

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Biologia reprodutiva de duas espécies de Rubiaceae em diferentes fitofisionomias do Cerrado

Alexandre Silva de Oliveira

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Uberlândia – MG
Dezembro – 2005**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Biologia reprodutiva de duas espécies de Rubiaceae em diferentes fitofisionomias do Cerrado

Alexandre Silva de Oliveira

Paulo Eugênio A. M. Oliveira
Orientador

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Uberlândia – MG
Dezembro – 2005**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Biologia reprodutiva de duas espécies de Rubiaceae em diferentes fitofisionomias do Cerrado

Alexandre Silva de Oliveira

Paulo Eugênio A. M. Oliveira
Orientador

Instituto de Biologia

Homologado pela coordenação do Curso de
Ciências Biológicas em / /

Cecília Lomônaco
Coordenadora do Curso


**Uberlândia – MG
Dezembro– 2005**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

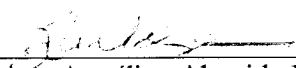
Biologia reprodutiva de duas espécies de Rubiaceae em diferentes fitofisionomias do Cerrado

Alexandre Silva de Oliveira


Aprovado pela Banca Examinadora em: ___ / ___ / ___ Nota: ___



Dr. Paulo Eugênio A. M. Oliveira



Dra. Ana Angélica Almeida Barbosa



Dr. Jimi Naoki Nakajima

Uberlândia, 15 de dezembro de 2005

Aos meus pais, por investirem nos meus planos.

Agradecimentos

“Minha escola não tem personagens, ela tem gente de verdade”.

À Ana Angélica, por me despertar o interesse pelo estudo das plantas.

Ao Jimi, por me mostrar uma pequena parte da enorme diversidade do reino Vegetal.

Ao Paulo, pela orientação, pelas críticas e pelos inúmeros recursos disponibilizados.

Ao Ivan e à Neuza, que pacientemente, ajudaram-me muito na aprendizagem da botânica.

Ao Hélder e Felipe, pela parceria no trabalho de morfometria floral.

Ao Leo, Júlio, Tiagão, Cláudia e Solange, pela identificação dos visitantes florais.

Aos amigos: Alan, André, Dani, Fábio, Leo, Leticia e Marcela, pela companhia e ajuda no campo.

À Dulce, Flávia, Helena e Vander, pela disposição em agendar as idas ao campo.

Ao “Seu Zé”, pela boa convivência no alojamento.

Aos motoristas, que me conduziram ao local de estudo.

Ao CNPq, pelos recursos financeiros.

E as demais pessoas que indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

A Flor

Olhe, vislumbre a flor
Quantos ais e bem-querer
Detalhes estruturais
Muita coisa a oferecer

Assim ela se mostra
Escondida como botão
No momento certo, preciso
Surge tal uma explosão

Expõe suas pétalas coloridas
Tão marcantes, vistosas
Traz em destaque a beleza
Gravada em versos e prosas

Algumas não são assim
São pequenas, discretas
Ficam escondidas na copa
Tem relações mui secretas

Seu aroma forte, agressivo
Ou suave, adocicado
Serve de inspiração
Ao amante apaixonado

Associada ao amor e carinho
Muito enfeita o ambiente
Preenche o espaço romântico
Desperta o sorriso da gente

Pode ser durável ou efêmera
Mas com nobre missão
Garante pra cada espécie
Eficiente multiplicação

É palco de ilustres visitantes
Que sem pedir permissão
Pela corola se adentram
Buscando a compensação

Roubam pólen e néctar
Elementos preciosos da flor
Mas ela permanece tranqüila
Vez que não lhe causam dor

Esta pilhagem tem preço
Faz parte da reprodução
Que será bem sucedida
Se houver polinização

No estigma o pólen germina
O tubo polínico acelerado
Busca a oosfera que espera
Realiza o encontro sonhado

Após este ato nupcial
Seu ovário muito cresce
E logo logo percebemos
Imponente fruto que aparece

Este é o propósito da flor
No início muita beleza, altivez
Mas com a chegada do fruto
Deixa o cenário perde a vez

Depois de usada, até maltratada
Seus elementos vistosos se vão
Restando o fruto e a esperança
A semente, o embrião

Embrião tão pequenino
Um dia planta adulta será
Em época bem propícia
Nova flor por certo surgirá

Ismar S. Moscheta

Resumo

Estudos de biologia reprodutiva são fundamentais para o conhecimento dos processos de estabelecimento de espécies, da regeneração e reprodução das plantas e da organização temporal dos recursos para animais polinizadores e dispersores, dentro das populações, comunidades e até mesmo ecossistemas. O objetivo deste estudo foi caracterizar e diferenciar a biologia reprodutiva de *Psychotria deflexa* e *Declieuxia fruticosa*, espécies distílicas de Rubiaceae em diferentes fitofisionomias do bioma Cerrado. A fenologia foi observada mensalmente. Observações foram feitas sobre horário de antese e duração das flores. A morfologia floral foi estudada a partir de material fresco e fixado. Visitantes foram observados, capturados e montados para posterior identificação. Polinizações controladas foram feitas em flores isoladas em pré-antese. O sucesso da polinização natural foi estimado pela produção de frutos por flores marcadas. *P. deflexa* e *D. fruticosa* possuem floração precoce, com os primeiros botões florais sendo formados após a brotação, no início da estação chuvosa. *P. deflexa* possui padrão de floração do tipo “steady state”, com os indivíduos produzindo poucas flores por aproximadamente um mês. Em contrapartida, *D. fruticosa* apresentou padrão de floração mais próximo ao cornucópio, no qual cada indivíduo produz uma grande quantidade de flores. No caso dessa espécie, a floração foi bastante extensiva, prolongando-se por sete meses. Enquanto os frutos de *D. fruticosa* levam cerca de um mês para se tornarem maduros, estando disponíveis durante toda estação chuvosa, os de *P. deflexa* gastam em torno de seis meses, amadurecendo somente na estação seca. Ambas as espécies possuem flores distílicas, com simetria radial, corola tubular, produção de néctar, coloração esbranquiçada e antese diurna. Esses atributos estão associados à melitofilia. Uma grande diversidade de visitantes foi observada nas flores de *D. fruticosa*, sobretudo abelhas, vespas e moscas. No entanto, abelhas da família Halictidae foram os principais visitantes observados nas flores de *P. deflexa*. As duas espécies possuem uma maior proporção de frutos formados naturalmente e por cruzamentos entre morfos distintos. Em condições naturais, *D. fruticosa* produziu mais flores e frutos que *P. deflexa*. Esses mecanismos distintos, apresentados por essas espécies, podem ser adaptações aos diferentes ambientes que as mesmas habitam.

Palavras chaves: Biologia reprodutiva, *Psychotria deflexa*, *Declieuxia fruticosa*, Rubiaceae, Cerrado.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS	3
Área de estudo	3
Fenologia.....	3
Morfologia e biologia floral	5
Proporção entre morfos brevistilos e longistilos	5
Visitantes florais e polinizadores.....	6
Biologia reprodutiva	6
Formação e desenvolvimento dos tubos polínicos	7
RESULTADOS	8
Fenologia.....	8
Morfologia e biologia floral	10
Proporção entre morfos brevistilos e longistilos	13
Visitantes florais e polinizadores.....	13
Biologia reprodutiva	16
DISCUSSÃO.....	17
Fenologia.....	17
Morfologia e biologia floral	19
Proporção entre morfos brevistilos e longistilos	20
Visitantes florais e polinizadores.....	20
Biologia reprodutiva	21
CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

INTRODUÇÃO

A manutenção das plantas na natureza depende de processos reprodutivos que ao interagirem com os diversos fatores ecológicos e evolutivos geram estratégias reprodutivas específicas para cada espécie vegetal (Sarmiento & Monasterio 1983). Além disto, as mudanças na abundância dos indivíduos através do tempo e espaço dependem de vários fatores físicos e biológicos que atuam nas diferentes etapas do ciclo de vida (Bawa 1990).

A biologia reprodutiva das plantas pode ser descrita por meio de estudos de fenologia, morfologia e biologia floral, análise do sistema reprodutivo, bem como dos visitantes florais (Oliveira & Gibbs 2002; Oliveira & Paula 2001). Esses estudos são fundamentais para o conhecimento dos processos de estabelecimento de espécies, da regeneração e reprodução das plantas e da organização temporal dos recursos para animais polinizadores e dispersores, dentro das populações, comunidades e até mesmo ecossistemas (Morellato & Leitão-Filho 1990).

As Rubiaceae constituem a quarta maior família de plantas floríferas (após as Asteraceae, Orchidaceae e Fabaceae *sensu lato*), possuindo em torno de 650 gêneros e 13000 espécies distribuídas em todo mundo, principalmente nas regiões tropicais (Delprete 2004). No Novo Mundo, elas são bastante diversificadas na Bacia Amazônica, nas florestas montanas dos Andes, cerrados, caatingas, restingas e floresta Atlântica do Brasil (Delprete 2004). Diversas estratégias reprodutivas e síndromes de polinização são encontradas na família (Robbrecht 1988). *Psychotria* L. é o maior gênero dentro de Rubiaceae, possuindo em torno de 2000 espécies distribuídas nos trópicos e subtropicais do globo (Hamilton 1990). *Declieuxia* (Kunth) compreende apenas cerca de 30 espécies tropicais endêmicas nas savanas da América (Kirkbride 1976). Ambos os gêneros pertencem à subfamília Rubioideae (tribo Psychotriaea), sendo considerado distílicos (Robbrecht 1988).

A distília é a produção de dois tipos diferentes de flores, em indivíduos distintos da mesma espécie. Flores longistilas são morfologicamente caracterizadas por possuírem um longo estilete e estames curtos. Em contrapartida, as flores brevistilas possuem estiletos curtos e longos estames

(Barrett 1992). Esse sistema sexual geralmente é interpretado como um mecanismo que resulta em elevadas taxas de polinização cruzada (Dulberger 1992). Em uma população distílica, é esperado um equilíbrio entre os indivíduos dos dois morfos florais, ou seja, uma razão de 1:1 entre morfos longistilos e brevistilos (Barrett 1992).

O Cerrado abrangia uma área original de aproximadamente 23% do território brasileiro (Ribeiro & Walter 1998). A vegetação desta região apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Por causa desta grande diversidade de ambiente, a composição florística além de rica é extremamente variada (Ribeiro & Walter 1998). Entretanto, devido à ação antrópica, esse Bioma tem sido rapidamente destruído, transformando-se em plantações ou em grandes mosaicos de fragmentos de diversos tamanhos e graus de isolamentos (Ratter *et al.* 2003).

Uma vez que as informações sobre mecanismos reprodutivos de espécies individuais são essenciais para determinar a frequência de diferentes sistemas de polinização e entender a estrutura de organização de uma comunidade (Bawa *et al.* 1985), o objetivo do presente estudo é caracterizar e comparar a biologia reprodutiva de *Psychotria deflexa* e *Declieuxia fruticosa*, espécies distílicas encontradas, respectivamente, em formações florestais e savânicas do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em duas localidades distintas do município de Uberlândia (figura 1). A Estação Ecológica do Panga (19°11' S e 48°24' W) é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) pertencente à Universidade Federal de Uberlândia desde 1986. Sua área de 409,5 hectares apresenta uma vegetação com excelente representatividade dos diversos tipos fitofisionômicos encontrados nos cerrados do Brasil Central (Schiavini & Araújo 1989). O Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (18°59' S e 48°18' W) é de propriedade particular e possui 640 hectares. A área de cerrado (sentido amplo) apresenta o gradiente campo sujo e cerrado (sentido restrito), sendo essa a vegetação dominante na área. O clube possui também uma vereda onde ocorrem duas pequenas manchas de mata (Appolinário & Schiavini 2002).

O clima da região (figura 2) é classificado como Aw (Köppen 1948), apresentando duas estações bem definidas. Estas estações são caracterizadas por um período de alto índice pluviométrico, que vai de outubro a março, e outro de estiagem, de abril a setembro (Silva & Assunção 2004).

Fenologia

O período de observação foi realizado mensalmente entre setembro/2003 e abril/2005, para as duas espécies. A presença das fenofases de brotação, emissão de botões, floração, frutificação e caducifolia foram registradas para 30 indivíduos de *P. deflexa* e 30 indivíduos de *D. fruticosa*, sendo 15 indivíduos de cada morfo floral.

As fenofase, para cada indivíduo, foram descritas por notas de intensidade de 0 a 3, onde 0 indica ausência de fenofase, 1 baixa intensidade da fenofase (1 a 25%), 2 média intensidade de fenofase (26 a 75%) e 3 alta intensidade de fenofase (76 a 100%). Cada uma das fenofases foi avaliada pela estimativa de porcentagem de inflorescências em cada indivíduo. Posteriormente, a média foi obtida para a população (Fournier 1974).

Morfologia e biologia floral

A morfologia floral foi estudada em flores fixadas em álcool 70% (40 flores/morfo, em 10 indivíduos de cada espécie). Em cada flor foram efetuadas medidas do comprimento e abertura da corola, comprimento do filete e antera, bem como o comprimento do estilete e estigma. As medidas foram feitas com auxílio de paquímetro com precisão de 0,1mm.

Todas as características descritas para as flores e as inflorescências, como coloração, desenvolvimento, tempo de vida das flores e suas partes, presença de odor, apresentação de recursos e período de exposição do pólen foram obtidas por meio de observações diretas no campo em indivíduos de ambas as espécies. O início da separação de pétalas foi considerado como horário de abertura, e a longevidade do perianto, quando a corola se desprendia da planta com facilidade. O início da receptividade estigmática foi determinado por meio do acompanhamento da separação dos lobos estigmáticos. Para a avaliação da presença de odor, flores foram colocadas em vidros fechados durante 20 minutos, os quais eram abertos e examinados quanto à presença de odor. A concentração média em equivalentes de sacarose do néctar foi medida com o auxílio de refratômetro manual (Kearns & Inouye 1993). O volume de néctar disponível foi retirado com auxílio de capilares de vidro (1 μ l), em flores longistilas e brevistilas, previamente ensacadas com sacos de organza.

Exemplares botânicos das espécies estudadas foram coletados, herborizados e incorporados no Herbarium Uberlandense – HUFU (Uberlândia, MG), sob os seguintes números de registro: 41923, 41924, 41925, 41926, 41927, 41928, 41929.

Proporção entre morfos brevistilos e longistilos

Para averiguar a ocorrência de isopletia nas duas populações, foi utilizado o método de varredura, no qual foram levantados aleatoriamente os 100 primeiros indivíduos em floração de cada espécie e verificado o tipo do morfo floral.

Visitantes florais e polinizadores

Durante o período de floração, os visitantes foram observados. Tiveram seu comportamento e o modo de exploração das flores registrados. Foram capturados utilizando-se rede entomológica e fixados em campo com acetato de etila. A montagem a seco e identificação dos indivíduos capturados foram realizadas posteriormente em laboratório.

Biologia reprodutiva

O estudo do sistema reprodutivo foi avaliado por meio de polinizações manuais realizadas em 20 indivíduos de cada espécie, sendo dez de cada morfo. Os seguintes tratamentos foram realizados:

a) autopolinizações manuais, nas quais as flores são previamente ensacadas e efetuadas polinizações com pólen da própria flor; b) apomixia, na qual os botões em pré-antese são emasculados e ensacados, sem tratamento posterior; c) polinizações cruzada intramorfos (ilegítima), nas quais flores de um morfo recebem pólen de flores do mesmo morfo, mas de indivíduos diferentes; d) polinizações cruzada intermorfos (legítima), nas quais flores de um morfo recebem pólen de flores de outro morfo; e) outras flores foram marcadas como controle para avaliar a eficiência da polinização natural. Tomou-se o cuidado para que cada inflorescência tratada contivesse os diferentes tipos de tratamento em quantidades semelhantes.

A transferência de pólen entre as flores foi realizada com auxílio de uma agulha fixada na ponta de uma seringa, a qual foi limpa com álcool absoluto após a realização de cada experimento, evitando assim contaminações. As flores foram marcadas na base do pedicelo usando-se linhas coloridas, com um código de cores específico para cada tratamento. O desenvolvimento do fruto foi considerado como sucesso de polinização em todos os tratamentos.

Formação e desenvolvimento dos tubos polínicos

Após 8 horas, parte dos pistilos de flores polinizadas manualmente foi coletada e fixada em álcool etílico 70%. Posteriormente, os pistilos foram mergulhados em solução de NaOH 9N por 15 minutos em estufa a 60°C. O material foi, então, lavado em água destilada e corado com azul de anilina e observado sob fotomicroscópio de fluorescência (adaptado por Gibbs de Martin 1959), a fim de acompanhar o crescimento de tubos polínicos e localizar alguma barreira de auto-incompatibilidade.

RESULTADOS

Fenologia

P. deflexa possui hábito arbustivo, formando densos agrupamentos no sub-bosque das formações florestais da Estação Ecológica do Panga. Em setembro de 2003 (figura 3), quando se iniciaram as observações fenológicas, os indivíduos desta espécie possuíam poucas folhas e em alguns, restavam ainda, algumas inflorescências velhas e secas. No começo de outubro, após o início das chuvas, as gemas apicais e axilares começaram a se desenvolver dando origem às novas folhas. A partir da segunda quinzena deste mesmo mês, muitas folhas já estavam praticamente formadas e iniciou-se o desenvolvimento das inflorescências. A produção de flores começou nas duas últimas semanas de novembro e atingiu seu pico de atividade nas primeiras semanas de dezembro, encerrando-se antes do final do ano. Os frutos se desenvolveram em um mês, mas só se tornaram maduros em junho de 2004 quando atingiram uma cor preta. No segundo ano de análise fenológica, os indivíduos dessa espécie atrasaram o início de suas fenofases em duas semanas, com a brotação ocorrendo no mês de novembro e a floração em dezembro de 2004. No entanto, a seqüência das fenofases permaneceu inalterada. Ou seja, após o início da estação chuvosa, começou a brotação que foi seguida pela emissão de botões, floração e frutificação.

D. fruticosa possui hábito subarbustivo, ocorrendo nas formações savânicas da Estação Ecológica do Panga e do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia. Os indivíduos desta espécie não puderam ser encontrados nos primeiros meses deste estudo, pois perderam completamente as folhas durante a estação seca. No entanto, em novembro de 2003 (figura 4), indivíduos foram encontrados num estágio avançado de brotação, emissão de botões e floração. Frutos maduros, os quais possuem uma cor roxa, estavam disponíveis um mês após a produção das primeiras flores. Estas fenofases se estenderam até o mês de maio de 2004. Com a queda da temperatura e precipitação, a partir de junho de 2004, as gemas entraram em dormência e os indivíduos

permaneceram inativos até a chegada da próxima estação chuvosa. Em novembro de 2004, havia alta intensidade de brotação, emissão de botões, floração e frutificação.

Assim sendo, cabe ressaltar que, enquanto *P. deflexa* apresentou um único mês de floração (dezembro), disponibilizando seus frutos maduros apenas depois de seis meses (junho), *D. fruticosa* floresceu e frutificou durante sete meses (novembro a maio).

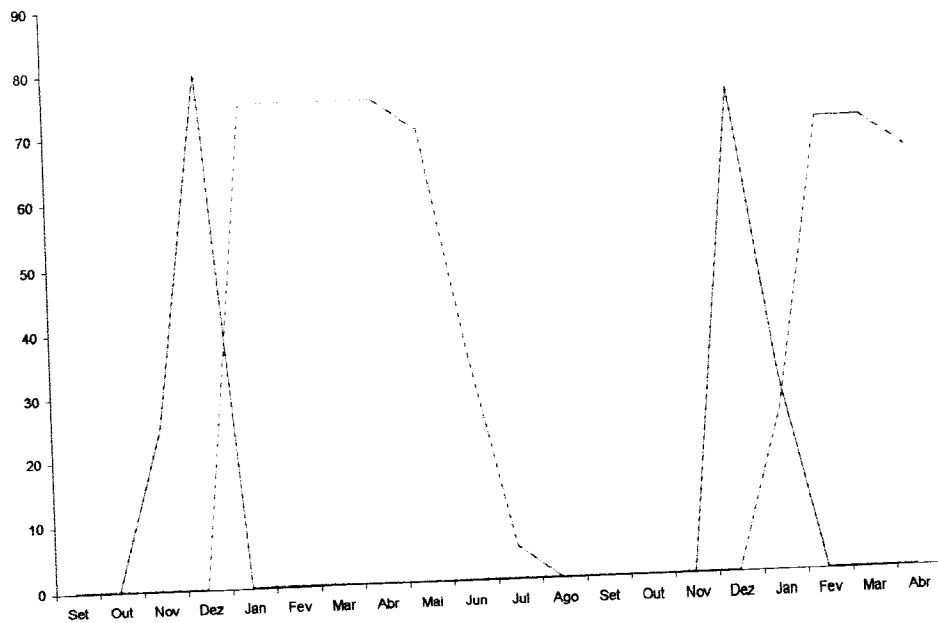


Figura 3. Fenograma da floração (azul) e frutificação (rosa) de *Psychotria deflexa*, na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. (set/2003-abr/2005)

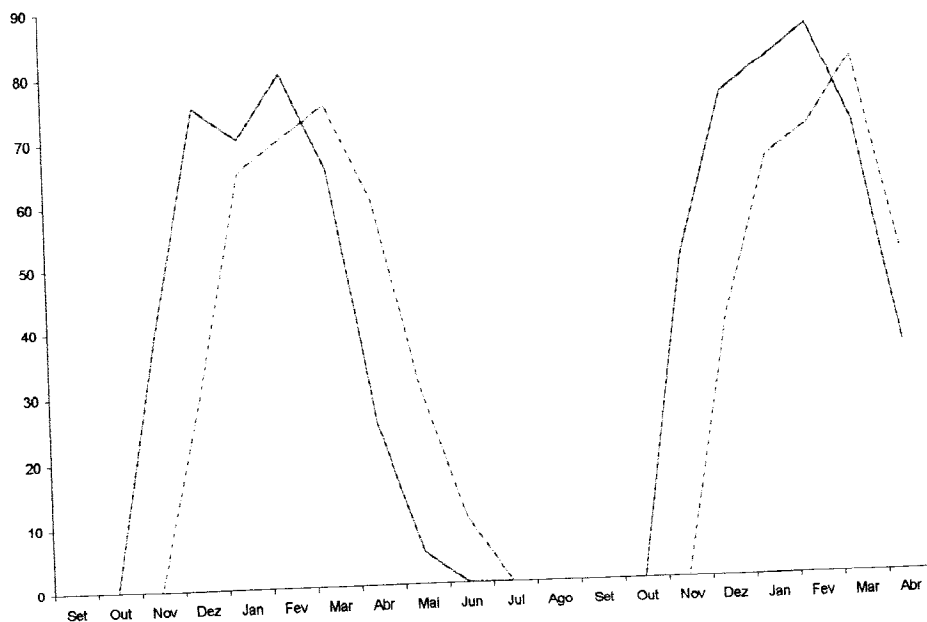


Figura 4. Fenograma da floração (azul) e frutificação (rosa) de *Declieuxia fruticosa*, no Clube Caça & Pesca, Uberlândia, MG. (set/2003-abr/2005)

Morfologia e biologia floral

As flores de *P. deflexa* e *D. fruticosa* (figuras 5) encontram-se dispostas em inflorescência terminais cimosas (dicásio de dicásio), são actinomorfas (pentâmeras e tetrâmeras, respectivamente), tubulares, hermafroditas e distílicas. O androceu é composto por estames férteis, dialistêmones e epipétalos, cujas anteras rimosas são alvas em *P. deflexa* e violáceas em *D. fruticosa*. Em ambas as espécies os estames estão dispostos na corola de forma concêntrica. Porém, no morfo brevistilo de *P. deflexa*, eles se encontram reunidos de um único lado da corola. O gineceu possui ovário infero, bilocular com um óvulo em cada lóculo. O estilete é central, com lobo estigmático bifido. As alturas do estigma e das anteras são completamente distintas entre os morfos brevistilos e longistilos, caracterizando a distilia (figuras 6 e 7) (tabela 1). As flores possuem corola branca, odor adocicado e duram em torno de 24 horas. No entanto, a antese de *P. deflexa* ocorre até duas horas antes (5:30-6:30) da verificada em *D. fruticosa* (7:30-8:30). O néctar, oferecido como recompensa desde a antese, é secretado por um nectário que fica localizado sobre o ovário. Enquanto o volume encontrado foi menor que 1µl, a concentração de açúcar variou de 10% a 40%. Essa pequena quantidade de néctar pode ser compensada pela grande quantidade de flores produzidas em cada inflorescência. Em *P. deflexa* o número de flores abertas diariamente por inflorescência foi semelhante entre os indivíduos dos dois morfos florais. Apesar de não ter sido medido o número de inflorescências e a produção diária de flores em *D. fruticosa*, podem ser observados uma maior produção desses caracteres nos indivíduos desta espécie.

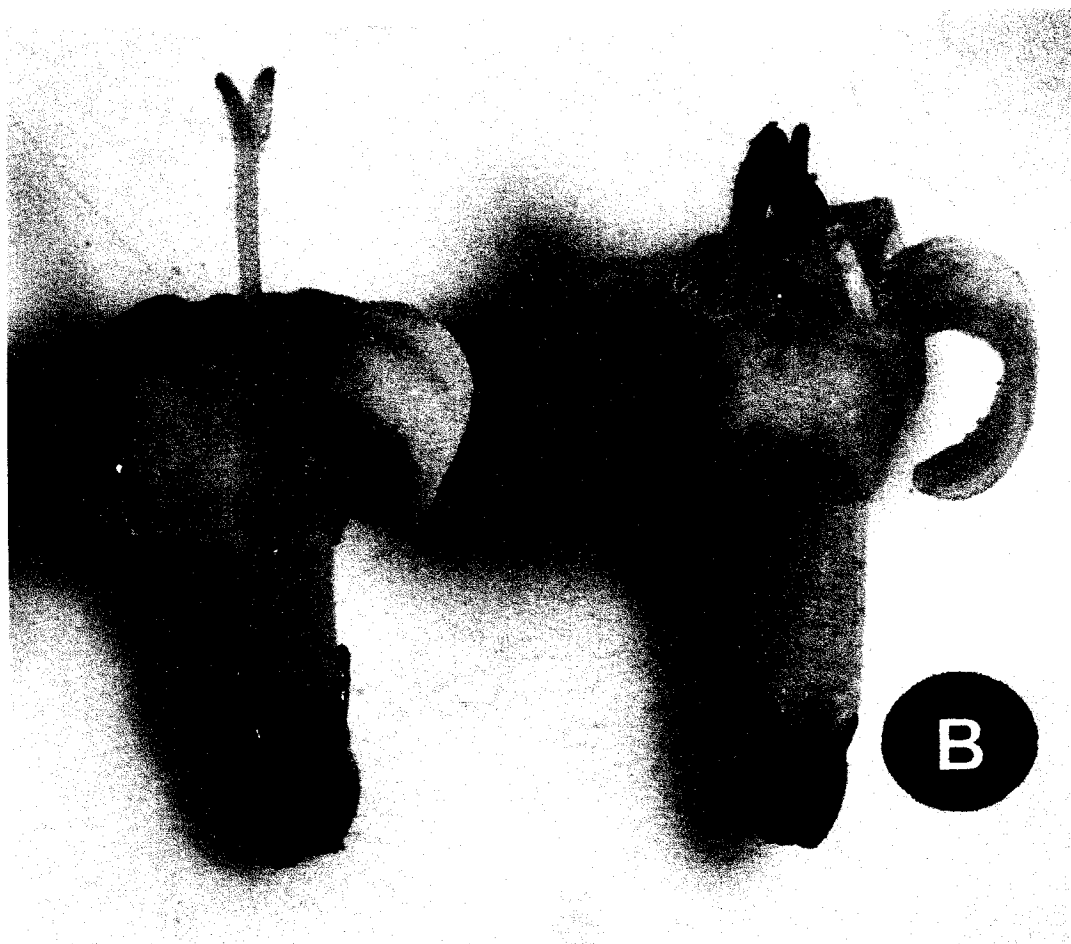
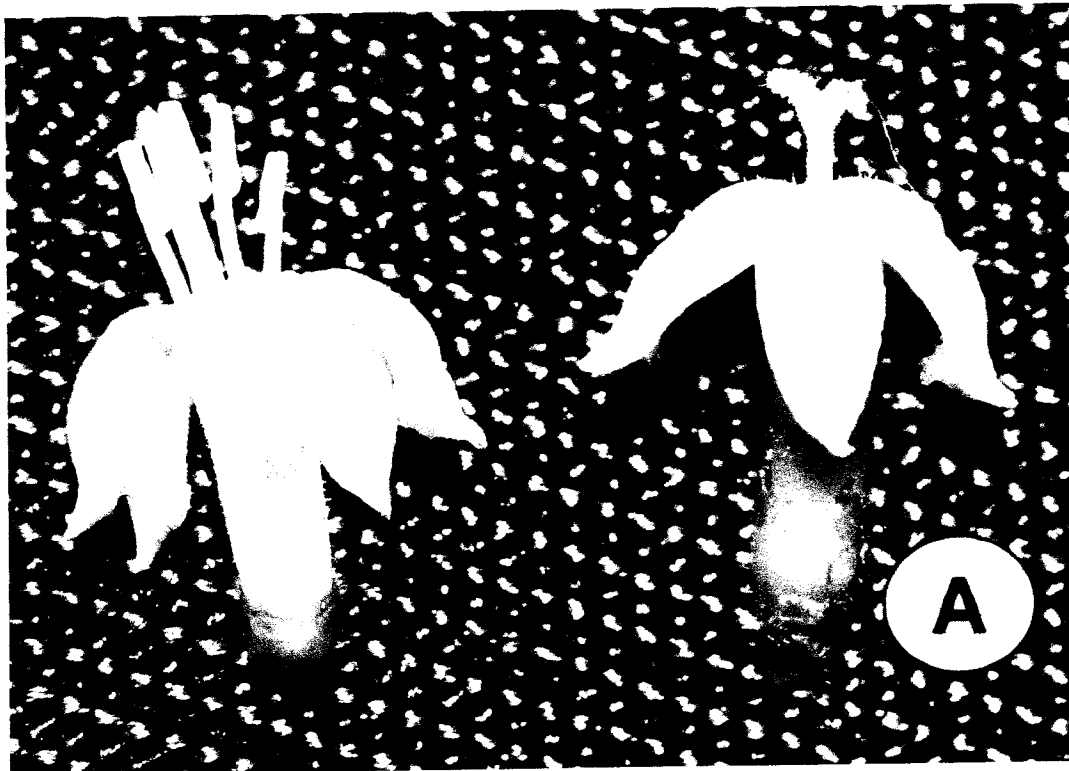


Figura 5. A. Flor brevistila e longistila de *Psychotria deflexa*. B. Flor longistila e brevistila de *Declieuxia fruticosa*. (da esquerda para direita)

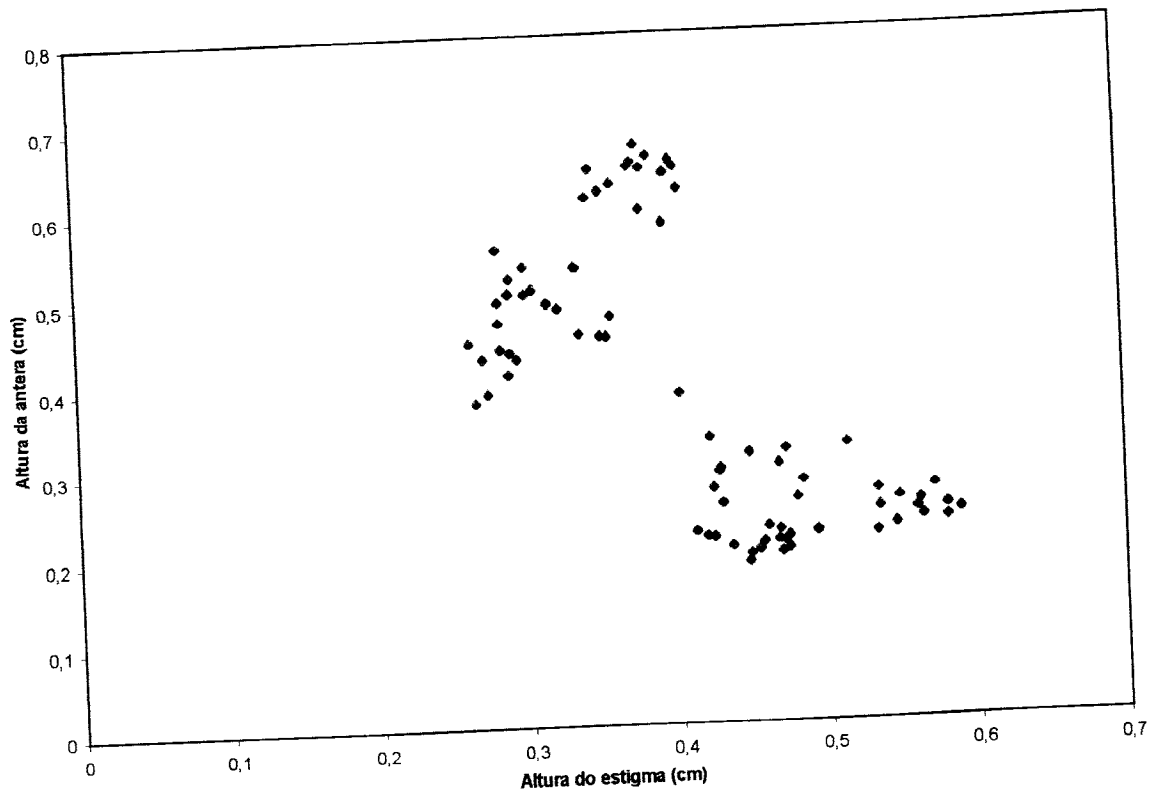


Figura 6. Distribuição dos valores de altura do estilete e altura das anteras para caracterização da presença de dois morfos florais na população de *Declieuxia fruticosa*.

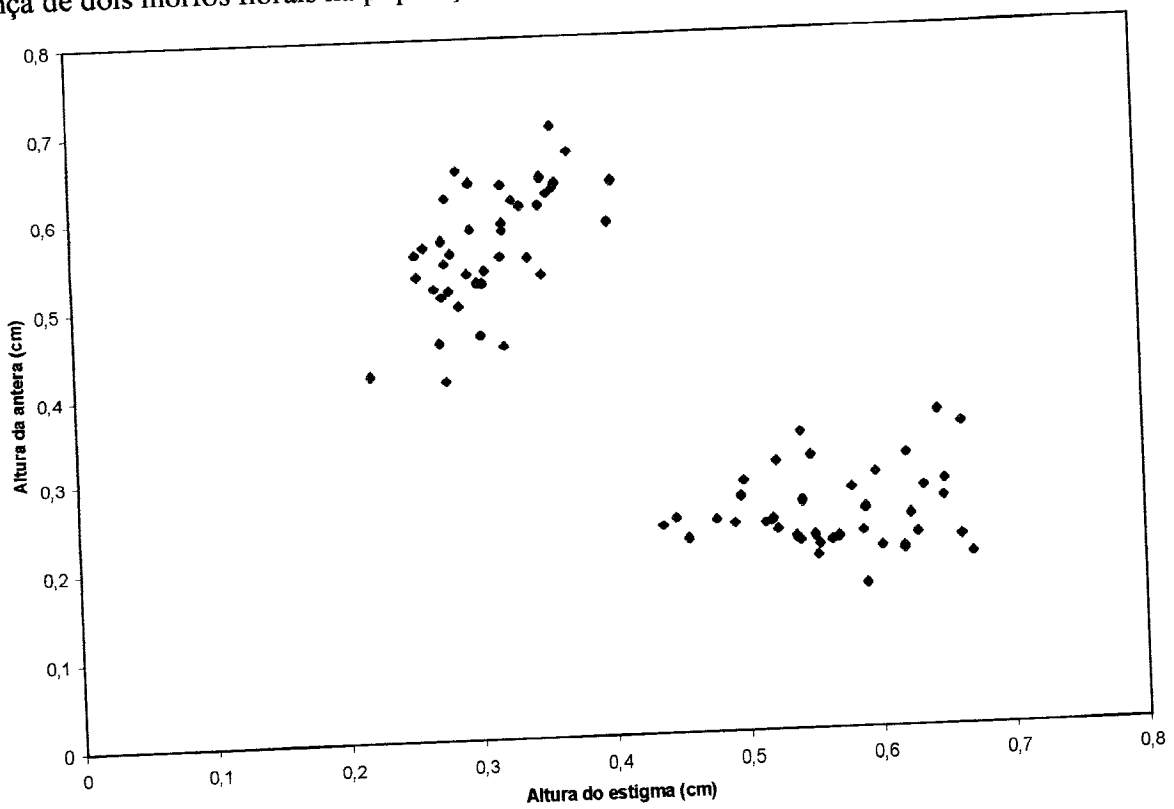


Figura 7. Distribuição dos valores de altura do estilete e altura das anteras para caracterização da presença de dois morfos florais na população de *Psychotria deflexa*.

Tabela 1. Média \pm desvio padrão (mm) da morfometria (n= 40) de *Psychotria deflexa* e *Declieuxia fruticosa* no município de Uberlândia, Minas Gerais. B: brevistila, L: longistila.

Morfo	<i>Psychotria deflexa</i>		<i>Declieuxia fruticosa</i>	
	B	L	B	L
Comprimento corola	3,98 \pm 0,48 ^a	3,98 \pm 0,48 ^a	3,47 \pm 0,47 ^a	3,87 \pm 0,66 ^b
Abertura da corola	1,66 \pm 0,13 ^a	1,55 \pm 0,21 ^a	1,84 \pm 0,16 ^a	1,74 \pm 0,21 ^b
Comprimento do filete	5,67 \pm 0,62 ^a	3,14 \pm 0,41 ^b	4,87 \pm 0,53 ^a	3,34 \pm 0,45 ^b
Comprimento do estilete	2,47 \pm 0,43 ^a	5,62 \pm 0,68 ^b	2,42 \pm 0,38 ^a	5,28 \pm 0,89 ^b
Comprimento da antera	1,60 \pm 0,09 ^a	1,49 \pm 0,34 ^b	1,52 \pm 0,18 ^a	1,61 \pm 1,31 ^b
Comprimento do estigma	1,55 \pm 0,23 ^a	0,95 \pm 0,33 ^b	1,19 \pm 0,20 ^a	1,27 \pm 0,12 ^b
Volume de néctar (μ l)	< 1		0,58 \pm 0,18 ^a	0,34 \pm 0,10 ^b
Concentração do néctar (%)	26,8 \pm 8,73		23 \pm 0,03	

a: não houve diferença significativa entre os dois morfos florais, b: houve diferença significativa.

Proporção entre morfos brevistilos e longistilos

Dos 100 primeiros indivíduos levantados na Estação Ecológica do Panga foram encontrados 53 indivíduos longistilos e 47 brevistilos de *P. deflexa*; e 49 longistilos e 51 brevistilos de *D. fruticosa*. Isto indica que as duas espécies possuem isopleτία, com o número de indivíduos brevistilos não diferindo significativamente do número de indivíduos longistilos.

Visitantes florais e polinizadores

Dos 115 espécimes de visitantes coletados nas espécies estudadas, 100 estavam visitando as flores de *D. fruticosa*, e apenas quinze foram capturados quando se encontravam nas flores de *P. deflexa* (tabela 2). Apesar da maior parte desses visitantes serem abelhas ou vespas, foi encontrado um número considerável de moscas, borboletas e mariposas, nas flores de *D. fruticosa*. Nesta espécie, mesmo não tendo medido a frequência de visitas, pode ser verificada em geral a predominância da abelha *Apis mellifera* na população do Clube Caça e Pesca. Porém, na Estação Ecológica do Panga, houve uma maior variedade de vetores, predominando as visitas de *Bombus morio*, *Megachile* sp. e de moscas da família Syrphidae.

Baseando no comportamento, tamanho do corpo em relação à flor e número de visitas; abelhas, vespas e moscas de porte médio parecem ser os polinizadores mais efetivos. Estes insetos visitam várias flores do mesmo indivíduo em uma única sessão de visitas. Para coleta de néctar, eles inserem a proboscíde dentro da corola, ocorrendo assim, o contato deste órgão com os grãos de pólen das flores longistilas e com os estigmas das brevistilas. Em contrapartida, foi observado o contato da cabeça deles nas anteras das flores brevistilas e estigmas das longistilas. Foram coletadas, principalmente, abelhas da família Halictidae, nas flores de *P. deflexa*. Abelhas desse mesmo grupo também foram vistas visitando as flores de *D. fruticosa*.

Algumas espécies de formigas também foram observadas percorrendo as inflorescências e flores durante o período de floração. Elas provavelmente se alimentam das secreções de néctar que restaram, após a abscisão da corola.

Biologia reprodutiva

De acordo com os resultados dos tratamentos realizados, ambas as espécies formam a maior parte dos frutos após polinizações entre morfos distintos e polinizações naturais (Tabela 3). No entanto, alguns frutos podem ser formados após autopolinizações e polinizações entre morfos semelhantes. A média da quantidade de frutos maduros formados por inflorescência, em condições naturais, foi dez vezes maior nos indivíduos de *D. fruticosa* ($x=74,1$; 21-227), que naqueles de *P. deflexa* ($x= 7,5$; 1-24). Não houve a formação de fruto por apomixia.

A maioria dos tubos polínicos alcançou a base do estilete 8 horas após polinizações entre os morfos diferentes. Os tubos polínicos provenientes de auto polinizações e polinizações entre morfos semelhantes, geralmente, tiveram seu crescimento interrompido no estigma das flores brevistilas e no estilete das flores longistilas, o que pode ser comprovado pela formação dos “plugs” de calose.

Tabela 3. Testes de polinizações controladas, referentes à espécie de *Psychotria deflexa* e *Declieuxia fruticosa* (Rubiaceae) realizados no município de Uberlândia, MG.

Tratamentos	<i>Psychotria deflexa</i>		<i>Declieuxia fruticosa</i>	
	B	L	B	L
	% (frutos/flor)	% (frutos/flor)	% (frutos/flor)	% (frutos/flor)
Controle	30 (12/40)	25 (10/40)	53,3 (8/15)	86,6 (13/15)
Polinização cruzada intermorfo	32,5 (13/40)	37,5 (15/40)	66,6 (10/15)	73,3 (11/15)
Polinização cruzada intramorfo	17,5 (7/40)	12,5 (5/40)	13,3 (2/15)	6,6 (1/15)
Autopolinização	10 (4/40)	2,5 (1/40)	20 (3/15)	13,3 (2/15)
Apomixia	0 (0/40)	0 (0/40)	0 (0/15)	0 (0/15)

DISCUSSÃO

Fenologia

P. deflexa e *D. fruticosa* são espécies cujos indivíduos apresentam diferentes graus de lignificação do caule, possuindo hábito subarbustivo e arbustivo, respectivamente. Ambas as espécies ocorrem formando densos agrupamentos que ocupam extensas áreas de diferentes formações fitofisionômicas do Cerrado. Num levantamento fitossociológico das espécies de sub-bosque de um gradiente florestal realizado na Estação Ecológica do Panga, *P. deflexa* ocupou o segundo lugar em abundância e o sexto em Índice de Valor de Importância, num total de 202 espécies levantadas (Arantes 2003). Araújo, *et al.* (2002) analisando a composição florística de veredas, encontrou a presença de *D. fruticosa* nas duas áreas onde esse estudo foi realizado, sendo que, na Estação Ecológica do Panga, essa espécie ocupou o 45º lugar entre 204 espécies levantadas (Barbosa 1997).

Ambas as espécies iniciam sua floração no começo da estação chuvosa, podendo ser classificadas como precoce (Sarmiento & Monasterio 1983). *P. deflexa* apresentou padrão de floração do tipo “steady state”, disponibilizando poucas flores por um período de tempo relativamente longo. *D. fruticosa* produziu uma maior quantidade de flores, aproximando-se do padrão cornucópia de produção de muitas flores por um longo período (Gentry 1974). Outras espécies de Rubiaceae estudadas na Mata Atlântica (Teixeira & Machado 2004, Castro & Oliveira 2002) e no Cerrado (Coelho & Barbosa 2003, Silva 1995) também floresceram durante a estação chuvosa; ocorrendo uma diminuição na porcentagem de espécies com flor durante os três meses mais frios e de menor pluviosidade (San Martín-Gajardo & Morellato 2003). Diferenças de algumas semanas no início das fenofases em anos distintos também foram descritas para duas espécies arbóreas de Myrtaceae na mesma área de estudo (Silingardi 2002).

Nas formações florestais também podemos encontrar *P. carthagenensis*, cujas características florais são semelhantes às descritas para *P. deflexa* (Consolaro 2004). Porém quando *P. deflexa* iniciava a floração, *P. carthagenensis* já estava praticamente no final. Diferenças fenológicas entre

plantas aparentadas permitem que as mesmas façam uso dos mesmos polinizadores em épocas distintas, evitando assim a competição pelos serviços de polinização (Gentry 1974). No caso das espécies mencionadas, houve pequena sobreposição do período de floração, mas qualquer possibilidade de competição deve ter sido evitada também pela distribuição espacial localmente diferente (Consolaro 2004).

A brotação e a caducifolia mostraram-se atividades sazonais, sendo mais marcantes em *D. fruticosa*. Nessa espécie, vários indivíduos ficaram inativos durante a estação seca. Em *P. deflexa*, a maior intensidade de queda de folhas ocorreu junto com a brotação, fazendo com essa espécie seja classificada como sempre verde (Sarmiento & Monasterio 1983). Essa sazonalidade pode ser explicada pelo período de seca que caracteriza o clima do Cerrado. Segundo San Martín-Gajardo & Morellato (2003), possivelmente com o aumento da temperatura e da pluviosidade a partir de agosto e setembro, há aumento na decomposição de serrapilheira e como este processo disponibiliza os nutrientes para a vegetação, é provável que as espécies iniciem suas atividades vegetativa e reprodutiva nesta época.

Os padrões fenológicos vegetativos e reprodutivos encontrados neste estudo sugerem que ambientes com alta sazonalidade climática oferecem condições restritivas para o crescimento e reprodução dessas plantas (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988). Por outro lado, eles reforçam a idéia de que as florestas são formações extra-Cerrado, uma vez que os padrões apresentados por *P. deflexa* estão mais ligados às espécies de Mata Atlântica, que aquelas estudadas em comunidades savânicas (Prado & Gibbs 1993).

Outro fator que também pode ser responsável pela diferença na fenologia da floração e frutificação das duas espécies é o fato de *P. deflexa* habitar um ambiente de sombra. Assim, a quantidade de energia disponível para investir em reprodução é menor que aquela apresentada por *D. fruticosa*, espécie heliófita.

Morfologia e biologia floral

Ambas as espécies apresentaram dois morfos distintos (brevistilados e longistilados) nas áreas de estudo (Amorim *et al.* 2003). A distília também foi registrada para outras espécies de Rubiaceae (Sobrevilla *et al.* 1983, Barret & Richards 1990, Silva 1995), incluindo o gênero *Psychotria* L. (Barret & Richards 1990, Coelho & Barbosa 2003, Castro & Araújo 2004, Castro *et al.*, 2004).

Além da diferença entre o comprimento do estilete e filete, outras características morfológicas distintas também foram encontradas entre os dois morfos nas duas espécies estudadas. Em *P. deflexa*, o menor comprimento da antera nas flores longistilas é devido ao fato de estarem dentro do tubo da corola (Castro & Araújo 2003) ou geralmente, porque o morfo brevistila possui grãos de pólen maior. Essa última hipótese não pode ser comprovada, uma vez que medidas de pólen não foram efetuadas. Já o maior comprimento do estigma nas flores brevistilas seria uma maneira de compensar a dificuldade teórica na captura do pólen, uma vez que neste morfo, o estigma encontra-se dentro do tubo da corola (Ree 1997). Em *D. fruticosa*, os menores comprimentos tanto da antera quanto do estigma nas flores brevistilas podem ser compensados pelo maior volume de néctar produzido por este morfo. No entanto, os resultados encontrados para esta espécie diferiram daqueles observados para outras espécies de Rubiaceae (Castro & Araújo 2003).

Estames epipétalos e corola tubular apresentados pelas espécies estudadas são frequentes em plantas dítilicas, e geralmente, são características morfológicas encontradas em flores da família Rubiaceae (Robbrecht 1988). Cabe ressaltar ainda, que as espécies estudadas apresentam a maioria das características florais descritas por Lloyd & Webb (1992) para as 25 famílias que apresentam espécies heterostílicas. Flores tubulares forçam os visitantes a introduzirem seu aparelho bucal no interior da corola, assim, eles entram em contato com os órgãos sexuais antes e depois de sugarem o néctar depositado na base da corola. Este aspecto maximiza a transferência de pólen pelos visitantes e pode ser um importante fator para aumentar a taxa de polinizações legítimas nas espécies dítilicas (Castro & Oliveira 2002).

Proporção entre morfos brevistilos e longistilos

O resultado encontrado nesse trabalho indica que ambas as espécies analisadas possuem isopleτία, isto é, o número de indivíduos longistilos na população é semelhante ao número de indivíduos brevistilos. O que pode ser explicado pela eficiência dos polinizadores no fluxo de pólen entre os dois morfos florais (Barret 1992). Outras espécies, caracterizadas pela presença da distília, podem apresentar desvios na proporção dos morfos. A análise de *P. carthaginenses*, na mesma área onde o estudo foi realizado, mostrou a predominância do morfo longistilo na população, o que pode estar ligado à fragmentação de habitat (Consolaro 2004).

Visitantes florais e polinizadores

A relação entre planta-polinizador observada neste estudo não é especializada, uma vez que mais de uma espécie de polinizador pode visitar as flores estudadas. Além disto, a maioria dos polinizadores observados tocaram o estigma das flores longistilas e as anteras das brevistilas e vice-versa com a mesma região do seu corpo.

As características florais das espécies estudadas estão estreitamente relacionadas com os visitantes florais. Flores diurnas, tubulares, esbranquiçadas e pequenas, como aquelas encontradas em *P. deflexa* e *D. fruticosa*, são geralmente polinizadas por abelhas e borboletas que visitam as flores em busca de néctar e/ou pólen (Proctor *et al.* 1996). Os volumes de néctar que estas espécies apresentam as incluem na síndrome da melitofilia, psicofilia ou miofilia (Castro & Oliveira 2002).

A grande diferença na diversidade e no número de visitantes observados nas duas espécies pode estar relacionada com o padrão de floração apresentado pelas espécies em questão. *P. deflexa*, sendo “steady state”, exige que seus polinizadores incluam na sua rota de captura as plantas que estão florescendo. Em contrapartida, plantas cornucópias, como *D. fruticosa*, ao disponibilizarem uma grande quantidade de flor, acabam atraindo visitantes oportunistas (Gentry 1974).

Abelhas da subfamília Halictidae têm sido comumente observadas como polinizadores de plantas do sub-bosque de florestas de galeria e sua diversidade parece ser maior nas florestas do que nos habitats abertos (Oliveira & Gibbs 2002). Abelhas deste grupo foram descritas coletando pólen

em *Myrcia rostrata* (Silingardi 2002) e néctar em *P. carthagenensis* (Consolaro 2004), na mesma área de estudo. Em outro estudo realizado por Teixeira & Machado (2004), na Mata Atlântica de Pernambuco, também foi descrito a visita da abelha *Ceratinula* sp. em *P. barbiflora*; o que corrobora a importância destas espécies vegetais para a manutenção da fauna apícola nos diversos biomas brasileiros. Abelhas do gênero *Bombus* foram consideradas o principal polinizador de *P. suterela* na mata Atlântica do estado de São Paulo (Grandisoli 1997), e de *P. carthagenensis* na Estação Ecológica do Panga (Consolaro 2004).

As moscas observadas são nectaríferas quando adultas, apesar de apresentarem larvas que se alimentam da serrapilheira em decomposição (Mendes J., comunicação pessoal).

Esses resultados corroboram a ideia da existência de guildas de polinizadores responsáveis pela polinização de determinados grupos de plantas nas diferentes formações vegetacionais do Cerrado (Oliveira & Gibbs 2000).

Biologia reprodutiva

Por meio dos tratamentos de polinizações manuais realizados em ambas as espécies foi constatado que elas são preferencialmente xenógamas, apresentando um sistema de auto e intra-morfo incompatibilidade.

Resultados semelhantes, alguns com baixa formação de frutos em autopolinizações e polinização cruzada ilegítima, foram encontrados por vários outros autores para espécies de Rubiaceae distílicas (Sobrevilla et al 1983; Silva 1995; Grandisoli 1997; Coelho & Barbosa 2003; Castro & Araújo 2004). Em alguns casos estes resultados mostraram incompatibilidade estrita, mas na maioria das vezes existe formação de frutos por autopolinizações e polinizações ilegítimas, como encontrado nas espécies aqui estudadas.

Bawa & Beach (1983) observaram que havia crescimento de tubos polínicos até o estilete em longistilas enquanto os tubos paravam no estigma das brevistilas. A explicação é que com o estilete mais curto, qualquer ação de incompatibilidade teria que ocorrer mais rápida para ser efetiva.

Finalmente, pode-se inferir a enorme importância dos serviços de polinização para as espécies vegetais estudadas, uma vez que ambas produziram uma grande quantidade de frutos apesar dos mecanismos de incompatibilidade. Além disso, por se tratarem de plantas nectaríferas, elas desempenham um importante papel na manutenção e conservação de diversas espécies de polinizadores nas diferentes formações fitofisionômicas do Cerrado (Marco Jr. & Coelho 2004).

CONCLUSÕES

P. deflexa e *D. fruticosa* possuem floração precoce, com os primeiros botões florais sendo formados após a brotação, no início da estação chuvosa.

P. deflexa possui padrão de floração do tipo “steady state”, com os indivíduos produzindo poucas flores por aproximadamente um mês. Em contrapartida, *D. fruticosa* apresentou padrão de floração mais próximo ao cornucópio, no qual cada indivíduo produz uma grande quantidade de flores. No caso dessa espécie, a floração foi bastante extensiva, prolongando-se por sete meses.

Enquanto os frutos de *D. fruticosa* levam cerca de um mês para se tornarem maduros, estando disponíveis durante toda estação chuvosa, os de *P. deflexa* gastam em torno de seis meses, maturando somente na estação seca.

Ambas as espécies possuem flores distílicas, com simetria radial, corola tubular, produção de néctar, coloração esbranquiçada e antese diurna. Esses atributos estão associados à melitofilia.

Foi observado uma grande diversidade de visitantes nas flores de *D. fruticosa*, sobretudo abelhas, vespas e moscas. No entanto, abelhas da família Halictidae foram os principais visitantes observados nas flores de *P. deflexa*.

As duas espécies possuem uma maior proporção de frutos formados naturalmente e por cruzamentos entre morfos distintos. Em condições naturais, *D. fruticosa* produziu mais flores e frutos que *P. deflexa*. Esses mecanismos distintos, apresentados por essas espécies, podem ser adaptações aos diferentes ambientes que as mesmas habitam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, F.; CONSOLARO, H.; OLIVEIRA, A.S. Frequência dos morfos e variação floral em duas espécies distílicas de Rubiaceae na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2003, p. 443-444.
- APPOLINÁRIO, V. & SCHIAVINI, I. Levantamento fitossociológico de espécies arbóreas de cerrado (*strito sensu*) em Uberlândia – Minas Gerais. **Boletim Herbário Ezechias Paulo Heringer**. Brasília: v. 10, p. 57-75, 2002.
- ARANTES, A.A. Fitossociologia e similaridade florística do componente herbáceo-arbustivo em um gradiente florestal da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2003, p. 392-394.
- ARAÚJO, G. M; BARBOSA A. A. A.; ARANTES, A. A.; AMARAL A. F. Composição florística de veredas do município de Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.4, p. 475-493, 2002.
- BARBOSA, A. A. A. Biologia reprodutiva de uma comunidade de campo sujo, Uberlândia, MG. **Tese de doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. 200p, 1997.
- BARRET, S.C.H. **Evolution and function of heterostyly**. New York: Springer-Verlag, 1992. 279p.
- BARRET, S.C.H. & RICHARDS, J.H. Heterostyly in tropical plants. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 55: 35-61, 1990.
- BAWA , K. S. & BEACH, J. H. Self-incompatibility systems in the Rubiaceae of a tropical lowland wet forest. **American Journal of Botany** 70 (9): 1281-1288, 1983.
- BAWA, K.S; BULLOCK, S.H.; PERRY, D.R.; COVILLE, R. E. and GRAYUM, M.H. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II Pollination systems. **American Journal of Botany** 72(3): 346-356, 1985.
- BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review Ecology Systematics**. 21:399-422, 1990.
- CASTRO, C.C. & OLIVEIRA, P.E. Pollination biology of distylous Rubiaceae in the Atlantic rain forest, SE Brazil. **Plant Biology**, n. 4, p. 640-646, 2002.
- CASTRO C.C. & ARAÚJO, A.C. Distly and sequential pollinators in *Psychotria nuda* (Rubiaceae) in the Atlantic rain Forest, Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, n. 244, p. 131-139, 2004.
- CASTRO, C. C.; OLIVEIRA, P.E.A.M.; ALVES, M.C. Breeding system and floral morphometry of distylous *Psychotria* L. species in the Atlantic rain forest, SE Brazil. **Plant Biology**, n. 6, p. 755-760, 2004.
- COELHO, C.P. & BARBOSA, A.A.A. Biologia reprodutiva de *Psychotria poeppigiana* Mull.Arg. (Rubiaceae) em mata de galeria. **Acta botanica brasílica** v. 18, n. 3, p. 481-489, 2003.

CONSOLARO, H. N. **Biologia reprodutiva de duas espécies de Rubiaceae de mata de galeria do Triângulo Mineiro – MG.** 2004. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação dos recursos naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

CRUDEN, R.W., HERMAN, S.M. & PETERSON, S. Patterns of nectar production and plant pollination coevolution. In BENTLEY, B. & ELIAS T. **The biology of nectarines.** New York: Columbia University Press, p. 80-125, 1983.

DELPRETE, P. G. Rubiaceae. In: SMITH, N. *et al.* (Eds.), **Flowering plants of the Neotropics.** New Jersey: Princeton University Press, 2004, p.328-333.

DULBERGER, R. Floral polymorphisms and their functional significance in the heterostylous syndrome. In. BARRET, S.C.H. **Evolution and function of heterostyly.** New York: Springer-Verlag, 1992. 279p.

FOURNIER, L. Um método quantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.

GENTRY, A.H. Flowering phenology and diversity in Tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, v. 6, n. 1, p. 64-68, 1974.

GRANDISIOLI, E.A.C. **Biologia reprodutiva e estrutura da população de *Psychotria suterella* Mull. Arg. (Rubiaceae) em um fragmento de mata secundária em São Paulo (SP).** 1997, 96 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Departamento de Ecologia Geral do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1997.

HAMILTON, C.W. Variation on distylous theme in Mesoamerican *Psychotria* subgenus *Psychotria* (Rubiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 55, p. 62-75, 1990.

KEARNS, C.A. & INOUE, D.W. **Techniques for pollination biologists.** Niwot: University Press of Colorado, 1993.

KIRKBRIDE, J. H. A revision of the genus *Declieuxia*. **Memoirs of the New York Botanical Garden**. 28: 1-87, 1976.

KOPPEN, W. **Climatologia:** con un estudio de los climas de la Terra. Mexico: Fundo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

LLOYD, D. G. & WEBB C. J. The Evolution of Heterostyly. In. BARRET, S.C.H. **Evolution and function of heterostyly.** New York: Springer-Verlag, 1992. 279p.

MARCO JR., P. & COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodiversity and Conservation** 13: 1245-1255, 2004.

MARTIN, F.N. Staining and observation pollen tubes in the style by means of fluorescence. **Stain Technology**, v. 34, p. 125-128, 1959.

MORELLATO, L.P. & LEITÃO-FILHO, H.F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 50: 163-173, 1990.

- OLIVEIRA, P.E. & GIBBS P.E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora*, v. 195, p. 311-329, 2000.
- OLIVEIRA, P.E.A.M. & GIBBS, P.E. Pollination and reproductive biology in cerrado plant communities. In: OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. (Ed.) **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. Washington: Columbia University Press, 2002, 329-347.
- OLIVEIRA, P. E. & PAULA F. R. Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de Matas de Galeria. In. **Matas de Galeria**, 2001.
- PRADO, D. E. & GIBBS, P. E. Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South América. **Annual Missouri Botanical Garden**, v. 80, p. 902-927, 1993.
- PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. **The Nature History of Pollination**. London: Harper Collins Publishers, 1996.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III : Comparison of the woody vegetations of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, n. 1, p. 57-109, 2003.
- REE, R.H. Pollen flow, fecundity and the adaptive significance of heterostyly in *Palicourea padifolia* (Rubiaceae). **Biotropica**, v. 29, p. 298-308, 1997.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomia do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p. 87-166.
- ROBBRECHT, E. **Tropical woody Rubiaceae**. Belgica: Opera Botanica, v.1, 1988, 271 p.
- SAN MARTIN-GAJARDO, I. & MORELLATO, L. P. C. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.3, p.299-309, 2003.
- SARMIENTO, G. & MONASTERIO, M. Life forms and phenology. In F. BOULIERE, ed., **Ecosystems of the World: Tropical Savannas**, pp. 79-108. Amsterdam: Elsevier, 1983.
- SCHIAVINI, I. & ARAÚJO, G.M. Considerações sobre a vegetação da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia). **Sociedade e Natureza**, v. 1, n. 1, p. 61-65, 1989.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G. A polinização de plantas do Cerrado. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, n. 4, p. 651-663, 1988.
- SILINGARDI, H.M.T. **Ecologia da reprodução de *Myrcia rostrata* DC e *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC (Myrtaceae) em Uberlândia, Minas Gerais**. 2002. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação dos recursos naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.
- SILVA, A.P. **Biologia reprodutiva e polinização de *Palicourea rigida* H.B.K. (Rubiaceae)**. Brasília. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 1995.

SOBREVILLA, C.; RAMÍREZ, N. & ENRECH, N.X. Reproductive biology of *Palicourea fendleri* and *Palicourea petiolaris* (Rubiaceae) heterostylous shrubs of a tropical cloud forest in Venezuela. **Biotropica**, v. 15, p. 161-169, 1983.

TEIXEIRA, L.A.G. & MACHADO, I.C. Biologia da polinização e sistema reprodutivo de *Psychotria barbiflora* DC. (Rubiaceae). **Acta botanica brasílica**, v. 18, n. 4, p. 853-862, 2004.