaluation, three groups were formed by the UPGMA method. The second year of planting was indicated for selection of accessions for future crosses by presenting lower interaction genotype X environment. The most divergent accesses were 6 and 13 and the most similar accessions 12 and 14 of *H. psittacorum*. It is recommended to crosses between the Accesses 7 or 10 with the accesses 11 and accesses 7 or 10 with the accesses 1 or 3.

Key words: genetic breeding, morphological characterization, ornamental potential

INTRODUÇÃO

A família Heliconiaceae é representada somente pelo gênero *Heliconia*, o qual apresenta cerca de 182 espécies, sendo seis de ocorrência nas Ilhas do pacífico e 176 na região neotropical (Castro et al., 2007b). O gênero é composto por plantas herbáceas, perenes, com brácteas geralmente vistosas, com cores intensas e exuberantes (Castro et al., 2007a).

No Brasil ocorre cerca de 29 espécies, distribuídas nos biomas Amazônico, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal, dentre as quais cinco são endêmicas (Braga, 2014).

Entre as flores tropicais com potencial ornamental, o gênero *Heliconia* se destaca por apresentar forte expressão tanto como flor de corte quanto planta para jardim e arranjos florais (Castro e Graziano, 1997). Guimarães et al. (2014) ressaltam que este gênero tem grande potencial para o mercado internacional de flores, porém alguns ajustes na qualidade do produto, como padronização das hastes florais e aspectos fitossanitários, devem ser feitos para cumprir as exigências de mercados internacionais. Estes resultados podem ser alcançados em programas de melhoramento genético.

A primeira etapa no programa de melhoramento genético é o estudo da divergência genética que visa a seleção de genitores para a formação de híbridos com maiores efeitos heteróticos (Bertini et al., 2009). A divergência genética pode ser estimada através de descritores morfológicos, utilizados para determinar a diversidade fenotípica (Rocha et al., 2010) e para a diferenciação preliminar de genótipos e seleção para fins de cruzamentos (Guimarães et al., 2014).

Estudos de divergência genética têm sido, em sua maioria, realizado em programas de melhoramento genético no estado de Pernambuco (Costa et al., 2007; Rocha et al., 2010; Guimarães et al., 2014; Loges et al., 2015; Pereira et al. 2016) e alguns no estado de São Paulo (Simão et al., 2004, Castro et al., 2007a). No estado de Mato Grosso pesquisas com o gênero *Heliconia* se encontram em fase inicial, sendo os estudos voltados ainda à caracterização quanto a durabilidade pós-colheita

(Silva et al., 2015a), comercialização de helicônias (Morandi et al., 2010) e fitossanidade (Silva et al., 2015b; Nascimento et al., 2015).

A alta variabilidade genética em populações naturais de helicônias mostra a importância de estudos referentes à caracterização agronômica e a avaliação de parâmetros genéticos como herdabilidade, correlação genotípica, fenotípica e ambiental, para o conhecimento do potencial deste gênero e orientar a escolha de métodos de melhoramento mais adequados (Berry e Kress, 1991).

Este estudo teve por objetivo estimar a divergência genética entre acessos de *Heliconia* spp. no primeiro e segundo ano de cultivo, e identificar o melhor ano para seleção de acessos, com características desejáveis, a serem inseridos em programas de melhoramento genético.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no banco ativo de germoplasma (BAG), implantado em março de 2014, no campo experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso, município de Tangará da Serra, MT (14°39' S e 57°25' W e altitude de 321 m) nos anos de 2015 e 2016. A região apresenta clima tropical, com estação seca de maio a setembro e chuvosa de outubro a abril e precipitação média anual de 1830 mm (Dallacort et al., 2011). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa e relevo plano à levemente ondulado (Embrapa, 2006).

As coletas de 15 acessos de *Heliconia* spp. foram realizadas em 13 municípios do estado de Mato Grosso (Tabela 1).

Tabela 1. Acessos de *Heliconia* spp. coletados em diferentes municípios do estado de Mato Grosso, 2015

Acesso	Espécies	Municípios	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	<i>H. densiflora</i>	Alta floresta	9° 51' 05"	56° 12' 31"	281
2	<i>H. densiflora</i>	Alta floresta	9° 51' 47"	56° 12' 04"	271
3	<i>H. densiflora</i>	Carlinda	10° 10' 58"	55° 48' 53"	299
4	<i>H. psittacorum</i>	Nova Canaã	10° 36' 44"	55° 42' 05"	265
5	<i>H. psittacorum</i>	Colíder	10° 46' 55"	55° 27' 00"	310
6	<i>H. psittacorum</i>	Matupá	10° 12' 26"	54° 57' 39"	260
7	<i>H. psittacorum</i>	Guarantã Norte	9° 46' 02"	54° 53' 55"	348
8	<i>H. psittacorum</i>	Peixoto Azevedo	10° 16' 59"	55° 01' 15"	324
9	<i>H. psittacorum</i>	Terra Nova do Norte	10° 44' 45"	55° 08' 43"	295
10	<i>H. psittacorum</i>	Santo Afonso	14° 35' 59"	57° 10' 56"	494
11	<i>H. psittacorum</i>	Nova Marilândia	14° 21' 05"	57° 02' 01"	355
12	<i>H. psittacorum</i>	Tangará da Serra	14° 42' 02"	57° 47' 31"	204
13	<i>H. psittacorum</i>	Barra do Bugres	15° 07' 46"	57° 04' 34"	156
14	<i>H. psittacorum</i>	Porto Estrela	15° 18' 51"	57° 10' 11"	168
15	<i>H. psittacorum</i>	Porto Estrela	15° 24' 02"	57° 11' 51"	148

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com 15 acessos, quatro repetições e uma planta por parcela. O espaçamento de plantio foi de 3,0 m entre

linhas e 1,5 m entre plantas na linha, sendo plantado um rizoma por cova. A condução do experimento foi realizada conforme Costa et al. (2006).

As características morfológicas qualitativas e quantitativas foram avaliadas nos períodos correspondentes ao primeiro e segundo ano após o plantio. A primeira avaliação foi realizada em março/abril de 2015 e a segunda em março/abril de 2016. As avaliações das características quantitativas e qualitativas foram feitas em cinco hastes florais por touceira (parcela). As hastes foram colhidas a 20 centímetros do solo, duas vezes por semana, quando apresentavam de duas a cinco brácteas abertas no horário de 7 às 8 horas, e armazenadas em recipientes com água. Posteriormente, as hastes coletadas foram transportadas até o laboratório de pós-colheita.

A caracterização e avaliação dos acessos de helicônia foram realizadas nos anos de 2015 e 2016 a partir de 25 descritores morfológicos sendo 14 descritores quantitativos (Tabela 2) e 11 qualitativos (Tabela 3), adaptados de Lima (2012).

Tabela 2. Descritores quantitativos utilizados para a caracterização e avaliação de 15 acessos de *Heliconia* spp. do Banco Ativo de Germoplasma da UNEMAT/Tangará da Serra - MT, nos anos de 2015 e 2016

Descritores quantitativos	Descrição
- Massa da parte aérea (MPA);	Obtida em balança digital (modelo MS 30 K1), considerando o peso total da haste com folhas (g) (Figura 1 - A);
- Massa da haste floral sem folha (MFH);	Obtida em balança digital, considerando o peso total da haste sem folhas (g) (Figura 1- B);
- Comprimento da haste floral (CHF);	Mensurado com auxílio de uma trena desde a base do pseudocaule até o ápice da haste floral (cm) (Figura 1 - C);
- Diâmetro da haste floral (DHF);	Aferido com auxílio de paquímetro digital à 20 centímetros abaixo da base da inflorescência (mm) (Figura 1- D);
- Comprimento da inflorescência (CI);	Medido com auxílio de uma régua a partir da base da inflorescência até o ápice (cm) (Figura 1 - E);
- Largura da inflorescência (LI);	Com auxílio de uma régua foi medido a distância máxima entre as brácteas lateais (cm) (Figura 1 - F);
- Comprimento da bráctea (CB);	Com auxílio de uma régua foi medido o comprimento da maior bráctea, desde a base até ápice da inflorescência (cm) (Figura 1 - E);
- Profundidade das brácteas (PB);	Mensurada com auxílio de paquímetro digital na região mediana da maior bráctea da inflorescência (mm) (Figura 1 - G);
- Número de flores na inflorescência (NFI);	Contagem total de flores emitidas na inflorescência

Tabela 2. Continuação...

- Número de folhas na haste floral (NFH);	Realizada a contagem total de folhas na haste floral (Nº);
- Largura da folha (LF);	Mensurada, com auxílio uma régua, na região mediana da folha (cm) (Figura 1 - H);
- Comprimento da folha (CF);	Obtido sem a região do pecíolo com a utilização de uma régua (cm) (Figura 1 - H).
- Durabilidade da haste floral (DHF).	Registrado o número de dias que as hastes florais se mantiveram em bom estado de conservação (sem vestígios de senescência). Para longevidade vida de vaso das inflorescências, as mesmas foram mantidas em baldes contendo apenas água para hidratação e em câmara fria a 19 °C e 80% de umidade. A avaliação da durabilidade pós-colheita (dias) foi realizada diariamente. A cada dois dias foi realizada a troca da água dos recipientes. O descarte das inflorescências foi realizado quando as hastes iniciavam o escurecimento das brácteas.

A análise estatística foi realizada através do programa estatístico GENES (Cruz, 2013), sendo os descritores quantitativos submetidos à análise de variância e teste de agrupamento de Scott & Knott (1974). Inicialmente, foi realizada análise de variância univariada para cada época de avaliação, seguindo o modelo estatístico $y_{ij} = \mu + B_{ij} + G_i + e_{ij}$, em que y_{ij} = valor observado do i -ésimo acesso no j -ésimo bloco, μ = média geral, B_{ij} = efeito do j -ésimo bloco ($j=1,2,\dots,b$), G_i = efeito fixo do i -ésimo genótipo ($i=1,2,\dots,g$) e e_{ij} = erro aleatório associado à observação y_{ij} . Em seguida, foi realizada a análise de variância conjunta considerando o modelo misto com efeito de genótipo fixo e ambiente aleatório expresso pelo modelo estatístico $y_{ijk} = \mu + G_i + E_j + GE_{ij} + B_{ik} + e_{ijk}$, em que μ = média geral, G_i = efeito fixo do i -ésimo genótipo ($i=1,2,\dots,g$), E_j = efeito aleatório da j -ésima época ($j=1,2,\dots,e$), GE_{ij} = efeito da interação do i -ésimo genótipo com a j -ésima época, B_{ik} = efeito do k -ésimo bloco e e_{ijk} = erro aleatório.

Tabela 3. Descritores qualitativos utilizados para a caracterização e avaliação de 15 acessos de *Heliconia* spp. do Banco Ativo de Germoplasma da UNEMAT/Tangará da Serra-MT, nos anos de 2015 e 2016

Descritores	Classificação	
Inflorescência	- Tipo	Ereta ou pendente
	- Cor	Amarelo, laranja, rosa, vermelho, vermelho alaranjado ou vermelho escuro A definição das cores foi realizada segundo Munsell plant Tissue Color Book (2012).
	- Pilosidade	Ausente ou presente
	- Cerosidade	Ausente ou presente
Bráctea	- Firmeza	Resistente ou não resistente
	- Arranjo	Plano ou retorcido
Haste floral	- Pilosidade	Ausente ou presente
	- Cerosidade	Ausente ou presente
Folha	- Cerosidade	Ausente ou presente
Flor	- Cor	Laranja ou Amarelo. A cor da flor foi definida segundo Munsell plant Tissue Color Book (2012).

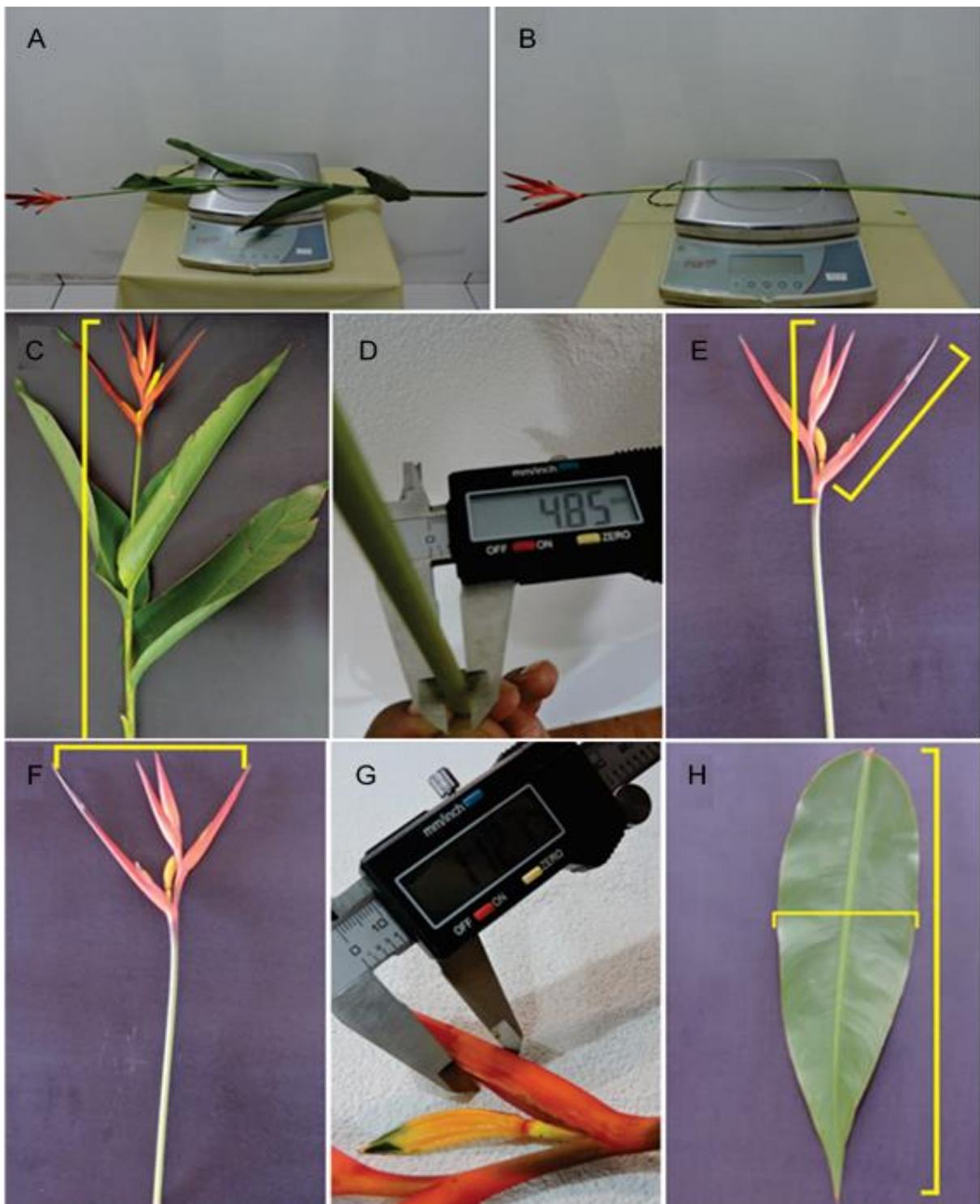


Figura 1. Avaliações realizadas em laboratório. A) massa da parte aérea. B) massa da haste floral sem folha; C) comprimento da haste floral; D) diâmetro da haste floral; E) comprimento da inflorescência e bráctea; F) largura da inflorescência; G) profundidade da bráctea; H) comprimento e largura da folha. Fonte: Silva, 2016.

A divergência genética entre os acessos foi estimada a partir da análise simultânea das variáveis quantitativas e qualitativas utilizando a distância média de

Gower (1971), expresso por:
$$d_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p w_{ijk} d_{ijk}}{\sum_{k=1}^p w_{ijk}}$$
, em que K é o número de variáveis (k =

1, 2,...,k), p = número total de variáveis analisadas, i e j dois indivíduos quaisquer; w_{ijk} é um peso dado a comparação ijk , atribuindo valor 1 para comparações válidas e valor 0 para comparações inválidas (quando o valor da variável está ausente em um ou ambos indivíduos), d_{ijk} é a contribuição da variável k na similaridade entre os indivíduos i e j possuindo valores entre 0 e 1. Para uma variável nominal, se o valor da variável k é a mesma para ambos os indivíduos, i e j, então $d_{ijk} = 1$, caso

contrário, é igual a 0; para uma variável contínua $d_{ij} = \frac{|y_{ik} - y_{jk}|}{R_k}$, em que y_{ik} e y_{jk} são

os valores da variável k para os indivíduos i e j, respectivamente, e R_k é a amplitude de variação da variável k na amostra. A divisão por R_k elimina as diferenças entre escalas das variáveis, produzindo um valor dentro do intervalo [0,1] e pesos iguais.

As matrizes de distância foram utilizadas para comparar a correlação existente entre as épocas de avaliação e sua significância determinada pelo teste de Mantel com 1000 simulações. O agrupamento dos acessos foi obtido pelo método hierárquico UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average*), sendo validado pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC) e os dendrogramas gerados com o auxílio do programa MEGA versão 5 (Kumar et al., 2009).

RESULTADOS

A análise de variância foi significativa para todas as variáveis avaliadas em 2015 (Tabela 4), evidenciando a variabilidade genética entre os acessos em estudo.

O coeficiente de variação ambiental (CV%) foi inferior a 20% para todas as características analisadas (Tabela 4), indicando baixa influência ambiental, exceto para as características massa da parte aérea (MPA), massa da haste floral sem folha (MFH) e número de flores na inflorescência (NFI) (Tabela 4).

No ano de 2016, a análise de variância apresentou resultados similares ao ano de 2015 quanto ao nível de significância, sendo todas as características significativas a 1% de probabilidade, evidenciando a presença de variabilidade genética entre os 15 acessos de *Heliconia* spp. reavaliados (Tabela 5).

Semelhante ao ano de 2015, o coeficiente de variação ambiental (CV%) em 2016 se manteve abaixo de 20% para todas as características, exceto para número de flores na inflorescência (NFI) (Tabela 5).

A análise de variância, quando feita em conjunto (anos 2015 e 2016) apresenta resultados significativos a 1% e 5% de probabilidade e não significativo para algumas variáveis, diferente do apresentado quando foram avaliadas individualmente (Tabela 6).

Tabela 4. Análise de variância de 14 características morfológicas avaliadas em 15 acessos de *Heliconia* spp. do Banco de Germoplasma da UNEMAT/Tangará da Serra – MT, no ano de 2015

FV	GL	Quadrado médio ^{1/}													
		CHF	MHF	MFH	NBI	PB	DHF	CB	CI	DI	NFI	NFH	LF	CF	DUH
Bloco	3	0,003	519,03	42,77	0,14	1,16	0,08	0,93	0,14	0,61	18,50	0,63	0,15	0,74	0,01
Genótipo	14	0,25**	9016,04**	4372,49**	4,99**	23,45**	2,17**	44,77**	54,66**	29,96**	108,04**	19,22**	10,25**	201,76**	12,63**
Resíduo	42	0,01	806,07	392,49	0,34	2,66	0,23	1,80	2,25	3,07	35,41	0,48	1,05	7,65	0,09
Média		1,24	126,10	89,80	5,38	9,82	4,68	11,86	13,48	9,65	20,64	8,11	10,64	32,29	7,76
CV%		9,78	22,51	22,06	10,92	16,62	10,37	11,31	11,14	18,16	28,83	8,52	9,62	8,57	3,80

**=significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}= não significativo. ^{1/}Comprimento da haste floral (CHF); Massa da parte aérea (MPA); Massa da haste floral sem folha (MFH); Número de brácteas na inflorescência (NBI); Profundidade das brácteas (PB); Diâmetro da haste floral (DHF); Comprimento da bráctea (CB); Comprimento da inflorescência (CI); Largura da inflorescência (LI); Número de flores na inflorescência (NFI); Número de folhas na haste floral (NFH); Largura da folha (LF); Comprimento da folha (CF); Durabilidade da haste floral (DUH).

Tabela 5. Análise de variância de 14 características morfológicas avaliadas em 15 acessos de *Heliconia* spp. do Banco de Germoplasma da UNEMAT/Tangará da Serra – MT, ano de 2016

FV	GL	Quadrado médio ^{1/}													
		CHF	MHF	MFH	NBI	PB	DHF	CB	CI	DI	NFI	NFH	LF	CF	DUH
Bloco	3	0,02	1001,62	612,03	0,05	0,08	0,04	0,36	0,36	0,52	0,87	0,26	0,54	6,26	0,11
Genótipo	14	0,74**	16077,36**	9206,35**	1,27**	13,34**	1,12**	16,62**	30,64**	21,38**	37,01**	41,31**	15,03**	70,28**	37,14**
Resíduo	42	0,01	391,98	224,08	0,15	0,13	0,11	0,45	0,37	1,06	8,74	0,24	0,24	8,87	0,19
Média		1,63	144,40	102,37	2,99	7,89	3,99	11,32	13,02	6,36	9,73	8,88	10,64	40,21	11,12
CV%		6,92	13,71	14,62	12,94	4,50	8,23	5,94	4,70	16,18	30,40	5,49	4,66	7,41	3,91

**=significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}= não significativo. ^{1/}Comprimento da haste floral (CHF); Massa da parte aérea (MPA); Massa da haste floral sem folha (MFH); Número de brácteas na inflorescência (NBI); Profundidade das brácteas (PB); Diâmetro da haste floral (DHF); Comprimento da bráctea (CB); Comprimento da inflorescência (CI); Largura da inflorescência (DI); Número de flores na inflorescência (NFI); Número de folhas na haste floral (NFH); Largura da folha (LF); Comprimento da folha (CF); Durabilidade da haste floral (DUH).

Tabela 6. Análise de variância conjunta de 14 características morfológicas avaliadas em 15 acessos de *Heliconia* spp. do Banco de Germoplasma da UNEMAT/Tangará da Serra – MT, anos de 2015 e 2016

FV	GL	Quadrado médio ^{1/}													
		CHF	MHF	MFH	NBI	PB	DHF	CB	CI	DI	NFI	NFH	LF	CF	DUH
Bloco	3	0,01	760,32	327,39	0,09	0,62	0,06	0,64	0,25	0,57	9,69	0,44	0,34	3,50	0,06
Genótipo	14	0,85**	22799,51**	11841,02**	3,99 ^{ns}	24,94 ^{ns}	2,56*	55,66**	78,57**	45,49**	61,89 ^{ns}	55,54**	21,18**	196,75*	34,50 ^{ns}
Ambiente	1	4,55**	10051,09*	4738,14**	171,82**	111,57**	14,12**	8,82*	6,45**	324,09**	3574,22**	18,02**	0,00 ^{ns}	1882,11**	339,36**
G x A	14	0,15**	2293,88**	1737,82**	2,27**	11,84**	0,74**	5,73**	6,73**	5,95**	83,15**	4,98**	4,11**	75,28**	15,27**
Resíduo	84	0,01	599,03	308,28	0,25	2,55	0,17	1,13	1,31	2,06	22,07	0,36	0,65	8,26	0,14
Média		1,44	135,25	96,08	4,19	8,86	4,33	11,59	13,25	8,00	15,18	8,49	10,64	36,25	9,44
CV%		8,16	18,09	18,27	11,88	18,02	9,56	9,16	8,65	17,95	30,94	7,03	7,56	7,93	3,93

**=significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}= não significativo. ^{1/}Comprimento da haste floral (CHF); Massa da parte aérea (MPA); Massa da haste floral sem folha (MFH); Número de brácteas na inflorescência (NBI); Profundidade das brácteas (PB); Diâmetro da haste floral (DHF); Comprimento da bráctea (CB); Comprimento da inflorescência (LI); Largura da inflorescência (DI); Número de flores na inflorescência (NFI); Número de folhas na haste floral (NFH); Largura da folha (LF); Comprimento da folha (CF); Durabilidade da haste floral (DUH).

A variação observada entre as características quantitativas avaliadas (Tabela 6) demonstra a existência de variabilidade entre os acessos quanto as variáveis CHF, MPA, MFH, DHF, CB, CI, LI, NFH, LF e CF, porém em relação a NBI, PB, NFI e DUH não houve diferença significativa, demonstrando ser uma característica de pouca variabilidade entre os acessos em estudo.

Em relação ao ambiente as características massa da parte aérea (MPA) e comprimento da bráctea (CB) apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade, as demais características, apresentaram valores significativos a 1% de probabilidade, com exceção de largura da folha (LF), que apresentou valores não significativos (Tabela 6). Estes resultados demonstram variação nas condições climáticas entre as épocas de avaliação, possibilitando a expressão das diferenciações genéticas entre os acessos de *Heliconia* spp.

A interação genótipo x ambiente mostraram valores significativos a 1% de probabilidade para todas as características estudadas, indicando mudança no desempenho entre os acessos quando expostos a mudanças ambientais (Tabela 6).

O coeficiente de variação ambiental (CV%) para todas as características se manteve abaixo de 20%, indicando baixa influencia ambiental, exceto para a característica número de flores na inflorescência (NFI), que apresentou CV% de 30,94% (Tabela 6).

Na tabela 7 estão apresentadas as médias de 14 características quantitativas avaliadas em 15 acessos de *Heliconia* spp. no ano de 2015.

Tabela 7. Agrupamento das médias de 15 acessos de *Heliconia* spp. baseado em 14 características quantitativas avaliadas em 2015

Acesso	Médias das características quantitativas avaliadas ^{1/}													
	CHF	MPA	MFH	NBI	PB	DHF	CB	CI	LI	NFI	NFH	LF	CF	DUH
	cm	-----g-----		un	-----mm-----		-----cm-----			-----un-----		-----cm-----		dias
<i>H. densiflora</i>														
1	88,5 a	82,8 a	60,3 a	3,9 a	12,3 c	5,1 c	14,2 c	15,6 c	4,7 a	17,4 a	6,0 a	9,1 b	33,1 d	6,5 a
2	124,3 c	146,7 b	108,5 b	4,6 b	8,5 b	5,4 c	21,1 d	23,2 e	6,4 b	17,5 a	5,9 a	11,2 c	45,3 f	6,5 a
3	107,0 b	76,9 a	61,4 a	3,9 a	12,6 c	5,4 c	15,1 c	18,1 d	4,7 a	16,0 a	4,8 a	12,1 c	31,0 c	6,4 a
<i>H. psittacorum</i>														
4	135,5 d	127,2 b	87,9 a	4,3 b	5,3 a	6,3 d	7,3 a	8,3 a	9,3 c	10,3 a	11,3 d	12,3 c	13,3 a	6,5 a
5	180,5 e	203,5 c	155,0 c	5,6 c	9,0 b	4,5 b	11,1 b	12,7 b	12,8 d	18,1 a	10,7 d	11,8 c	37,9 e	6,6 a
6	141,0 d	169,4 b	112,5 b	6,3 d	6,9 a	5,0 c	10,0 b	12,7 b	9,3 c	26,0 b	11,6 d	12,3 c	34,7 d	6,6 a
7	127,0c	136,3 b	94,4 b	6,2 d	6,9 a	4,6 b	10,5 b	12,6 b	10,4 c	16,6 a	8,6 c	11,1 c	33,5 d	8,5 c
8	143,0 c	162,8 b	115,8 b	6,8 d	8,9 b	4,7 b	10,6 b	12,0 b	10,2 c	21,1 b	9,1 c	11,2 c	34,6 d	7,7 b
9	148,0 c	211,8 c	143,3 c	5,7 c	10,7 c	4,6 b	10,3 b	11,3 b	12,5 d	16,9 a	9,6 c	12,8 c	38,1 e	7,8 b
10	93,8 a	86,5 a	57,5 a	6,4 d	11,6 c	4,1 a	10,7 b	11,8 b	11,1 c	28,7 b	7,6 b	9,3 b	31,2 c	8,6 c
11	99,8 a	89,2 a	70,8 a	3,3 a	12,7 c	4,6 b	13,9 c	16,2 c	14,0 d	23,3 b	5,3 a	8,8 b	24,1 b	7,7 b
12	117,0 b	98,5 a	72,5 a	5,6 c	9,1 b	3,8 a	9,1 a	10,7 a	10,3 c	21,2 b	8,0 b	9,7 b	32,3 d	7,7 b
13	93,0 a	57,8 a	39,8 a	4,8 b	8,5 b	3,8 a	13,2 c	14,8 c	8,0 b	21,6 b	5,6 a	7,4 a	30,2 c	13,6 d
14	122,8 c	91,2 a	65,4 a	6,1 c	10,2 c	3,5 a	9,0 a	9,7 a	9,2 c	28,5 b	8,2 b	9,0 b	28,9 c	7,5 b
15	141,5 d	150,4 b	101,4 b	6,7 d	13,5 c	4,0 a	10,9 b	11,9 b	11,1 c	25,9 b	8,7 c	10,6 c	35,7 d	7,8 b
\bar{X} <i>H. densiflora</i> *	106,3	102,1	76,7	4,1	11,1	5,3	16,8	19,0	5,3	16,9	5,6	10,8	36,5	6,5
\bar{X} <i>H. psittacorum</i> *	128,4	132,0	93,0	5,6	9,4	4,5	10,6	12,1	10,7	21,5	8,7	10,5	31,2	8,0

^{1/}Comprimento da haste floral (CHF); Massa da parte aérea (MPA); Massa da haste floral sem folha (MFH); Número de brácteas na inflorescência (NBI); Profundidade das brácteas (PB); Diâmetro da haste floral (DHF); Comprimento da bráctea (CB); Comprimento da inflorescência (CI); Largura da inflorescência (LI); Número de flores na inflorescência (NFI); Número de folhas na haste floral (NFH); Largura da folha (LF); Comprimento da folha (CF); Durabilidade da haste floral (DUH). ^{2/}Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. *=média geral das espécies.

Em 2015 observou-se a formação de classes distintas para cada uma das variáveis avaliadas, revelando existência de variabilidade genética entre os acessos de *Heliconia* spp. coletados em Mato Grosso (Tabela 7).

Houve a formação de cinco classes distintas entre os 15 acessos para o caráter comprimento da haste floral (CHF). As médias variaram entre 88,5cm e 180,5cm, sendo a menor média encontrada no acesso 1 e a maior no acesso 5. Em *H. densiflora*, houve a formação de três classes, e em *H. psittacorum* observa-se a formação de cinco classes (Tabela 7).

Para as características massa da parte aérea (MPA) e massa da haste floral sem folha (MFH), houve a formação de dois grupos entre os acessos de *H. densiflora* e três entre os acessos de *H. psittacorum*. As médias de massa da parte aérea (MPA) variaram de 57,8g (acesso 13) a 211,8g (Acesso 9) e em massa da haste floral sem folha (MFH) variaram de 39,8g (acesso 13) a 155,0g (acesso 5) (Tabela 7).

O número de brácteas na inflorescência (NBI) apresentou variação de 3,9 a 4,6 unidades em *H. densiflora* e 3,3 a 6,2 unidades em *H. Psittacorum*. Profundidade da bráctea (PB) e diâmetro da haste floral (DHF) formaram três grupos, sendo observada entre as espécies maior variabilidade entre os acessos de *H. psittacorum*. A maior variação de profundidade média de bráctea foi observada no acesso 4 e 15. As médias do diâmetro da haste floral (DHF) variaram de 3,5mm (acesso 14) e 6,3mm (acesso 4) (Tabela 7).

Os acessos de *H. densiflora* formaram dois grupos para o caráter profundidade da bráctea (PB) e um único grupo de diâmetro da haste floral (DHF), evidenciando baixa variabilidade quanto a DHF (Tabela 7).

Os caracteres comprimento da bráctea (CB) e comprimento da inflorescência (CI) formaram quatro agrupamentos entre as espécies de *Heliconia*. O comprimento da bráctea (CB) variou de 7,3cm (acesso 4) a 21,1cm (acesso 2). De modo semelhante, o comprimento da inflorescência (CI) variou de 8,3cm (acesso 4) a 23,2 cm (acesso 2) (Tabela 7).

H. densiflora apresentou inflorescências maiores e com largura menores (Tabela 7). A largura de inflorescência (LI) variou de 4,7cm (acesso 1) a 14,0cm (acesso 11).

O número médio de flores por inflorescência (NFI) variou de 10,3un (acesso 4) a 28,7un (acesso 10). Em *H. densiflora* houve formação de apenas um grupo para as características número de flores na inflorescência (NFI) e número de folhas na

haste floral (NFH), e em *H. psittacorum* dois grupos para número de flores na inflorescência (NFI) e quatro grupos para número de folhas na haste floral (NFH). A média do número de folhas na haste floral entre os acessos (NFH) variou de 4,8un (acesso 3) e 11,6un (acesso 6) (Tabela 7).

A largura da folha (LF) apresentou três classes distintas entre os acessos estudados. A maior variação entre as médias ocorreu entre acessos 13 e 9 (7,4cm a 12,8cm, respectivamente). Comprimento da folha (CF) agrupou em seis diferentes classes, sendo a característica que apresentou maior variabilidade entre os acessos. O menor comprimento foliar foi observado no acesso 4 (13,3cm) e o maior no acesso 2 (45,3cm) (Tabela 7).

Inflorescências de *H. psittacorum* são mais longevas, quando comparadas às de *H. densiflora*. Em média, a durabilidade da haste floral (DUH) foi de 13,6 dias (*H. psittacorum*) quando armazenadas em câmara fria a 19°C e 80% de umidade do ar. Tempo de vaso de 6,4 dias foi observado em *H. densiflora* (acesso 3) às mesmas condições de temperatura e umidade (Tabela 7).

De modo geral, entre as 14 características quantitativas estudadas ocorreram maior variabilidade genética entre os acessos de *H. psittacorum* para as características CHF, MPA, MFH, NBI, PB, DHF, NFI e LG. Por outro lado, para as características CB, CI, LI, NFH, CF e DUH a variabilidade genética foi compartilhada entre acessos de *H. psittacorum* e *H. densiflora*.

No segundo ano de avaliação (2016) observou-se também a formação de classes distintas para cada uma das variáveis avaliadas, confirmando a existência de variabilidade genética entre os acessos de *Heliconia* spp. observados em 2015 (Tabela 8).

Tabela 8. Agrupamento das médias de 15 acessos de *Heliconia* spp. baseado em 14 características quantitativas avaliadas em 2016

Acesso	Médias das características quantitativas avaliadas ^{1/}													
	CHF	MPA	MFH	NBI	PB	DHF	CB	CI	LI	NFI	NFH	LF	CF	DUH
	cm	g		un	mm		cm			un		cm		dias
<i>H. densiflora</i>														
1	110,2 a	62,3 a	44,5 a	2,0 a	9,5 f	4,2 b	12,6 c	14,9 d	2,8 a	6,5 a	5,0 a	7,8 b	43,6 b	8,6 b
2	132,2 b	99,8 b	68,6 b	2,5 a	9,0 f	3,9 b	16,4 e	19,5 f	3,0 a	8,6 a	5,0 a	9,3 c	52,2 c	8,8 b
3	104,5 a	53,9 a	37,4 a	2,3 a	11,9 g	4,0 b	13,4 d	15,4 d	3,4 a	9,9 a	4,3 a	9,8 d	33,2 a	8,7 b
<i>H. psittacorum</i>														
4	184,7 d	169,0 d	118,5 c	3,8 c	7,2 c	4,2 b	10,8 b	12,0 c	7,7 c	15,6 b	10,8 c	10,0 d	39,2 b	10,2 c
5	214,2 e	223,0 e	162,1 d	3,8 c	8,9 f	4,0 b	10,5 b	11,8 c	11,5d	14,5 b	12,3 d	11,2 e	40,5 b	7,7 a
6	217,5 e	242,2 e	171,9 d	3,5 c	7,4 d	4,9 c	9,8 a	10,9 b	7,2 c	9,4 a	13,2 e	14,5 g	40,2 b	7,7 a
7	187,7 d	173,8 d	125,8 c	3,1 b	7,6 d	4,7 c	10,2 b	11,2 b	8,6 c	8,2 a	9,4 b	11,8 e	41,4 b	18,1 g
8	186,5 d	204,1 e	149,5 d	2,4 a	7,1 c	4,5 c	10,4 b	11,6 c	4,9 b	4,2 a	9,7 b	12,0 e	41,0 b	9,7 c
9	209,2 e	219,2 e	161,9 d	3,2 b	7,8 d	4,2 b	10,4 b	12,2 c	8,4 c	6,7 a	10,5 c	13,2 f	39,9 b	13,4 e
10	179,5 d	150,3 d	109,8 c	2,8 a	5,5 b	3,8 a	10,8 b	12,6 c	6,3 b	9,5 a	10,9 c	11,5 e	40,8 b	15,5 f
11	104,0 a	76,0 a	43,8 a	2,4 a	8,6 e	3,5 a	14,1 d	18,0 e	7,1 c	7,7 a	4,7 a	9,2 c	38,2 b	12,2 d
12	150,5 c	129,0 c	90,0 b	3,4 c	8,4 e	3,6 a	9,0 a	10,3 a	6,3 b	11,1 b	9,2 b	10,1 d	35,7 a	12,4 d
13	97,0 a	59,4 a	34,7 a	3,3 b	3,9 a	3,1 ^a	11,4 b	12,8 c	6,1 b	12,8 b	4,6 a	6,9 a	40,8 b	12,3 d
14	172,0 d	133,2 c	97,3 c	3,0 b	6,6 c	3,3 a	8,7 a	10,0 a	5,4 b	11,6 b	10,6 c	10,3 d	36,9 a	12,6 d
15	196,7 d	170,5 d	119,4 c	3,0 b	8,4 e	3,2 a	10,6 b	11,8 c	6,2 b	9,2 a	12,6 d	11,1 e	39,1 b	8,5 b
\bar{x} <i>H. densiflora</i> *	115,3	72,0	50,1	2,2	10,1	4,1	14,1	16,6	3,0	8,3	4,8	9,0	43,0	8,7
	+8,4%	-29,4%	-34,6%	-45,3%	-8,5%	-23,1%	-15,9%	-2,6%	-2,0%	-50,8%	-14,5%	-6,4%	+17,9%	+34,3%
\bar{x} <i>H. psittacorum</i> *	174,83	162,5	115,42	3,17	7,32	3,96	10,6	12,12	7,18	10,07	9,9	11,03	39,51	11,72
	+36,14%	+23,02%	+24,03%	-44,28%	-22,91%	-12,20%	-0,03%	+0,18%	-3,08%	-3,27%	+13,46%	+4,21%	+26,46%	+45,17%

^{1/}Comprimento da haste floral (CHF); Massa da parte aérea (MPA); Massa da haste floral sem folha (MFH); Número de brácteas na inflorescência (NBI); Profundidade das brácteas (PB); Diâmetro da haste floral (DHF); Comprimento da bráctea (CB); Comprimento da inflorescência (CI); Largura da inflorescência (DI); Número de flores na inflorescência (NFI); Número de folhas na haste floral (NFH); Largura da folha (LF); Comprimento da folha (CF); Durabilidade da haste floral (DUH). ^{2/}Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. * = média geral das espécies seguida da porcentagem da variação das médias do ano de 2015 para o ano de 2016. (+) indica elevação nas médias de 2015 para 2016. (-) indica redução nas médias de 2015 para 2016.

Para o ano de 2016, *H. densiflora* e *H. psittacorum* apresentaram hastes maiores quando comparadas ao ano de 2015. De 2015 para 2016 o comprimento médio das hastes florais aumentou 8,4% em *H. densiflora* e 36,1% em *H. psittacorum* (Tabela 8).

Apesar das hastes apresentarem-se maiores, em *H. densiflora* a massa da parte aérea (MPA) e a massa da haste floral (MFH) apresentaram redução de 29,4% e 34,6%, respectivamente (Tabela 8).

Em 2016 as duas espécies apresentaram redução quanto ao número de brácteas na inflorescência (NBI), profundidade da bráctea (PB), diâmetro da haste floral (DHF), comprimento da bráctea (CB), largura da inflorescência (LF), e número de flores na inflorescência (NFI) (Tabela 8).

As inflorescências de *H. densiflora* em 2016 apresentaram redução no tamanho de 12,6% em relação a 2015, enquanto que *H. psittacorum* apresentou aumento de 0,1% no comprimento da inflorescência quando comparado ao ano anterior (Tabela 8).

O comprimento da folha aumentou nas duas espécies em 2016. Em *H. densiflora* o comprimento foliar foi 17,9% maior quando comparado a 2015 e em *H. psittacorum* 26,4% quando comparado ao ano anterior (Tabela 8).

A durabilidade pós-colheita da haste floral foi maior no ano de 2016 para as duas espécies estudadas, sob as mesmas condições de temperatura e umidade do ano de 2015 (Tabela 8). *H. densiflora* apresentou vida de vaso 34,3% superior ao ano anterior e *H. psittacorum* 45,1%. Na tabela 9 estão apresentadas médias da análise conjunta das variáveis quantitativas de 15 acessos de *Heliconia* spp. nos anos de 2015 e 2016.

Tabela 9. Agrupamento das médias de 15 acessos de *Heliconia* spp. baseado em 14 características quantitativas avaliadas em 2015 e 2016

Acesso	Médias das características quantitativas avaliadas ^{1/}													
	CHF	MPA	MFH	NBI	PB	DHF	CB	CI	LI	NFI	NFH	LF	CF	DUH
	cm	g		un	mm		cm			un		cm		dias
<i>H. densiflora</i>														
1	99,0 e	72,6 d	52,4 d	3,0 b	10,9 a	4,7 a	13,5 b	15,3 c	3,8 c	11,9 a	5,5 d	8,5 d	38,4 b	7,5 f
2	128,2 d	123,3 c	88,6 c	3,6 b	8,8 b	4,7 a	18,8 a	21,3 a	4,7 c	13,0 a	5,5 d	10,3 b	48,8 a	7,7 f
3	105,7 e	65,42 d	49,4 d	3,1 b	12,3 a	4,7 a	14,3 b	16,8 b	4,1 c	13,0 a	4,6 d	11,0 b	32,1 c	7,6 f
<i>H. psittacorum</i>														
4	160,1 c	148,1 b	103,2 b	4,1 a	6,3 c	5,3 a	9,1 d	10,2 e	8,6 b	12,9 a	11,1 b	11,2 b	26,3 d	8,4 e
5	197,3 a	213,3 a	158,6 a	4,7 a	9,0 b	4,3 a	10,9 c	12,3 d	12,2 a	16,3 a	11,5 b	11,5 b	39,2 b	7,2 f
6	179,2 b	205,8 a	142,2 a	4,9 a	7,2 c	4,9 a	9,9 d	11,8 d	8,3 b	17,7 a	12,4 a	13,4 a	37,5 b	7,1 f
7	157,3 c	155,0 b	110,1 b	4,7 a	7,3 c	4,7 a	10,4 c	11,9 d	9,5 b	12,4 a	9,0 c	11,5 b	37,5 b	13,3 a
8	164,7 c	183,5 a	132,7 a	4,6 a	8,0 b	4,6 a	10,5 c	11,8 d	7,6 b	12,7 a	9,4 c	11,6 b	37,8 b	8,7 e
9	178,6 b	215,5 a	152,6 a	4,4 a	9,3 b	4,4 a	10,4 c	11,8 d	10,5 a	11,8 a	10,1 c	13,0 a	39,0 b	10,6 c
10	136,6 d	118,4 c	83,6 c	4,6 a	8,6 b	4,0 b	10,8 c	12,2 d	8,7 b	19,1 a	9,3 c	10,5 b	36,0 b	12,0 b
11	101,8 e	82,6 d	57,3 d	2,9 b	10,7 a	4,1 b	14,0 b	17,1 b	10,6 a	15,5 a	5,1 d	9,0 c	31,2 c	9,9 d
12	133,7 d	113,8 c	81,3 c	4,5 a	8,8 b	3,8 b	9,1 d	10,5 e	8,3 b	16,2 a	8,6 c	9,9 c	34,0 c	10,1 d
13	95,0 e	58,6 d	37,3 d	4,0 a	6,2 c	3,5 b	12,4 c	13,8 d	7,0 b	17,2 a	5,1 d	7,2 e	35,5 b	12,9 a
14	147,3 c	112,2 c	81,3 c	4,5 a	8,4 b	3,4 b	8,9 d	9,9 e	7,4 b	20,1 a	9,4 c	9,7 c	32,9 c	10,0 d
15	169,1 c	160,5 b	110,4 b	4,9 a	10,9 a	3,6 b	10,8 c	11,9 d	8,7 b	17,6 a	10,7 b	10,9 b	37,4 b	8,2 e
\bar{X} <i>H. densiflora</i> *	111,00	87,11	63,47	3,23	10,67	4,70	13,90	17,80	4,20	12,63	5,20	9,93	39,77	7,60
\bar{X} <i>H. psittacorum</i> *	151,75	147,28	104,22	4,40	8,39	4,22	10,60	12,10	8,95	15,79	9,31	10,78	35,36	9,87

^{1/}Comprimento da haste floral (CHF); Massa da parte aérea (MPA); Massa da haste floral sem folha (MFH); Número de brácteas na inflorescência (NBI); Profundidade das brácteas (PB); Diâmetro da haste floral (DHF); Comprimento da bráctea (CB); Comprimento da inflorescência (CI); Largura da inflorescência (LI); Número de flores na inflorescência (NFI); Número de folhas na haste floral (NFH); Largura da folha (LF); Comprimento da folha (CF); Durabilidade da haste floral (DUH). ^{2/}Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. *=média geral das espécies na avaliação conjunta dos anos de 2015 e 2016.

No agrupamento dos 15 acessos avaliados observa-se a ocorrência de variabilidade genética para todas as características para o período de dois anos, exceto para a característica número de flores na inflorescência (NFI) (Tabela 9).

Para *H. densiflora* os acessos se mostraram homogêneos quanto as características: número de brácteas na inflorescência (NBI), diâmetro da haste floral (DHF), largura da inflorescência (LI), número de flores na inflorescência (NFI), número de folhas na haste floral (NFH) e durabilidade da haste floral (DUH); e heterogêneos para as demais características (CHF, MPA, MFH, PB, CB, CI, LF e CF) (Tabela 9).

H. psittacorum apresentou heterogeneidade para todas as características, evidenciando a existência de variabilidade genética entre os acessos, exceto para a característica número de flores na inflorescência (NFI), onde todos os acessos ficaram reunidos em um único grupo (Tabela 9).

As características qualitativas de inflorescência, brácteas, flor, haste floral e folha não apresentaram alterações do ano de 2015 para 2016. Dentre os acessos avaliados todos apresentaram 100% de inflorescências do tipo ereta, hastes e inflorescências com ausência de pilosidade, brácteas com arranjo plano e resistentes. Em relação à coloração da inflorescência, cor das flores, cerosidade na inflorescência, folhas e hastes e pilosidade na haste floral, houve uma variação entre os acessos, evidenciando a presença de polimorfismo quanto a estas características (Tabela 10).

Em *H. densiflora* 100% dos acessos apresentaram cor de inflorescência vermelho alaranjado (5R 5/10) e flor de cor laranja (7.5YR 7/10). Os acessos, compostos por *H. psittacorum*, apresentaram 50% de inflorescências na cor vermelha (5R 4/10), 33,33% na cor laranja (5YR 7/10 e 7.5YR 7/10), 8,33% na cor rosa (2.5R 5/10) e 8,33% na cor vermelho escuro (5R 3/10). 58,33% dos acessos apresentaram flores amarelas (2.5YR 7/10) e 41,67% flores em dois tons de laranja: 5YR 7/10 (25%) e 7.5YR 7/10 (16,67%) (Tabela 10).

Tabela 10. Características qualitativas avaliadas em 15 acessos de *Heliconia* spp. do Banco Ativo de Germoplasma da UNEMAT/Tangará da Serra nos anos de 2015 e 2016

Acessos	Inflorescência				Brácteas		Flor	Haste		Folha
	Tipo	*Cor	Pilosidade	Cerosidade	Firmeza	Arranjo	Cor	Pilosidade	Cerosidade	Cerosidade
1	Ereta	Vermelho alaranjado (5R 5/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Laranja (7,5YR 7/10)	Ausência	Ausência	Ausência
2	Ereta	Vermelho alaranjado (5R 5/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Laranja (7,5YR 7/10)	Ausência	Ausência	Ausência
3	Ereta	Vermelho alaranjado (5R 5/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Laranja (7,5YR 7/10)	Ausência	Ausência	Ausência
4	Ereta	Vermelho (5R 4/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Amarela (2,5Y 7/10)	Ausência	Presença	Ausência
5	Ereta	Vermelho (5R 4/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Amarela (2,5Y 7/10)	Ausência	Presença	Ausência
6	Ereta	Vermelho (5R 4/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Amarela (2,5Y 7/10)	Ausência	Presença	Ausência
7	Ereta	Vermelho (5R 4/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Amarela (2,5Y 7/10)	Ausência	Presença	Ausência
8	Ereta	Vermelho (5R 4/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Amarela (2,5Y 7/10)	Ausência	Presença	Ausência
9	Ereta	Vermelho (5R 4/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Amarela (2,5Y 7/10)	Ausência	Presença	Ausência
10	Ereta	Laranja (7,5YR 7/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Laranja (7,5YR 7/10)	Ausência	Presença	Ausência
11	Ereta	Vermelho escuro (5R 3/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Amarela (2,5Y 7/10)	Ausência	Ausência	Ausência
12	Ereta	Laranja (5YR 7/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Laranja (7,5YR 7/10)	Ausência	Presença	Ausência
13	Ereta	Rosa (2,5R 5/10)	Ausência	Presente	Resistente	Plano	Laranja (5YR 7/10)	Ausência	Presença	Presença
14	Ereta	Laranja (5YR 7/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Laranja (5YR 7/10)	Ausência	Presença	Ausência
15	Ereta	Laranja (5YR 7/10)	Ausência	Ausência	Resistente	Plano	Laranja (5YR 7/10)	Ausência	Presença	Ausência

*Número das cores em parênteses, segundo Munsell plant Tissue Color Book (2012).

O agrupamento das características quali-quantitativas, realizada pelo método UPGMA com base no algoritmo de Gower proporcionou a formação de três grupos no ano de 2015 (Figura 2). O grupo I representado por acessos de *H. psittacorum* (acessos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 e 15), o grupo II por três acessos de *H. densiflora* (1, 2 e 3) e um de *H. psittacorum* (acesso 11), e o grupo III pelo acesso 13 (*H. psittacorum*).

A correlação cofenética (CCC) foi de 0,92, demonstrando um bom ajuste entre as matrizes de dissimilaridade originais e a matriz de agrupamento. Os acessos de *H. densiflora* ficaram reunidos no grupo II e de *H. psittacorum* distribuídos nos três grupos (Figura 2). A distribuição dos acessos nos grupos demonstrou baixa variabilidade genética entre os acessos de *H. densiflora* e presença de variabilidade entre *H. psittacorum*, evidenciando polimorfismo dentro da espécie.

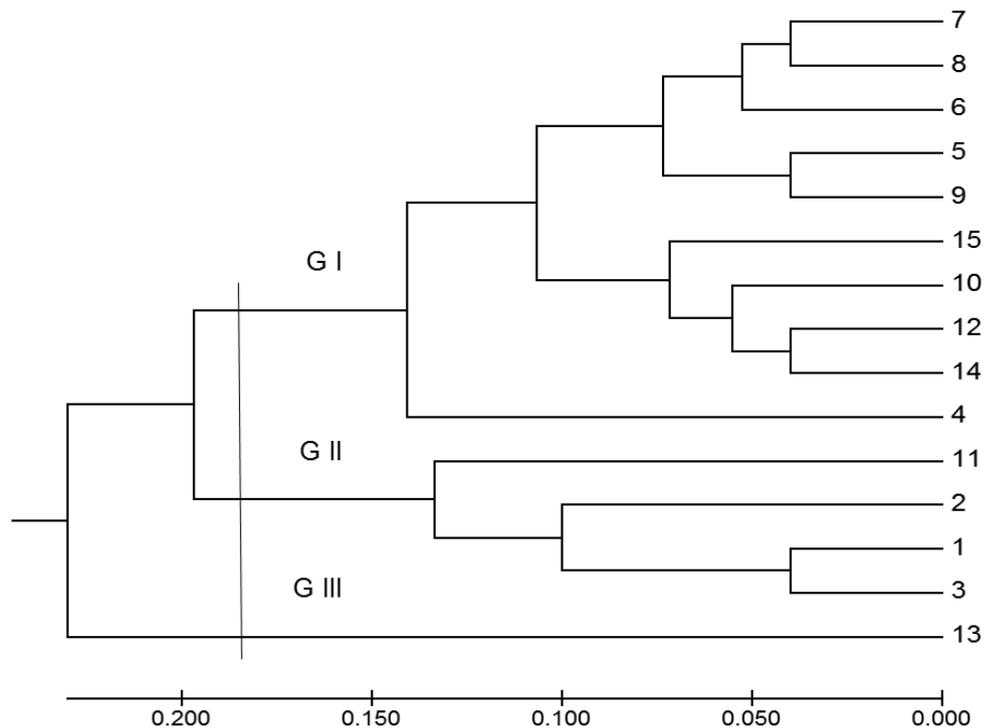


Figura 2. Dendrograma de dissimilaridade genética entre *Heliconia* spp., obtido pelo método UPGMA, com base em 24 caracteres (14 quantitativos e 10 qualitativos) avaliados em março/abril de 2015, utilizando a distância média de Gower. (Correlação cofenética: 0,92. Distorção: 2,20%. Estresse: 14,82%).

No grupo I destacou-se o acesso 10 por apresentar menores valores de comprimento da haste floral (CHF) e massa da haste floral sem folha (MFH), e maior durabilidade da haste floral (DUH), ausência de cerosidade e pilosidade na inflorescência, brácteas resistentes e de coloração amarela (7.5 YR 7/10). O isolamento do acesso 4 no grupo ocorreu, possivelmente, pela quantidade de flores produzidas na inflorescência (NFI) e pelo comprimento da folha (CF), que foram inferiores aos demais acessos (Figura 2).

No grupo II os acessos 1 e 11 se destacaram dos demais por apresentarem baixos valores para comprimento da haste floral (CHF) e massa da haste floral sem folha (MFH). O acesso 11 se destacou ainda por apresentar maior durabilidade da haste floral (DUH). O acesso 1 apresentou brácteas de coloração vermelho alaranjado (5R 5/10) e o acesso 11 brácteas vermelho escuro (5R 3/10), ambas apresentaram ausência de pilosidade e cerosidade na inflorescência, haste e folha, brácteas resistentes e flores laranja (7.5YR 7/10). O grupo III, composto apenas pelo acesso 13, apresentou os menores valores para diâmetro da haste floral (DHF) e massa da haste floral sem folha (MFH), e o maior valor para durabilidade da haste floral (DUH). Suas brácteas são resistentes e de coloração rosa (2.5R 5/10) (Figura 2).

As combinações entre os genótipos mostraram maior similaridade entre os acessos de *H. psittacorum* 12 e 14 ($d_{ij}=0,08$) e maior divergência entre os acessos de *H. psittacorum* 4 e 13 ($d_{ij}=0,57$) (Figura 2). Estes resultados, como já observado, mostram a existência de variabilidade dentro da espécie, sendo possível inseri-la em programas de melhoramento genético para obtenção de ganhos genéticos visando o mercado de plantas ornamentais.

Em 2016, o agrupamento pelo método UPGMA com base no algoritmo de Gower proporcionou a formação de três grupos, compostos pelos mesmos acessos de 2015 (Figura 3).

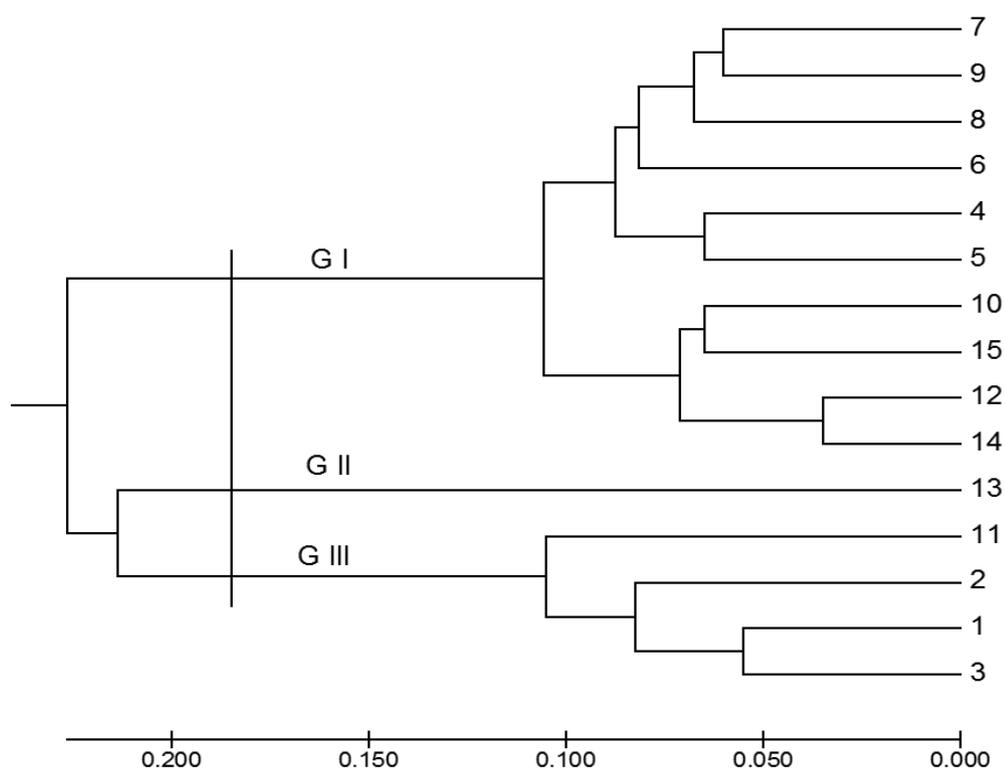


Figura 3. Dendrograma de dissimilaridade genética entre *Heliconia* spp., obtido pelo método UPGMA, com base em 24 caracteres (14 quantitativos e 10 qualitativos) avaliados em março/abril de 2016, utilizando a distância média de Gower. (Correlação cofenética: 0,95. Distorção: 1,55%. Estresse: 12,46%).

A correlação cofenética (CCC) foi de 0,95 para os dados, demonstrando confiabilidade nos resultados obtidos por meio da avaliação visual do dendrograma. A distribuição dos acessos de *H. densiflora* (1, 2 e 3) e *H. psittacorum* (acessos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15) nos grupos foi igual ao ano de 2015, em que os acessos de *H. densiflora* ficaram em um único grupo e *H. psittacorum* se dividiram entre os três grupos formados (Figura 3).

No grupo I destacou-se o acesso 12 por apresentar comprimento da haste floral (CHF) e massa da haste floral sem folha (MFH) menores, ausência de cerosidade e pilosidade na inflorescência, haste e folha, brácteas resistentes e de coloração laranja (5YR 7/10). O acesso 7 destacou-se por apresentar a maior durabilidade da haste floral (DUH), em média 18 dias, ausência de cerosidade e pilosidade na inflorescência, brácteas resistentes e de coloração vermelha (5R 4/10). Diferente do ano de 2016, em 2015 o destaque do grupo foi o acesso 10, por apresentar menores valores de comprimento da haste floral (CHF) e massa da haste floral sem folha (MFH), e maior durabilidade das hastes florais (DUH), ausência de

cerosidade e pilosidade na inflorescência, brácteas resistentes e de coloração amarela (7.5 YR 7/10) (Figura 3).

O grupo II apresentou os menores valores para comprimento da haste floral (CHF) e massa da haste floral sem folha (MFH), e em relação à durabilidade das hastes florais (DUH) apresentou redução na vida de vaso de aproximadamente 1 dia quando comparado ao ano anterior. Este grupo apresentou brácteas resistentes e de coloração rosa (2.5R 5/10) (Figura 3).

No grupo III os acessos 3 e 11 se destacaram dos demais por apresentarem os menores valores para comprimento da haste floral (CHF) e massa da haste floral sem folha (MFH) e os maiores para durabilidade da haste floral (DUH). O acesso 3 possui brácteas de coloração vermelho alaranjado (5R 5/10) e o acesso 11 (*H. psittacorum*) vermelho escuro (5R 3/10), ambas apresentaram ausência de pilosidade e cerosidade na inflorescência, haste e folha, brácteas resistentes e flores laranja (7.5YR 7/10) (Figura 3). Destaque semelhante ocorreu em 2015 para o acesso 11 por apresentar baixo valor para comprimento da haste floral (CHF) e massa da haste floral sem folha (MFH), porém o acesso em destaque de *H. densiflora* em 2015 foi o acesso 1, diferindo do ano de 2016.

As combinações entre os genótipos mostraram maior similaridade entre os acessos de *H. psittacorum* 12 e 14 ($d_{ij}=0,07$), corroborando com os resultados do ano anterior, e maior divergência entre os acessos de *H. psittacorum* 6 e 13 ($d_{ij}=0,58$), diferindo quanto ao ano de 2015, em que os acessos mais distantes foram 4 e 13 ($d_{ij}=0,57$) (Figura 3).

Novamente, os resultados confirmaram a existência de variabilidade dentro da espécie, sendo possível inseri-la em programas de melhoramento genético para obtenção de ganhos genéticos visando o mercado de plantas ornamentais.

Avaliando os dados de 2015 e 2016 em conjunto, observou-se a formação de três grupos pelo método UPGMA com base no algoritmo de Gower, não diferindo das avaliações individuais. O grupo I está representado pelos acessos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 e 15, o grupo II por 1, 2, 3 e 11, e o grupo III pelo acesso 13 (Figura 4). Os acessos de *H. densiflora* (1, 2 e 3) permaneceram no grupo II e *H. psittacorum* (acessos de 4 a 15) permaneceram distribuídos nos três grupos (Figura 4).

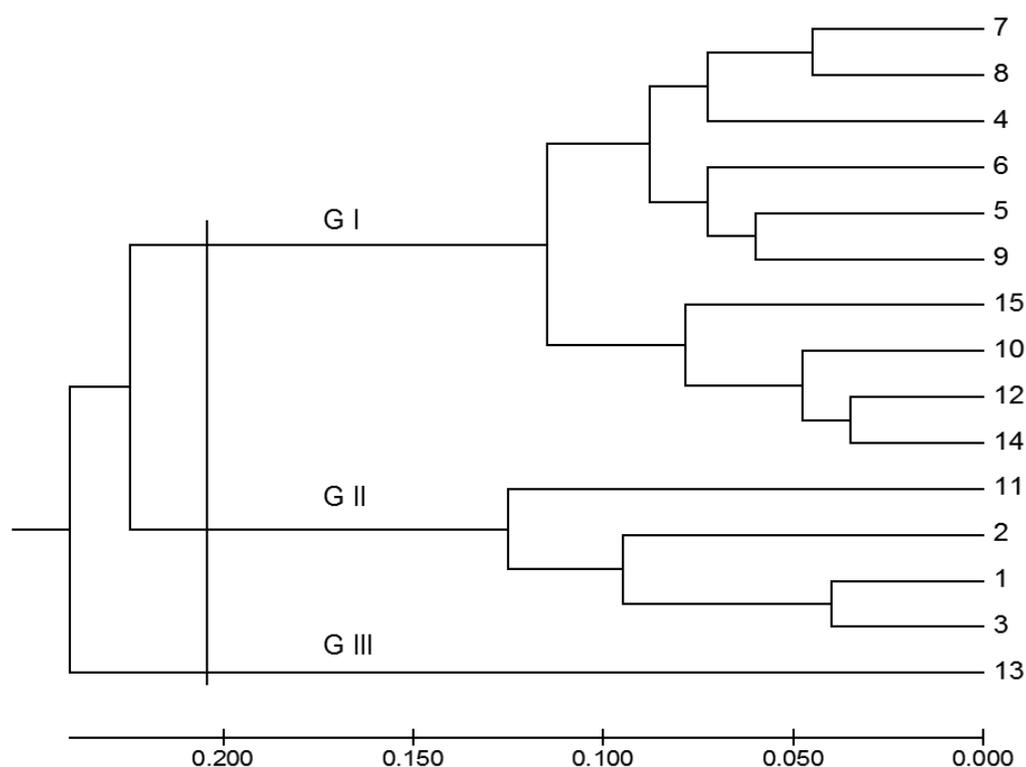


Figura 4. Dendrograma de dissimilaridade genética da análise conjunta (primeira e segunda época de avaliação) entre *Heliconia* spp., obtido pelo método UPGMA, com base em 24 caracteres (14 quantitativos e 10 qualitativos) utilizando a distância média de Gower. (Correlação cofenética: 0,95. Distorção: 1,48%. Estresse: 12,19%).

Em relação ao comprimento da haste floral (CHF) dentro do grupo I destacaram-se os acessos 12 (133,7cm) e 10 (136,6cm), no grupo II os acessos 1 (99,3cm) e 11 (101,8cm). O grupo III (acesso 13) destacou-se por apresentar a menor média para comprimento da haste floral (CHF) (95,0cm), sendo indicado pela facilidade de manuseio, armazenamento e transporte, visto que o padrão de comercialização indicado é de 80cm.

Para massa da haste floral sem folha (MFH) no grupo I destacaram-se os acessos 12 (81,3g), 14 (81,3g) e 10 (83,6g) por apresentarem menores médias para a característica. No grupo II destacaram-se os acessos 3 (49,4g) e 1 (52,4g). O grupo III (acesso 13) se destacou entre os demais para massa da haste floral sem folha (MFH), pois apresentou o menor peso da haste floral sem folha (37,3g) dentro do grupo de *Heliconia* spp. Para comprimento da inflorescência (CI) os acessos 14 (9,9cm), 4 (10,2cm) e 12 (10,5cm) apresentaram os menores resultados do grupo I, enquanto que os acessos 1 (15,3cm) e 3 (16,8cm) os menores no grupo II e o acesso 13 (grupo III) apresentou tamanho igual a 13,8cm de comprimento.

Em relação à durabilidade da haste floral (DUH) destacaram-se os acessos 7 (13,3 dias) e 10 (12 dias) no grupo I, acesso 2 (7,7 dias) e 11 (9,9 dias) no grupo II e acesso 13 (12,9 dias) no grupo III, apresentando maior tempo de vaso quando comparados aos demais acessos.

Dentre os acessos avaliados, os acessos 12 e 14 de *H. psittacorum* apresentaram características mais similares, sendo, portanto, os acessos menos divergentes ($d_{ij}=0,06$). Por outro lado, os acessos 5 e 13 da mesma espécie os mais divergentes ($d_{ij}=0,58$). A correlação cofenética (CCC) foi de 0,95, demonstrando um bom ajuste entre as matrizes de dissimilaridade originais e a matriz de agrupamento.

DISCUSSÃO

A variabilidade genética encontrada entre acessos de *Heliconia* spp. neste estudo, tanto em 2015 como em 2016, indicam que as constituições genéticas dos acessos são divergentes para as características avaliadas, o que permite a prática de seleção de genótipos com características desejáveis para prosseguirem em programas de melhoramento genético (Cruz e Carneiro, 2003).

Semelhante ao apresentado neste estudo, Rocha et al., (2010) observaram também variabilidade genética em *H. psittacorum* ao avaliar caracteres quantitativos como: número de folhas na haste floral, massa da haste floral sem folhas, comprimento e diâmetro da haste, comprimento das inflorescências, número de brácteas, entre outros.

Estudos com *Heliconia bihai* e *Heliconia rostrata* realizados por Marques et al. (2004) também identificaram variabilidade genética entre e dentre espécies, o que pode ser observado também em outras espécies ornamentais como gérbera (Cardoso et al., 2007) e bastão do imperador (Gonçalves, 2014).

Neste estudo, os índices de similaridade em acessos de *H. densiflora* e *H. psittacorum* revelam maior diversidade genética entre acessos de *H. psittacorum*. Este resultado pode ter sido influenciado pelo número de acessos representados por *H. psittacorum*, que foram superiores ao número de acessos representados por *H. densiflora*. Portanto, faz-se necessário para as próximas avaliações a inclusão de acessos de *H. densiflora* para que a comparação entre espécies seja feita com maior precisão, assim como trabalho realizado por Marques et al. (2004) ao avaliar a mesma proporção de indivíduos de diferentes espécies: *H. bihai* e *H. rostrata*, onde observou maior variabilidade genética na população de *H. rostrata*, quando comparada a *H. bihai*.

A existência de interação genótipo x ambiente permite inferir sobre a existência de desempenho diferenciado entre os acessos de *Heliconia* spp. quando avaliados em diferentes anos, sendo esta interação, segundo Gonçalves et al. (2008) um complicador a mais para o estudo da diversidade genética, pois pode dificultar o processo de seleção dos genótipos. Porém, para facilitar a avaliação do potencial de melhoramento genético e o estudo de diversidade genética em diferentes épocas. Tal como realizado no presente estudo, Miranda et al. (2003) e Quintal et al. (2012) sugerem que seja feita a seleção de ambientes que

proporcionem menor interação dos acessos com determinadas condições ambientais. Para esse estudo o ano de 2016 seria o mais indicado para avaliar e selecionar acessos de *Heliconia* spp. para fins de melhoramento genético, uma vez que os acessos avaliados apresentaram menor coeficiente de variação, ou seja, menor erro experimental.

As médias para *H. densiflora* e *H. psittacorum* nos dois anos de avaliação, quanto as características quantitativas mais relevantes: comprimento das hastes maiores que 80 cm e menores que 1,5 m, peso da haste inferior a 200g, inflorescências com comprimento inferior a 50 cm e largura inferior a 30 cm e brácteas com pouca ou nenhuma flor, se apresentaram em conformidade com os valores indicados por Loges et al. (2012).

Quanto a durabilidade pós-colheita em 2015 os resultados ficaram abaixo do recomendado por Loges et al. (2012) corroborando com resultados obtidos por Castro et al. (2010) ao avaliar *H. bihai* L. e *H. rostrata* Ruiz & Pav. Já em 2016, a durabilidade das hastes florais pós-colheita foram superiores ao recomendado e semelhante ao encontrado por Lima et al. (2010) ao trabalhar caracterização agrônômica de *Heliconia foreroi*. Hastes com maior longevidade pós-colheita podem alcançar mercados mais distantes e garantir sucesso na comercialização de flores de corte (Araújo et al. 2015).

Assim como os descritores quantitativos, os descritores qualitativos são de grande importância para a inserção de *Heliconia* spp. em programas de melhoramento (Loges et al., 2005). Castro et al. (2007 a) ressalta que características como plano das brácteas, textura e pilosidade nas hastes florais, ângulo das brácteas e presença de flores no interior das brácteas devem ser observadas na hora da escolha do material, uma vez que estas características têm relação direta com os processos de colheita, transporte, acondicionamento em embalagens e organização de cargas para transporte. A recomendação é que as inflorescências sejam eretas, com brácteas planas e firmes, e hastes, folhas e inflorescência com ausência de pilosidade e cerosidade (Castro et al., 2007 a).

Tais características foram encontradas neste estudo em todos os acessos de *H. densiflora*, porém em *H. psittacorum* observou-se características não recomendáveis, como: presença de cerosidade em inflorescências (acesso 13),

hastes (acessos 4 a 10 e 12 a 15) e folhas (acesso 13), que segundo Loges et al. (2005) podem prejudicar o aspecto visual das hastes florais ao serem manuseadas.

O agrupamento UPGMA revelou ausência de polimorfismo dentro de *H. densiflora* e presença de polimorfismo em acessos de *H. psittacorum*. Tal como observado neste estudo, Costa et al. (2007) e Rocha et al. (2010) destacam também alta variabilidade genética em cultivares e híbridos de *H. psittacorum*, as quais apresentam características interessantes para o mercado de plantas ornamentais.

A formação de grupos semelhantes nos três agrupamentos nos anos 2015, 2016 e 2015/2016 em conjunto demonstram coerência nos resultados obtidos, e permite selecionar genótipos com características de interesse para programas de melhoramento genético com maior segurança. Cruz et al. (2012) ressalta a importância da utilização de genitores com alta divergência genética, porém, que apresentem também características agrônômicas superiores quanto ao desejado para a espécie em estudo.

Baseado em nossos resultados é possível sugerir que a seleção do material para programa de melhoramento genético seja realizada no segundo ano de plantio uma vez que os acessos apresentaram médias superiores ao primeiro ano (2015) para as características de maior interesse (CHF, MFH, DHF, CI, LI e DUH), com destaque especial para a durabilidade da haste floral pós-colheita e menor influência de fatores ambientais. Desta forma, sugere-se cruzamentos intraespecíficos entre os acessos 7 ou 10 com o acesso 11, e cruzamentos interespecíficos entre os acessos 7 ou 10 com os acessos 1 ou 3.

Para estudos posteriores sugere-se que as avaliações, para fins de seleção de acessos para programas de melhoramento genético, sejam realizadas no segundo ano de plantio, uma vez que as plantas se encontram melhor adaptadas ao ambiente, reduzindo o erro experimental.

CONCLUSÕES

A coleção de *Heliconia* spp. do banco ativo de germoplasma da Universidade do Estado de Mato Grosso apresenta divergência genética interespecífica entre os acessos *H. psittacorum* e *H. densiflora*, sendo favorável ao melhoramento genético e obtenção de ganhos por meio de seleção.

H. psittacorum apresenta maior diversidade genética dentre os acessos avaliados.

Sugere-se, para análise de divergência genética entre acessos de *Heliconia* spp., avaliações somente no segundo ano de plantio.

Recomenda-se cruzamentos entre os acessos 7 ou 10 com o acesso 11, e entre os acessos 7 ou 10 com os acessos 1 ou 3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, P. G. P.; LEITE, K. P.; SILVA, S. S. L.; BASTOS, S. M. S. L.; CASTRO, A. C. C.; LOGES, V. Morphological aspects in *Heliconia chartacea* Lane ex barreiros Inflorescences for use as cut flower. **Acta Horticulturae**. 1087:250-254, 2015.
- BERRY, F.; KRESS, W. J. *Heliconia: An Identification Guide*. Washington: **Smithsonian Institution**. 1991. 334p.
- BERTINI, C.H.C.M.; TEÓFILO, E.M.; DIAS, F.T.C. Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. **Revista Ciência Agronômica**. 40: 99-105, 2009.
- BRAGA, J.M.A. Heliconiaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 10/09/2016.
- CARDOSO, R. D. L.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; GRANDO, M. F. Divergência Genética em *Gérbera* com Base em Marcadores Morfológicos. **Revista Brasileira de Biociências**. 5:462-464, 2007.
- CASTRO, C. E. F.; GRAZIANO, T.T. Espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. 3: 15-28, 1997.
- CASTRO, C. E. F.; MAY, A.; GONÇALVES, C. Espécies de *Heliconia* como flores de corte. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. 12: 87- 96, 2007 a.
- CASTRO, C.E.F.; MAY, A.; GONÇALVES, C. Atualização da nomenclatura de espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. 13: 38-62, 2007 b.
- CASTRO, C. E. F.; MOREIRA, S. R.; GONÇALVES, C.; UZZO, R. P.; MERIDA, D.; CALANDRELLI, L. L.; SANTOS, C. M. A. Variações de características morfológicas e botânicas, fenológicas e agronômicas em formas de *H. bihai* L. e de *H. rostrata* Ruiz & Pav., do banco de germoplasma de Zingiberales ornamentais do IAC. In Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**: Brasília-DF, 2010.
- COSTA, A.S.; LOGES, V.; CASTRO, A.C.R.; BEZERRA, G.J.S. M.; SANTOS, V.F. Variabilidade genética e correlações entre caracteres de cultivares e híbridos de *Heliconia psittacorum*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. 2: 187-192, 2007.
- COSTA, A.S.; LOGES, V.; CASTRO, A.C.R.; VERONA, A.L.; PESSOA, C.O.; SANTOS, V.F. Perfilhamento e expansão de touceiras de *Heliconias*. **Horticultura Brasileira**. 24: 460-463, 2006.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v.2, 585p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelo biométrico aplicado ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2012. v.1, 514p.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**. 35: 271-276, 2013.

DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L.; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**. 33: 193-200, 2011.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Embrapa solos**: Rio de Janeiro-RJ, 2006. 306p.

GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; KARASAWA, M.; SUDRÉ, C. P. Comparation of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions. **Genetics and Molecular Research**. 7: 1289-1297, 2008.

GONÇALVES, C.; COLOMBO, C.A.; CASTRO, C. E. F. Divergência genética de *Etlintera elatior* baseada em características agromorfológicas para flores de corte. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. 20: 93 -102, 2014.

GOWER, J. C. A general coeficiente of similarity and some of its properties. **Biometrics**. 27: 857-874, 1971.

GUIMARÃES, W. N. R.; MARTINS, L. S.S.; CASTRO, C. E. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S, LOGES, V. *Heliconia* phenotypic diversity based on qualitative descriptors. **Genetics and Molecular Research**. 13: 3128-3142, 2014.

KUMAR, S.; NEI, M.; DUDLEY, J.; TAMURA, K. MEGA: A biologist-centric software for evolutionary analysis of DNA and protein sequences. **Brief Bioinform**. 9: 299-306, 2009.

LIMA, T. L. A.; LOGES, V.; PINHEIRO, P. G. L.; FABIN, A. G. S. O. Caracterização agrônômica de *Heliconia foreroi* da coleção de Helicônias da UFRPE. In Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**: Brasília-DF, 2010.

LIMA, T. L. A.; **Caracterização agrônômica e estimativa de parâmetros genéticos de *H.bihai* L e *H. stricta* para flor de corte**. Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. 58 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

LOGES, V.; CASTRO, C. E. F.; GUIMARÃES, W. N. R.; COSTA, A. S.; LIMA, T. L. A.; LEITE, K. P. Agronomic traits of *Heliconia* for cut flowers use and molecular markers. **Acta Horticulturae**. 937: 535-544, 2012.

LOGES, V.; TEIXEIRA, M.C.F.; CASTRO, A.C.R.; COSTA, A. S. Colheita, pós-colheita e embalagens de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**. 23: 699-702, 2005.

LOGES, V.; TEXEIRA, M. C. F.; SILVA, S. S. L.; LAGO, P. G. P.; DA SILVA, S. Á. C. G.; LIMA, T. L. A.; CASTRO, A. C. R. On farm *Heliconia* cut flower selection in Pernambuco-Brazil. **Acta Horticulturae**. 1104: 455-462, 2015.

MARQUES, J. M.; COELHO, P. J. A.; FERREIRA, M. A.; AMARAL, Z. P. S.; TORRES, A. C.; AMORIM, J. C.; BUSO, G. S. C. Estudo da variabilidade genética entre indivíduos de populações de *Heliconia bihai* e *Heliconia rostrata*. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2004.

MIRANDA, G. V.; COIMBRA, R. R.; GODOY, C. L.; SOUZA, L. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; MELO, A. V. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 38: 681-688, 2003.

MORANDI, P. S.; REIS, S. M. A.; COUTEN, N. A. J.; OLIVEIRA, B. Comercialização de flores e plantas ornamentais no segmento varejista no município de Nova Xavantina-MT. In Congresso de iniciação científica, Cáceres-MT. **Anais 6**, Cáceres PRPPG, 2010.

Munsell plant Tissue Color Book. With genuine Munsell color chips. Year Revised, 2012.

NASCIMENTO, T. O.; CARDOSO, V. L. J. L.; SILVA, P. C.; SILVA, C. G.; DALBOSCO, E. Z.; HIEGA, K. M. R.; ARAÚJO, D. V. Doenças fúngicas em *Heliconia* no município de Tangará da Serra-MT. **Revista MT Horticultura**. 1: 45-48, 2015.

PEREIRA, F. R. A.; MORAES FILHO, R. M.; MARTINS, L. S. S.; MONTARROYOS, A. V. V.; LOGES, V. Genetic diversity and morphological characterization of half-sib families of *Heliconia bihai* L.; *H. chartacea* Lane ex Barreiros, and *H. wagneriana* Peterson. **Genetics and Molecular Research**. 15: 1-9, 2016.

QUINTAL, S. S. R.; VIANA, A. P.; GONÇALVES, L. S. A.; PEREIRA, M. G.; JÚNIOR, A. T. A. Divergência genética entre acessos de mamoeiro por meio de variáveis morfoagronômicas. **Revista Semina: Ciências agrárias**. 33: 131-142, 2012.

ROCHA, F. H. A.; LOGES, V.; COSTA, A. S.; ARAGÃO, F. A. S.; SANTOS, V. F. Genetic study with *Heliconia psittacorum* and interspecific hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. 10: 282-288, 2010.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. 30: 507-512, 1974.

SILVA, C. G.; NASCIMENTO, T. O.; SILVA, P. C.; DALBOSCO, E. Z.; HIEGA, K. M. R.; AMBRÓSIO, M. HUNHOFF, V. L.; SILVA, C. A.; KRAUSE, W. Durabilidade pós-colheita de *Heliconia* spp. ocorrentes no estado de Mato Grosso com potencial ornamental. In **20º Congresso Brasileiro de floricultura e plantas ornamentais**, Piracicaba-SP, 2015a.

SILVA, C. G.; HIEGA, K. M. R.; DALBOSCO, E. Z.; SILVA, C. A.; ARAÚJO, D. V. Fitossanidade em plantas tropicais no estado de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**. 11: 1289-1295, 2015b.

SIMÃO, D. G.; SCATENA, V. L. Morfoanatomia das brácteas em *Heliconia* (Heliconiaceae) ocorrentes no Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. 18: 261-270, 2004.

5. BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE *Heliconia psittacorum*

RESUMO

Este estudo teve por objetivo realizar estudos da biologia reprodutiva em acessos de *Heliconia psittacorum* coletadas em diferentes municípios do estado de Mato Grosso, buscando informações referentes à morfologia, biologia floral e sistema reprodutivo. O estudo foi desenvolvido no banco ativo de germoplasma (BAG) da Universidade do Estado de Mato Grosso, no município de Tangará da Serra, MT. Avaliou-se morfologia e morfometria floral, período de antese, viabilidade polínica, receptividade estigmática, sistema reprodutivo e crescimento de tubo polínico em diferentes tipos de polinização manual (autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada). Acessos de *H. psittacorum* apresentaram diferenças quanto ao horário de abertura floral, duração da flor em antese e na morfometria floral entre os estágios florais (pré-antese e antese). Apresentaram também hercogamia em antese, pelos no estilete e deposição secundária de pólen. Observou-se crescimento de tubo polínico nos tratamentos: autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada, até a região basal do estilete. Apesar da presença de tubos polínicos próxima a região do ovário, os acessos de *H. psittacorum* apresentaram baixa frutificação em polinização natural (controle) e ausência de frutos em polinizações manuais de autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada.

Palavras-chave: apresentação secundária de pólen, hercogamia, polinização.

FLORAL AND REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *Heliconia psittacorum*

ABSTRACT

The objective of this study was to study reproductive biology in *Heliconia psittacorum* accesses collected in different municipalities of the State of Mato Grosso, searching for information on morphology, floral biology and reproductive system. The study was developed in the active germplasm bank (BAG) of University of the State of Mato Grosso, in the municipality of Tangará da Serra, MT. It was evaluated the morphology and floral morphometry, anthesis period, pollen viability, stigmatic receptivity, reproductive system and all pollen growth in different types of manual pollination (spontaneous self-pollination, geitonogamy and cross-pollination). Accessions of *H. psittacorum* showed differences in floral opening time, flower duration in anthesis and floral morphometry between floral stages (pre-anthesis and anthesis). They also presented herkogamy in anthesis, by the stylet and secondary deposition of pollen. Pollen tube growth was observed in the treatments: spontaneous self-pollination, geitonogamy and cross-pollination until the basal region of the stylet. Despite the presence of pollen tubes near the ovary, *H. psittacorum* accesses showed low fruiting in natural pollination (control) and absence of fruits in manual pollination of spontaneous self-pollination, geitonogamy and cross-pollination.

Key words: secondary presentation of pollen, herkogamy, pollination.

INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido pela riqueza de sua biodiversidade (Corandin et al., 2011). Dentre essa diversidade encontram-se as flores tropicais. Flores da família Heliconiaceae são consideradas uma das mais importantes para a floricultura tropical por apresentarem características importantes para o setor de plantas ornamentais como: beleza, exotismo, cores e formas variadas, resistência ao transporte e durabilidade pós-colheita (Loges et al., 2005) e serem altamente comercializáveis (Lima et al., 2008).

A família Heliconiaceae é composta por um único gênero *Heliconia*, o qual apresenta 29 espécies no Brasil, sendo cinco destas endêmicas. Estão distribuídas nas regiões Centro-Oeste, Norte, Nordeste e Sudeste brasileiro. Em Mato Grosso ocorrem nove espécies do gênero: *H. acuminata*, *H. episcopalis*, *H. hirsuta*, *H. julianii*, *H. marginata*, *H. psittacorum*, *H. rostrata*, *H. spathocircinata* e *H. subulata*, (Braga, 2014).

Heliconias apresentam inflorescências terminais muito duráveis e com floração durante quase todo o ano. No interior de cada bráctea pode conter um número variado de flores (Castro et al., 2011). As flores abrem durante a madrugada e caem até o fim da tarde, durando apenas um dia (Cruz et al., 2006). Na antese as flores ficam expostas, e em botões florais ficam escondidos entre as brácteas. As flores apresentam três sépalas e três pétalas fundidas, exceto pela sépala mediana que margeia as duas sépalas laterais. Essa sépala livre se abre como rota para o néctar que se apresenta em nectários septais. Dos seis estames, cinco são férteis. O sexto é um estaminoide que funciona, em muitas espécies como um guia, conduzindo a língua do polinizador ao néctar (Pedersen & Kress, 1999).

A reprodução de heliconias ocorre por via assexuada, pela emissão de novas estruturas aéreas pelo rizoma, e por sementes através da reprodução sexuada (Costa et al., 2011). Estudos indicam que espécies de heliconias da América Central são auto compatíveis (Endress, 1994), porém, mesmo sendo constantemente visitadas por polinizadores, a produção de frutos e sementes é muito baixa, indicando presença de algum grau de incompatibilidade durante o desenvolvimento do tubo polínico (Bruna et al., 2004; Meléndez-Ackerman et al., 2008). Lee et al. (1994) sugerem que a curta duração das flores abertas e alterações

da temperatura estão diretamente relacionados a germinação do pólen, o que poderia ser a causa da baixa frutificação em cultivares de *H.psittacorum*.

Estudos de sistema reprodutivo são essenciais, pois permitem entender os mecanismos adotados por diferentes espécies vegetais (Cruz et al., 2005), sendo a base para desenvolvimento de programas de melhoramento genético (Zen e Acra, 2005), uma vez que auxiliam a compreensão do fluxo gênico e diferenciação genética entre populações (Scariot et al.,1991).

Com a finalidade de compreender melhor a biologia floral e o sistema reprodutivo de *H. psittacorum*, este trabalho teve como objetivo avaliar a morfologia e morfometria floral, bem como o sucesso reprodutivo de cinco acessos de *H. psittacorum* coletados no estado de Mato Grosso, visando subsidiar programas de melhoramento genético quanto a escolha de genitores e métodos de cruzamentos mais eficazes para produção de possíveis híbridos.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O estudo foi realizado em cinco acessos de *Heliconia psittacorum* cultivadas no banco ativo de germoplasma (BAG) da Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT, *campus* de Tangará da Serra, MT (14°39' S e 57°15' W e altitude de 321 m) (Tabela 1).

O clima da região é caracterizado como tropical, apresentando estação seca e chuvosa bem definida, compreendendo a estação seca os meses de maio a setembro e a estação chuvosa os meses de outubro a abril. A precipitação média anual é de 1830 mm (Dallacort et al., 2011). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa e relevo plano à levemente ondulado (Embrapa, 2006).

Tabela 1. Acessos de *Heliconia* sp. coletados em diferentes municípios do estado de Mato Grosso, 2015

Acessos	Espécies	Municípios	Latitude	Longitude	Altitude (m)
8	<i>H. psittacorum</i>	Peixoto Azevedo	10° 16' 59"	55° 01' 15"	324
10	<i>H. psittacorum</i>	Santo Afonso	14° 35' 59"	57° 10' 56"	494
13	<i>H. psittacorum</i>	Barra do Bugres	15° 07' 46"	57° 04' 34"	156
14	<i>H. psittacorum</i>	Porto Estrela	15° 18' 51"	57° 10' 11"	168
15	<i>H. psittacorum</i>	Porto Estrela	15° 24' 02"	57° 11' 51"	148

Os acessos foram selecionados a partir de estudos de diversidade genética realizados por Silva (2016) entre 18 acessos de *Heliconia* spp. no BAG da Universidade do Estado de Mato Grosso, onde identificou potencial genético, nos acessos escolhidos, quanto as características durabilidade pós-colheita e massa fresca, indicando inserção destes em programas de melhoramento genético.

Morfometria e morfologia floral

Para o estudo da morfometria floral foi utilizado cinco botões florais em estágio de pré-antese e cinco flores em antese por parcela, com quatro repetições totalizando 20 botões florais e 20 flores por acesso.

Em cada flor foi mensurado: altura da flor sem ovário (AF), altura do estame (AE), altura do estilete e estigma (AEE) e altura da inserção do filete na pétala (AIF). A altura do estame (AE) foi considerada desde a inserção do filete na corola até o

ápice da antera. Em antese, a altura da flor foi mensurada (AF) desde a base da corola até o ápice das anteras expostas.

Para a morfologia floral, botões florais em pré-antese e flores em antese foram coletados no período da manhã, e levadas ao laboratório para observação. Foram observados presença/ausência quanto as características: hercogamia, alça na região de inserção do filete na pétala, pelos na região do estilete e deposição secundária de pólen.

Na morfometria floral foi realizado o teste de Shapiro Wilk para averiguar a normalidade dos resíduos e o teste de Kruskal-Wallis (teste não-paramétrico) para analisar a existência de diferença entre os estágios florais (pré-antese e antese) e entre as variáveis. Para identificar as diferenças entre os acessos foi realizado o teste de Scott Knott a nível de 5% de propabilidade. Os testes foram realizados com auxílio do Programa R versão 3.3.1. (R Development Core Team, 2014).

Período de antese, viabilidade polínica e receptividade estigmática

A antese floral foi observada em dez flores de cada acesso, desde o início da abertura floral até a senescência, caracterizada pela perda de brilho, escurecimento e queda da flor.

Para a determinação da viabilidade polínica foram coletados dez botões florais em pré-antese e dez flores em antese de cada acesso, previamente ensacados.

Botões e flores foram avaliados a cada duas horas do período compreendido de 07h às 11h. Em cada horário de coleta foram feitas dez lâminas para cada estágio floral (pré-antese e antese). Os grãos de pólen foram corados com carmim acético e contabilizados até 200 por lâmina com auxílio de microscópio óptico (Kearns e Inouye, 1993). Foram considerados viáveis os pólenes que apresentaram o protoplasma corado e inviáveis aqueles que se apresentaram translucidos e com envoltório rompido (Santos Neto et al., 2006).

A receptividade estigmática foi avaliada com solução de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 3% (Kearns e Inouye, 1993), nas mesmas flores onde a viabilidade polínica foi avaliada, sendo considerados receptivos os estigmas que formaram bolhas em sua superfície estigmática e não receptivos aqueles sem essa característica.

Sistema reprodutivo

O estudo do sistema reprodutivo de *H. psittacorum* foi realizado em botões florais em pré-antese, haja vista que, na antese a manipulação da flor provoca sua queda precoce e desidratação excessiva do pistilo (observação pessoal). Nos acessos avaliados, botões florais em pré-antese já se apresentavam receptivos, permitindo a realização dos tratamentos de polinização.

As polinizações foram realizadas no período da manhã (entre 07:00 e 10:00hs) em 20 flores por acesso. Em inflorescências previamente ensacadas, as flores polinizadas foram marcadas com linhas e a inflorescência novamente ensacada, com sacos de tecido tipo “organza” de diferentes cores (cada cor representando um tipo de polinização). Foram realizados os seguintes tratamentos:

- Autopolinização espontânea: em inflorescências previamente ensacadas, flores tiveram o pedicelo floral marcado e acompanhado até a queda das flores ou a formação de frutos;
- Geitonogamia: em inflorescências previamente ensacadas, foi realizada a transferência de pólen entre flores de touceiras do mesmo acesso.
- Polinização cruzada: em inflorescências previamente ensacadas, foi realizada a transferência de pólen entre flores de diferentes acessos.
- Polinização natural (controle): foram coletadas cinco inflorescências de cada acesso, contado o número de brácteas por inflorescência, número de flores por inflorescência e número de frutos desenvolvidos.

Crescimento do tubo polínico

Para análise do crescimento do tubo polínico foram realizados tratamentos de autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada em cinco flores por acesso, um dia após a polinização os pistilos coletados e fixados em FAA (formol, álcool e ácido acético) por aproximadamente 36h e transferidos para álcool 70% onde ficaram armazenados até a preparação das lâminas.

Para a preparo das lâminas os pistilos foram enxaguados três vezes em água destilada e tratados em hidróxido de sódio (NAOH 8N) em manta aquecedora a 60°C por 20min para amaciar o tecido e permitir a penetração adequada do corante. Os pistilos amolecidos foram novamente enxaguados e colocados em placa de petri com água destilada por 1h, para remoção de parte do NAOH. Após este procedimento os pistilos foram colocados em lâminas e corados com solução 0,1%

de azul de anilina a 0,1mol/L de K_3PO_3 (fosfito de potássio) durante aproximadamente 48h. As lâminas foram armazenadas e transportadas em caixa de isopor para evitar a exposição à luz.

O protocolo seguido desde a coleta dos pistilos até a visualização dos tubos polínicos foi adaptado de Martin (1959), Souza et al. (2007) e Meléndez-Ackerman et al. (2008).

A visualização do crescimento do tubo polínico foi feita em microscópio de fluorescência Olympus BX 51.

RESULTADOS

A antese floral de *H. psittacorum* iniciou entre 2h e 3h da manhã (acessos 13, 14 e 15), entre 4h e 5h da manhã (acesso 8) e entre 5hs e 6hs (no acesso 10).

A antese floral durou aproximadamente 10h nos acessos 10 e 14, 12h nos acessos 8 e 5 e 15h no acesso 13.

Morfometria e morfologia floral

A morfometria floral dos estágios de pré-antese e antese, dos acessos de *H. psittacorum* foi variável quanto às características altura da flor (AF) e altura do estame (AE) (Tabela 2).

Tabela 2. Morfometria floral de acessos de *Heliconia psittacorum* do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT/Tangará da Serra (N=20 flores)

Acessos	AF (mm) $\bar{x} \pm DP$	AE (mm) $\bar{x} \pm DP$	AIF (mm) $\bar{x} \pm DP$	AEE (mm) $\bar{x} \pm DP$
8	P= 37,0±0,4 b A= 42,6±1,6 a	P= 33,4±0,2 b A= 39,5±0,8 a	P= 0,24±0,02 a A= 0,23±0,03 a	P= 35,8±0,3 b A= 37,5±0,5 a
10	P= 31,9±0,7 b A= 37,6±1,1 a	P= 29,7±0,9 b A= 33,3±1,1 a	P= 0,25±0,04 a A= 0,28±0,02 a	P= 32,1±1,1 a A= 31,8±0,9 a
13	P= 42,0±0,5 a A= 45,2±4,6 a	P= 35,4±2,5 b A= 41,5±2,7 a	P= 0,53±0,05 a A= 0,56±0,05 a	P= 39,1±1,1 a A= 37,7±1,7 a
14	P= 33,2±0,4 b A= 38,5±0,4 a	P= 28,7±0,3 b A= 34,7±0,7 a	P= 0,25±0,01 a A= 0,28±0,03 a	P= 31,4±0,4 b A= 33,1±0,3 a
15	P= 31,8±0,2 b A= 38,5±1,2 a	P= 29,1±0,9 b A= 34,4±0,6 a	P= 0,26±0,01 a A= 0,28±0,03 a	P= 31,5±0,9 a A= 33,0±0,6 a

AF: Altura da flor; AE: altura do estame; AIF: altura da inserção do filete; AEE: altura do estilete/estigma. P: pré-antese; A: antese. a e b: indicam diferença ou similaridade entre os estágios florais dentro de cada acesso. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, dentro de cada acesso não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A altura das flores (AF) em pré-antese variaram de 31,8±0,2 mm a 42,0 ±0,5 mm. Em antese a variação foi de 37,6±1,1 mm a 45,2±4,6 mm (Tabela 2). O acesso 13 não apresentou diferença da pré-antese para a antese (Tabela 2). A diferença na altura da flor (AF) observada nos demais acessos está relacionada ao alongamento do filete e exposição dos estames.

A Altura da inserção do filete na pétala (AIF) não apresentou diferença significativa entre pré-antese e antese. Este resultado se deve ao fato dos estames serem epipétalos. A altura do estilete/estigma (AEE) foi estatisticamente diferente entre antese e pré-antese para os acessos 8 e 14 e (Tabela 2).

Na antese a altura dos estames (AE) ultrapassaram a altura do estilete/estigma (AEE). As anteras, antes fechadas, se abriram (Figura 2 – D), liberando grão de pólen, depositado sobre o estigma, evidenciando a possibilidade de autopolinização (Figura 2 – H) ou no estilete, caracterizando apresentação secundária de pólen (Figura 2 - I).

A Altura do estame (AE) foi maior na antese para todos os acessos avaliados, variando de $33,3 \pm 1,1$ mm a $41,5 \pm 2,7$ mm, enquanto que na pré-antese variou de $28,7 \pm 0,3$ mm a $35,4 \pm 2,5$ cm (Tabela 2).

Embora o crescimento do estame seja notável, é possível observar que a altura da inserção do filete na pétala (AIF) não apresentou diferença entre os estágios florais dentro de cada acesso (Tabela 2). Por serem epipétalos, o alongamento do estame está diretamente associado ao alongamento das pétalas.

A altura do estilete/estigma (AEE) variou de $31,4 \pm 0,4$ mm a $39,1 \pm 1,1$ mm em pré-antese e em antese variou de $31,8 \pm 0,9$ mm a $37,7 \pm 1,7$ mm. Os acessos 10, 13 e 15 não apresentaram variação significativa entre pré-antese e antese (Tabela 2) para essa característica.

Em pré-antese, as estruturas reprodutivas encontram-se no interior da flor (Figura 1 – A e B). Embora o estigma já se apresente receptivo no estágio de pré-antese e as anteras estejam na mesma altura do mesmo, não existe possibilidade de autopolinização nessa fase, pois as anteras ainda permanecem fechadas (Figura 1 – C).

Em antese a sépala lateral se abre expondo as estruturas reprodutivas (Figura 1 – A e B). Nesta fase a flor apresenta hercogamia, devido ao alongamento do filete fazendo com que as anteras ultrapassem a altura do estigma.

Na inserção do filete nas pétalas formam uma curvatura (alça do filete) tanto em pré-antese (Figura 1 – E) como em antese (Figura 1 - F). Essa alça do filete se destaca no acesso 13 por apresentar uma acentuada curvatura (Figura 1 - G). A hipótese inicial é de que a hercogamia apresentada na antese poderia ocorrer devido a distensão da alça durante a abertura floral, porém verificou-se que a

morfologia da alça do filete é igual nos dois estágios florais, sugerindo que não há relação direta com a hercogamia apresentada por flores em antese.

A abertura das anteras e liberação do grão de pólen ocorre na antese. O pólen liberado é depositado no estigma (Figura 1 – H) e na região do estilete (Figura 1 – I). A presença de grãos de pólen no estilete configura no primeiro registro de ocorrência de deposição secundária de pólen em Heliconiaceae (Figura 1 – I).

Além da apresentação secundária de pólen, os pistilos de todos os acessos apresentam pelos na região do estilete próxima ao estigma. Os pelos se diferenciam entre os acessos quanto a densidade e tamanho (Figura 2 – A a E). O acesso 13 se destaca por apresentar pelos visualmente maiores (Figura 2 - C).



Figura 1. A – morfologia externa do botão floral em pré-antese e antese; B – morfologia interna do botão floral em pré-antese e antese; C – altura do estilete/estigma e antera em pré-antese; D – altura do estilete/estigma e antera em antese (hercogamia); E – inserção do filete na pétala e curvatura da alça em pré-antese; F - inserção do filete na pétala e curvatura da alça em antese; G – inserção do filete na pétala e curvatura da alça em pré-antese (acesso 13); H – deposição de pólen na região estigmática e I – deposição secundária de pólen na região do estilete.

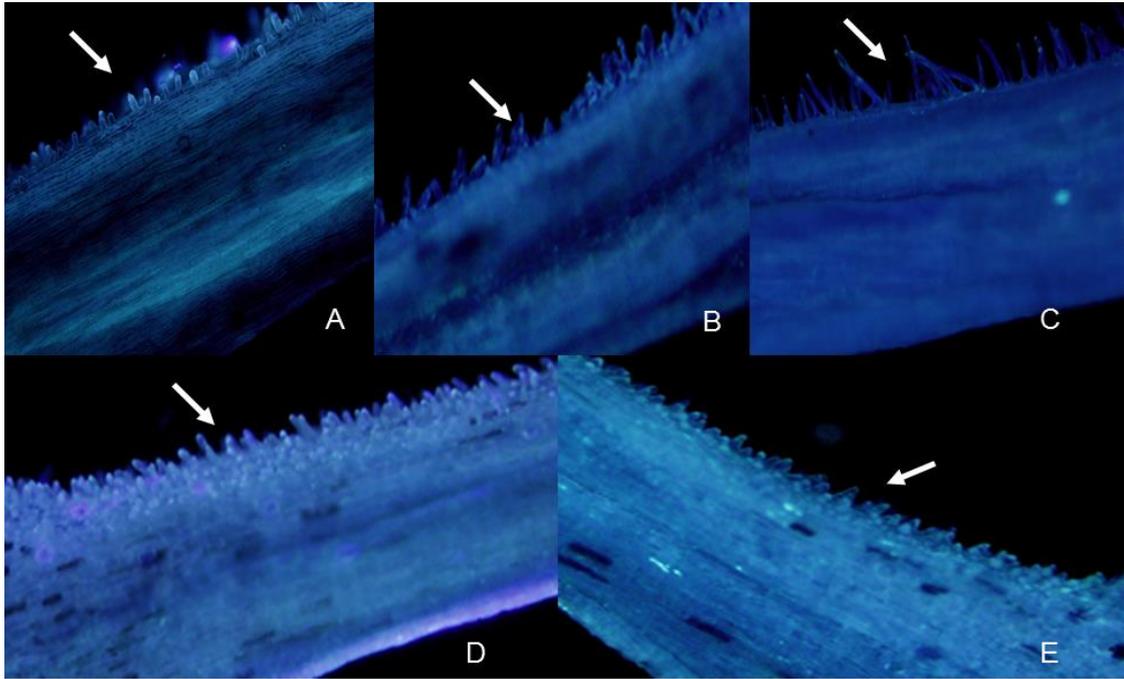


Figura 2. Pelos na região do estilete próxima ao estigma. A - acesso 8; B – acesso 10; C – acesso 13; D – acesso 14 e E – acesso 15.

Receptividade estigmática e viabilidade polínica.

No período de pré-antese e antese todos os acessos de *H. psittacorum* avaliados apresentaram receptividade estigmática (Figura 3 – A e B). A porcentagem de estigmas receptivos em pré-antese variou de 20 a 80%. Em antese 100% dos estigmas se apresentaram receptivos.

Todos os acessos apresentaram grãos de pólen viáveis em pré-antese e antese, havendo pouca variação entre os estágios florais no intervalo de 07h às 11h da manhã (Figura 3 – C e D). Nos dois estágios (pré-antese e antese) todos os acessos apresentaram viabilidade polínica acima de 70%.

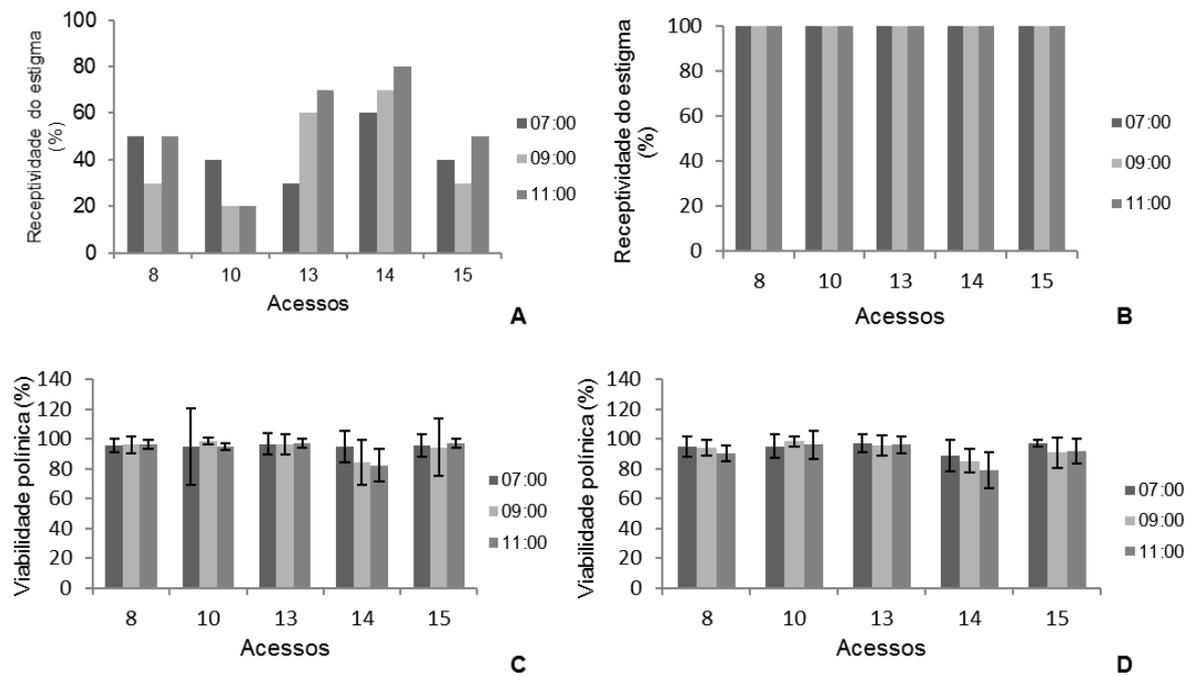


Figura 3. Receptividade estigmática e viabilidade polínica em acessos de *H. psittacorum*. A – receptividade estigmática em pré-antese; B – receptividade estigmática em antese; C – viabilidade polínica em pré-antese e D – viabilidade polínica em antese.

Crescimento de tubo polínico

O crescimento de tubos polínicos foi verificado nos tratamentos de autopolinização espontânea (Figura 4 – A, B e C), geitonogamia (Figura 4 – D, E e F) e polinização cruzada (Figura 4 – G, H e I) em pistilos coletados entre 12 e 24h após as polinizações.

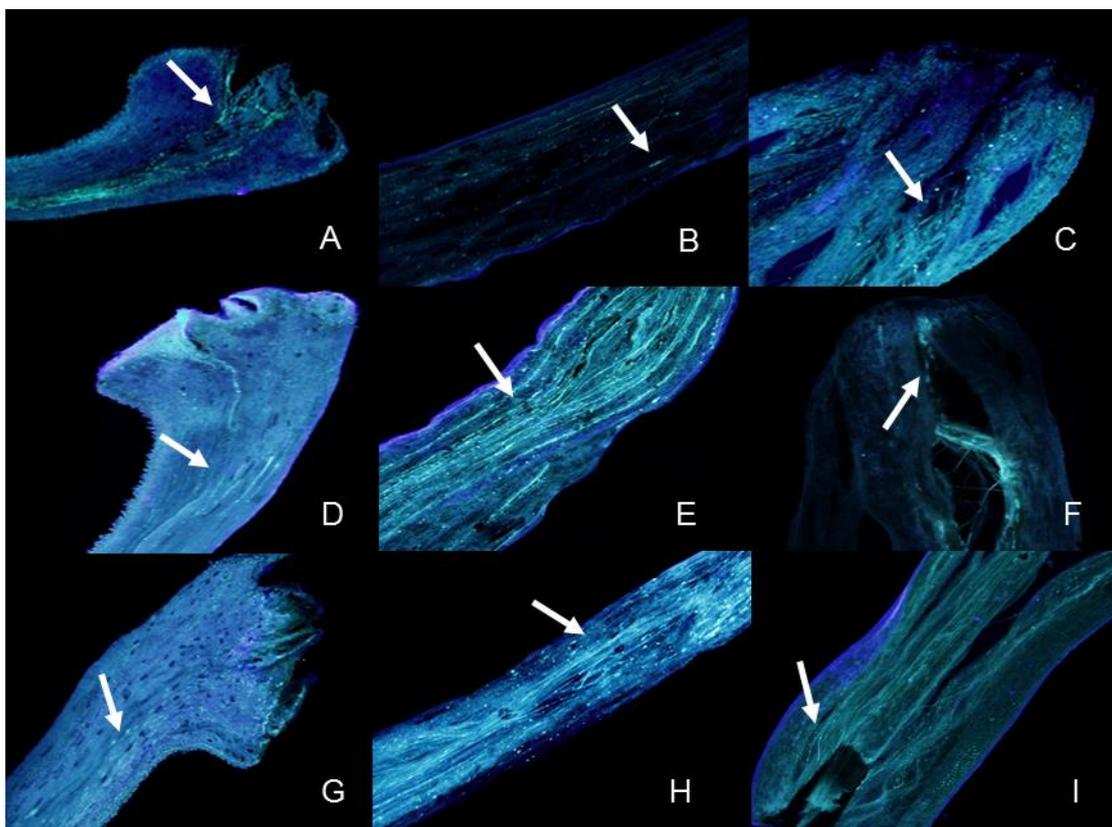


Figura 4. Crescimento de tubo polínico em autopolinização espontânea (A, B e C), geitonogamia (D, E e F) e polinização cruzada (G, H e I). A- região estigmática. B- região mediana do estilete. C- região basal do estilete.

Em tratamento de autopolinização espontânea houve presença de tubos polínicos crescendo e chegando a região basal do estilete (Figura 4 – C).

Em geitonogamia verificou-se crescimento dos tubos polínicos até a região mediana do estilete. A partir desta região ocorre uma redução na quantidade de tubos observados, sendo possível verificar na região basal do estilete presença de poucos tubos chegando até a região do ovário (Figura 4 – F).

Polinização cruzada apresentou crescimento de tubos polínicos reduzindo na região basal. Porém, é possível observar, que mesmo em menor quantidade, os tubos chegam até a região do ovário (Figura 4 – I).

O número de flores e frutos, oriundos de polinizações naturais variou entre os acessos anvaliados (Tabela 3).

Tabela 3. Produção de flores e frutos em polinização natural de acessos de *Heliconia psittacorum* (N=5 inflorescências)

Acessos	Nº de brácteas $\bar{X} \pm DP$	Nº de flores por bráctea $\bar{X} \pm DP$	Nº de flores por inflorescência $\bar{X} \pm DP$	Porcentagem de frutificação (%)
08	5,80 ± 0,84	8,62 ± 3,32	51,80 ± 24,69	2,11 ± 1,34
10	6,60 ± 0,55	6,68 ± 1,83	44,80 ± 13,52	3,51 ± 1,30
13	3,60 ± 0,55	3,77 ± 0,62	13,80 ± 4,09	0,00 ± 0,00
14	5,40 ± 0,55	8,06 ± 2,24	42,80 ± 9,42	3,30 ± 3,12
15	5,20 ± 0,45	4,68 ± 0,99	24,20 ± 4,55	0,00 ± 0,00
\bar{X} geral	5,32 ± 0,58	6,36 ± 1,8	35,48 ± 11,25	1,78 ± 1,15

As tentativas de tratamentos manuais (autopolinização espontânea geitonogamia e polinização cruzada) não resultaram em frutificação, e os ovários, após as polinizações, apresentaram aspectos enegrecidos antes de seu desenvolvimento (Figura 5 - A - D), permanecendo na bráctea até a senescência da mesma.



Figura 5. Desenvolvimento dos ovários. A e B – ovários secos e escuros. C - aspecto mole e escuro. D - aspecto mole com base podre.

DISCUSSÃO

Diferentes horários de abertura floral foram observados neste estudo para *H. psittacorum*. O início da antese durante a madrugada sugere polinização por agentes noturnos. Estudos posteriores poderão responder essa questão.

Apesar da diferença quanto ao horário de abertura da flor, todos os acessos apresentaram antese de um dia, semelhante aos resultados obtidos por Cruz et al. (2006) e Missagia e Verçoza (2011).

Em *H. psittacorum* a presença de hercogamia durante a antese pode favorecer autopolinização, uma vez que os grãos de pólen se encontram altamente viáveis e acima dos estigmas, que se encontram receptivos. Viabilidade polínica elevada foi registrada também para outras espécies de Heliconia: *H. lingulata* (77,68%), *H. episcopalis* (85,40%), *H. flabellata* (83,55%), *H. latispatha* (83,03%), *H. subulata* (97,63%) e *H. velerigera* (89,48%) (Franco et al., 2012).

Neste estudo observou-se depósito de pólen na região do estilete, evidenciando apresentação secundária de pólen em *H. Psittacorum*. Esta característica ainda não havia sido relatado para a família Heliconiaceae. Segundo Yeo (1993) além de taxonomicamente importante, a apresentação secundária de pólen apresenta grande relevância ecológica, sendo responsável por disponibilizar o pólen de forma mais eficaz para os polinizadores. Neste processo o pólen, produzido nas anteras, são transferidos para outras estruturas florais como filete, estilete ou pétalas, local onde normalmente são retidos por estruturas especializadas como papilas ou pelos. Observações de apresentação secundária de pólen são comuns em famílias de Apocynaceae (Araújo et al. 2011), Rubiaceae (Amorim e Oliveira, 2006) e Asteraceae (Roque e Bautista, 2008). A retenção de grãos de pólen na região do estilete pode ter sido favorecida pela presença de pelos no local, os quais foram observados em todos os acessos *H. psittacorum* estudados.

O crescimento de tubo polínico nas regiões estigmática, mediana e basal do estilete, em todos os tratamentos, corroboram com estudos realizados por Meléndez-Ackerman et al. (2008) em *H. bihai* e Pedersen e Kress (1999) em *H. paka* e *H. laufao* onde observaram germinação de grãos de pólen até a região próxima ao ovário em tratamentos controlados de autopolinização e polinização cruzada.

O número reduzido de tubos polínicos que chegaram a região basal do estilete sugere a existência de sítios de incompatibilidade nos tratamentos de

autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada. Meléndez-Ackerman et al. (2008) e Kress (1985) estudando sistema reprodutivo de *H. bihai* e *H. solomonensis* respectivamente, revelaram diferentes sítios de incompatibilidade ao longo do estilete.

Embora tenha sido observado crescimento de tubos polínicos e presença destes na região próxima ao ovário, as tentativas de cruzamentos manuais em tratamentos de autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada não induziram formação de frutos. O mesmo resultado foi encontrado por Lee et al. (1994) em autopolinização espontânea e polinização cruzada realizada em seis cultivares de *H. psittacorum* e por Missagia e Verçosa (2011) em autopolinização espontânea em *Heliconia spathocircinata* Aristeg.

Apesar da possibilidade de autopolinização em antese, dada a posição das anteras em relação ao estigma, em polinização natural observou-se baixa ou nenhuma porcentagem de frutificação nos acessos estudados. Resultado semelhante foi observado por Bruna et al. (2004) em *H. acuminata*, onde verificou produção média de frutos maduros ($0,30 \pm 0,24$) inferiores ao encontrado neste estudo.

Baixa porcentagem de frutificação em polinização natural neste estudo foi semelhante ao observado por Lee et al. (1994) ao trabalhar com seis cultivares de *H. psittacorum* (Tay, Andromeda, Lady Di, Petra, Iris e Sassay). Estudos atribuem a baixa produção de frutos de Heliconiaceae a fatores como: visitas limitadas por polinizadores (Bruna et al.; 2004), limitação de recursos energéticos para produção de néctar, flores e frutos (Bloom et al., 1985) e solos pobres em nutrientes (Bruna et al., 2002). Esses fatores não foram avaliados no presente estudo.

CONCLUSÃO

H. psittacorum inicia a antese durante a madrugada e possui duração de um dia.

Todos os acessos apresentam hercogamia em antese, pelos no estilete e deposição secundária de pólen.

Apesar dos tubos polínicos crescerem ao longo do estilete houve baixa frutificação em polinização natural e nenhuma frutificação em autopolinização espontânea, geitonogamia e polinização cruzada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, F. W.; OLIVEIRA, P. E. Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**. 29: 353-362, 2006.
- ARAÚJO, L. D. A.; QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinização de *Allamanda blanchetti*, uma apocynaceae endêmica da Caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**. 24: 211-222, 2011.
- BLOOM, A. J.; CHAPIN, F. S.; MOONEY, H. A. Resource limitation in plants: an economic analogy. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 16: 363-392, 1985.
- BRAGA, J.M.A. Heliconiaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 10/09/2010.
- BRUNA, E. M.; KRESS, W. J.; MARQUES, F.; SILVA, O. F. *Heliconia acuminata* reproductive success is independent of local floral density. **Acta Amazonica**. 34: 467 – 471, 2004.
- BRUNA, E. M.; NARDY, O.; STRAUSS, S. Y.; HARRISON, S. P. Experimental assessment of *Heliconia acuminata* growth in a fragmented Amazonian landscape. **Journal of Ecology**. 90: 639-649, 2002.
- CORANDIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. 934p.
- COSTA, F. R. C.; ESPINELLI, F. P.; FIGUEIREDO, F. O. G. **Guide to the Zingiberales of PPBio sites in Brazillian Western Amazonia**. Manaus: Áttema Design Editorial, 2011. 284p.
- CRUZ, D. D.; ABREU, H. R.; SLUYS, M. V. Sistema Reprodutivo de *Heliconia laneana* var. *flava* em Área de Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro. **In 56º Congresso Nacional de Botânica**, 2005.
- CRUZ, D. D.; MELLO, M. A. R.; SLUYS, M. V. Phenology and floral visitors of two sympatric *Heliconia* species in the Brazillian Atlantic forest. **Flora** 201: 519-527, 2006.
- DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L.; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**. 33: 193-200, 2011.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Embrapa solos**: Rio de Janeiro, 2006.

ENDRESS, P. K. **Diversity and Evolutionary Biology of tropical flowers.** Cambridge University Press, 1994. 420 p.

FRANCO, V. R.; ZUCCARI, L. D. A.; PINTO-MAGLIO, C. A. F.; CASTRO, C. E. F. Comportamento meiótico e viabilidade polínica em *Heliconia pogonantha* e *Heliconia psittacorum*. In **6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC.** Jaguariúna-SP, 2012.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. **Techniques for pollinations biologists.** Niwot, Colorado: University press of Colorado, 1993. 579p.

KRESS, W. J. Bat pollination of na old world *Heliconia*. **Biotropica.** 17: 302-308, 1985.

LEE, Y. H.; NG, N. Y.; GOH, C. J. Pollen formation and fruit set in some cultivars of *Heliconia psittacorum*. **Scientia Horticulturae.** 60: 167-172, 1994.

LIMA, P. B.; LIMA, L. F., FERREIRA, A. C.; PINHEIRO, T. S.; TAARELLI, M.; ZICKEL, C. S. Heliconiaceae L. de uma paisagem fragmentada de floresta atlântica ao norte do rio São Francisco. In: **64º Congresso Nacional de Botânica.** Belo Horizonte, 2008.

LOGES, V.; TEIXEIRA, M.C.F.; CASTRO, A.C.R.; COSTA, A. S. Colheita, pós-colheita e embalagens de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira.** 13: 699-702, 2005

MARTIN, F. W. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. **Stain Techniques.** 34: 115-128, 1959.

MELÉNDEZ-ACKERMAN, E. ROJAS-SANDOVAL, J. PLANAS, S. Self-compatibility of microgametophytes in *Heliconia bihai* (Heliconiaceae) from St. Lucia. **Caribbean Journal of Science.** 44:145-149, 2008.

MISSAGIA, C.C.C.; VERÇOZA, F. C. Fenologia reprodutiva, polinização e frutificação de *Heliconia spathorcircinata* Aristeg. (Heliconiaceae) em fragmento de Floresta Atlântica do município do Rio de Janeiro. **Revista Biotemas.** 24: 13-23, 2011.

PEDERSEN, L. B.; KRESS, W. J. Honeyeater (Meliphagidae) pollination and the floral biology of Polynesian *Heliconia* (Heliconiaceae). **Plant Systematics and Evolution.** 216: 1-21, 1999.

R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2014.

ROQUE, N.; BAUTISTA, H. **Asteraceae: Caracterização e Morfologia Floral.** Salvador: ED Salvador : EDUFBA, 2008UFBA, 2008. 73 p.

SANTOS NETO, O. D.; KARSBURG, I. V.; YOSHITOME, M. Y. Viabilidade e germinabilidade polínica de populações de jurubeba (*Solanum Paniculatum* L.). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**. 4: 67-74, 2006.

SCARIOT, A. O.; LIERAS, E.; HAY, J. D. Reproductive Biology of the plama *Acrocomia aculeate* in Central Brazil. **Biotropica**. 13: 12-22, 1991.

SILVA, C. G. **Pré-melhoramento de Heliconia spp. coletadas em diferentes regiões do Estado de Mato Grosso**. Tangará da Serra: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2016. 79 p. (Dissertação de Mestrado em genética e melhoramento de plantas).

SOUZA, E. B.; COSTA, C. B. N.; BORBA, E. L. Ocorrência de auto-incompatibilidade homomórfica em *Mitracarpus longicalyx* E. B. Souza & M. F. Sales (Rubiaceae – Spermaceae). **Revista Brasil. Bot.** 30: 281-287, 2007.

YEO, P. F. **Secondary pollen presentation: form, function, and evolution**. Springer-Verlag, Wien, 1993. 259p.

ZEN, D. M.; ACRA, L. A. Biologia floral e reprodutiva de *Agapanthus africanus* (L.) Hoffmanns (LILIACEAE). **Estudos de Biologia**. 27:35-39, 2005.

5. CONCLUSÕES GERAIS

A coleção de *Heliconia* spp. do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade do Estado de Mato Grosso apresenta diversidade genética interespecífica entre os acessos *H. psittacorum* e *H. densiflora*, sendo favorável ao melhoramento genético e obtenção de ganhos por meio de seleção.

Dentre os acessos de *Heliconia* spp., os acessos 7 e 10 (*H. psittacorum*) são os mais promissores, apresentando características desejáveis no mercado de plantas ornamentais como: boa durabilidade pós-colheita e massa da haste floral sem folha inferior a 200g. Portanto, recomenda-se o cruzamento dos acessos 7 e 10 com o acesso 11 e com acessos 1 ou 3.

Acessos de *H. psittacorum* apresentam hercogamia em flores em antese, pelos na região do estilete e deposição secundária de pólen. Apesar de apresentarem crescimento de tubo polínico até a região basal do estilete, a produção de frutos é baixa tanto em polinização natural como polinizações manipuladas.