ROBERTA DOS SANTOS SILVA

MORFOLOGIA FLORAL COMPARATIVA DE *Psychotria ipecacuanha* (BROT.) STOKES (RUBIACEAE) NAS FLORESTAS AMAZÔNICA E ATLÂNTICA.

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae.*

VIÇOSA

MINAS GERAIS - BRASIL

2006

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da UFV

T
S586m
2006

Silva, Roberta dos Santos, 1978-
Morfologia floral comparativa de *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae) nas florestas Amazônica e Atlântica / Roberta dos Santos Silva. – Viçosa : UFV, 2006.
x, 55f. : il. ; 29cm.

Orientador: Luiz Orlando de Oliveira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 47-55.

1. *Psychotria ipecacuanha* - Morfologia.
2. *Psychotria ipecacuanha* - Populações. 3. Flores.
4. Pólen. 5. Rubiaceae. 6. Amazônia. 7. Mata Atlântica.
I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDD 22.ed. 583.93

ROBERTA DOS SANTOS SILVA

MORFOLOGIA FLORAL COMPARATIVA DE *Psychotria ipecacuanha* (BROT.) STOKES (RUBIACEAE) NAS FLORESTAS AMAZÔNICA E ATLÂNTICA.

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae.*

APROVADA: 05 de maio de 2006.

Profª. Milene Faria Vieira
(Conselheira)

Prof. Wagner Campos Otoni
(Conselheiro)

Profª. Rita Maria de Carvalho-OKano

Prof. Ernane Ronie Martins

Prof. Luiz Orlando de Oliveira
(Orientador)

À meus pais: Neuber, Irene e Maria Antonia, pelo imensurável carinho, apoio e fé.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Neuber e Irene, pelo amor, dedicação e sábios ensinamentos.

As minhas irmãs Renata e Poliana, e meu “tio irmão” José Ethiene, pessoas com quem sei que poderei sempre contar. Amo vocês.

À minha mãe científica e amiga Maria Antonia, com quem tive e sempre terei o prazer de compartilhar boa parte da minha vida, quem me ensinou os primeiros passos no mundo da Botânica e que sempre me faz ver que vale a pena continuar aqui. Não há palavras pra expressar o quanto lhe sou grata por tudo.

Ao meu querido tio Gil, que sempre está pronto a me ajudar nas muitas vezes em que preciso.

As pessoas que me acolheram em Viçosa e com quem tive o prazer de fazer parte da família: Cris, D. Terezinha e Sr. Zelito, vocês foram muito importantes nessa fase da minha vida, me lembrarei sempre com muito carinho de vocês.

Aos senhores Mozar Quirino, Enildo e D. Maria, Eupidio e D. Cleusa, Genival e funcionários da Soroteca, por permitirem que eu fizesse o trabalho de campo em suas propriedades, me recebendo sempre com carinho. Sem eles este trabalho não seria possível.

Aos senhores Samuel, Joaquim, Boni e Genival e as amigas Zenaide, Cidinha, Neide e Fabiana pelo auxílio e informações para localizar as populações nas áreas de estudo.

Aos meus amigos Fernando, Zulema, Sr. Sebastião, Aline, Poliana e Flavio pelo auxílio no campo, e especialmente à Maria Antonia, Jesus e Paulo que não mediram esforços em me auxiliar nesse trabalho, estando comigo desde o início, sempre de bom humor mesmo quando tomávamos bons banhos de lama pra tirar o carro do barro.

Pessoal muito obrigada, vocês foram muito importantes nesse trabalho, não os esquecerei.

À família Carniello pela amizade, o carinho, as orações e a confortável hospedagem após um dia inteiro de trabalho no campo. Muito obrigada!

As minhas amigas Ana Rossi e Maurecilne, que me convidaram para conhecer Viçosa-MG, e quando aqui cheguei estiveram sempre prontas a ajudar, principalmente a Ana que foi muito importante na realização desse trabalho estando sempre pronta a me ajudar nas inúmeras vezes que recorri a ela. Ana, muito obrigada por tudo, aprendi muito com você nesses dois anos.

As minhas amigas de Mestrado e de UFV, Andréia, Laura, Malu, Érica, Elaine e Adriana, que estiveram sempre comigo em todos os momentos, sentirei saudades...

As minhas amigas Cris, Juliana, Silvana, Day e Andréa, e ao amigo Cláudio, com quem dividi em diferentes momentos, muito mais que uma casa. Me lembrarei sempre com muito carinho de vocês.

Aos meus Amigos Cláudio, Alex, Edmilson e Max, pelos divertidos e agradáveis momentos e pela força sempre que eu precisei de vocês.

Aos amigos, Acácio, Cleide, Valquiria, Ingrid, Josiane, Marilsa, Josélia, Elianis e Izenir. O tempo e distância não fazem diferença... vocês vão estar sempre presentes na minha vida.

À família Mahy Rodrigues, sempre presentes na minha vida acompanhando todos os meus passos e sempre torcendo por mim.

Ao meu orientador, professor Luiz Orlando de Oliveira, pela sábia orientação e paciência.

À professora Milene Faria Vieira pelas sugestões e orientação.

Ao professor Wagner Campos Otoni, pela compreensão e paciência.

Aos amigos e estagiários do laboratório de anatomia, Bruno, Alice, Renata, Zito, e Thiago, que estavam sempre prontos a ajudar, principalmente ao Vinicíos que ficou por várias vezes durante noites e fins de semana me auxiliando, meninos valeu pela força.

Aos funcionários Ângelo, Ilza e especialmente a Vânia (técnica do laboratório de Anatomia Vegetal), que sempre me atenderam com muito carinho.

Aos Amigos Lourdes, Rogério e Luiz pelo auxílio estatístico.

À Universidade Federal de Viçosa, por essa oportunidade.

Aos meus professores, com quem aprendi muito.

Ao IEF (Instituto Estadual de Floresta), por permitir as coletas na Unidade de Conservação Parque Estadual do Rio Doce.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Meu muito obrigada!

ÍNDICE

RESUMO..... vii

ABSTRACT..... ix

1. Introdução..... 1

2. Material e métodos..... 6

2.1. A espécie estudada..... 6

2.2. Populações estudadas..... 7

2.2.1. Populações da Amazônia..... 7

2.3. Morfologia floral..... 10

2.4. Índice de reciprocidade..... 12

2.5. Populações da Mata Atlântica..... 12

2.6. Análise estatística..... 12

3. Resultados e discussão..... 14

3.1. Populações da floresta Amazônica..... 14

3.1.1. Proporções de morfos florais nas populações da Amazônia..... 14

3.1.2. Variação em características florais nas populações da Amazônia..... 19

3.2. Morfometria floral comparada..... 24

3.2.1. Características florais..... 24

3.2.2. Índice de reciprocidade..... 28

3.2.3. Análise discriminante..... 30

3.2.4. Análise de agrupamento..... 38

3.2.5. Grãos de pólen dimórficos..... 41

4. Considerações finais..... 45

5. Referências bibliográficas..... 47

RESUMO

SILVA, Roberta dos Santos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2006. **Morfologia floral comparativa de *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae) nas florestas Amazônica e Atlântica.** Orientador: Luiz Orlando de Oliveira. Conselheiros: Milene Faria Vieira e Wagner Campos Otoni.

Tem sido sugerido que populações disjuntas desempenham importante papel no processo de especiação. *Psychotria ipecacuanha* é uma espécie medicinal distílica que se desenvolve em agregados denominados reboleiras no sub-bosque de florestas tropicais úmidas. Apresenta distribuição geográfica disjunta e peri-amazônica ocorrendo naturalmente na América Central e Norte da América do Sul, sendo que no Brasil sua ocorrência é restrita à região sul da Floresta Amazônica (nos Estados de Rondônia e Mato Grosso) e na Mata Atlântica (nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Bahia), estando separadas por uma extensa área de Cerrado. O presente trabalho avaliou características morfológicas florais, de oito populações naturais de *Psychotria ipecacuanha*, sendo cinco populações no sul da Amazônia, e 3 na Mata Atlântica. Oito características florais foram mensuradas. Grãos de pólen foram avaliados em relação ao diâmetro médio, razão pólen/óvulo e viabilidade polínica. Para verificar possíveis diferenças morfológicas entre populações da Amazônia e entre as duas florestas, foram realizadas análise de função discriminante e análise de agrupamento. As flores de *P. ipecacuanha* ocorrentes na Amazônia apresentaram diferenças significativas entre populações para a altura do estigma, altura da antera, comprimento do estigma, diâmetro do pólen, razão pólen/óvulo e viabilidade polínica. Diferentemente da floresta Atlântica, na floresta Amazônica foram observadas reboleiras não isomórficas e uma população anisoplética. As flores do morfo brevistila apresentaram maiores diferenças entre as florestas Amazônica e Atlântica do que o

morfo longistila, principalmente em relação à altura da antera. Análise de função discriminante classificou corretamente mais de 95% dos indivíduos brevistilas de ambas florestas, e mais de 84% dos indivíduos longistilos, sendo maior a índice de classificações corretas da floresta Amazônica (90,65%) que na Mata Atlântica (75,32%). A população Rio Vermelho da Amazônia se destacou como a mais distinta entre todas as populações estudadas em ambas florestas, constituindo sempre um grupo à parte. As flores brevistilas apresentam uma maior variabilidade entre as florestas que as flores longistilas, levando à separação mais evidente entre as duas florestas, enquanto que as flores longistilas não permitem uma dissociação completa entre eles.

ABSTRACT

SILVA, Roberta dos Santos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, May 2006. **Comparative Floral Morphology of *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae) in the Amazon and Atlantic Forests.** Advisor: Luiz Orlando de Oliveira. Committee Members: Milene Faria Vieira and Wagner Campos Otoni.

It has been suggested that disjunctive populations play an important role in the process of speciation. *Psychotria ipecacuanha* is a distilous medicinal species that grows in clusters in the sub forest of tropical forests It presents disjunctive and peri-Amazonic geographic distribution, naturally occurring in Central, North and South Americas, with its occurrence in Brazil being restrict to the southern Amazon Forest region (the states of Rondônia and Mato Grosso) and Atlantic Forest (the states of Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro and Bahia), separated by an extense Cerrado area. This work evaluated the floral morphological characteristics of eight natural populations of *Psychotria ipecacuanha*, five in the southern Amazon and three in Atlantic Forest. Eight characteristics were measured. Pollen grains were evaluated for mean diameter, pollen/ovule ratio, and pollen viability. Discriminating function analysis and grouping analysis were carried out to verify likely morphological differences among Amazon populations and between the two forests. *P. ipecacuanha* flowers occurring in the Amazon presented significant differences among populations for stigma height, anther height, stigma length, pollen diameter, pollen/ovule ratio, and pollen viability. Differently from Atlantic Forest, Amazon Forest presented non-isomorphic clusters and an anisoplethic population. The short-styled flowers presented greater differences between Amazônia and Atlântic forests than the long-styled flowers, especially in relation to anther height. Discriminating function analysis correctly classified over 95% of the short-styled individuals of both forests and over 84% of the long-styled individuals, with the Amazon forest classification indices (90.65%) being

more correct than those of the Atlântica forest (75.32%). The Rio Vermelho population of the Amazon stood out as the most distinct among all the populations studied in both forest, always constituting a separate group. The short-styled flowers presented a greater variability than the long-styled flowers between the forests, leading to a more evident separation between the two forests, while the long-styled flowers did not allow a complete dissociation between them.

1. INTRODUÇÃO

As flores, usualmente, são menos afetadas por princípios não genéticos de variação do que os órgãos vegetativos. Muitas características florais não somente permanecem relativamente constantes dentre os indivíduos, mas também exibem um plano estereotipado entre populações, espécies e, frequentemente, famílias (Stebbis 1951; Berg 1959 *apud* Richards & Barret 1992). Diferenças entre indivíduos podem resultar em modificações genéticas das características florais, que influenciam o sistema reprodutivo (Barrett & Shore 1987). Tem-se observado que, em espécies alógamas, a dependência, em alguns casos, de polinizadores para a reprodução, tem levado ao desenvolvimento de traços ecológicos que têm a função de atrair determinados animais, como pássaros e insetos (Cleg & Durbin 2003). Além disso, alguns genes não alélicos podem ter efeitos pleiotrópicos sobre outros aspectos fenotípicos, como, por exemplo, a cor e a forma da pétalas (Mather & De Winton 1941 *apud* Richards & Barret 1992).

O gênero *Psychotria* é considerado o maior da família Rubiaceae com, aproximadamente, 1.500 espécies (Judd *et al.* 2002), distribuídas nos trópicos e subtrópicos de ambos os hemisférios. É um dos gêneros mais representativos nos sub-bosques de florestas tropicais (Burger & Taylor 1993; Taylor 1996) e, por causa dessa preferência de hábitat, muitas Rubiaceae, além das espécies de *Psychotria*, têm sido utilizadas na avaliação do estado de conservação de ambientes tropicais (Delprete 2004).

De acordo com Barret (1992), o ocorrência de diversas espécies heterostílicas apresentando distilía, é uma das características marcantes desse gênero. Como por exemplo: *P. acuminata; P. chiapensis, P. officinalis* e *P. suerrensis* (Bawa &

Beach 1983), *P. leiocarpa* (Lima 1986), *P. faxlucens* (Pérez-Nasser *et al*. 1993), *P. suerrensis* (Stone 1996), *P. suterella* (Grandisoli 1997), *P. ipecacuanha* (Assis 1992; Martins 2000; Rossi *et al*. 2005).

A distilia é um dimorfismo floral controlado geneticamente e normalmente identificado por duas características principais: posicionamento recíproco de estigmas e anteras entre os dois tipos florais (brevistila, com estiletes curtos e estames longos e longistila com estiletes longos e estames curtos) e presença de um sistema de incompatibilidade intramorfos. Devido à essa incompatibilidade, apenas polinizações legítimas (intermorfos), realizadas por polinizadores bióticos, resultam em frutos, sendo chamada de incompatibilidade heteromórfica.

Esse dimorfismo, tem surgido independentemente pelo menos 23 vezes em taxons não relacionados (Richards 1986; Barret 1992; Lloyd e Webb 1992; Endress 1994). Os mecanismos que regem esse heteromorfismo floral e o sistema de incompatibilidade são fortemente relacionados devido à existência da ligação entre os *loci* gênicos que os controlam, formando o que é chamado de supergene (Ganders 1979).

Psychotria ipecacuanha (poaia ou ipeca) é uma espécie distílica (Assis & Giulietti 1999; Rossi *et al*. 2005), de sub-bosque úmido e sombrio, onde cresce formando agrupamentos de indivíduos, denominados reboleiras (Oliveira & Martins 1998). Sua distribuição geográfica é disjunta e periamazônica a saber: 1) nas florestas úmidas da América Central e Norte da América do Sul - Nicarágua, Costa Rica, Panamá e Colômbia; 2) no Brasil, região sul da floresta Amazônica - Rondônia e Mato Grosso; e 3) na Mata Atlântica - Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Bahia (Assis 1992).

A ocorrência disjunta de populações co-específicas, seja devido a processos de vicariância, dispersão ou origens múltiplas, pode levá-las a um processo de especiação. Os modos de especiação usualmente são distinguidos de acordo com o grau de contato reprodutivo potencial entre as populações envolvidas. Partindo de um conceito geográfico, a especiação alopátrica ocorre pelo isolamento reprodutivo geográfico (Gregorius 1992).

A existência de atuais padrões de distribuição disjuntas em espécies vegetais e animais (Silva 1996; Costa 2003) das florestas Amazônica e Atlântica sugerem também a possibilidade de conexão entre as floras destas florestas no passado, através do bioma Cerrado (Rizzini 1963) que ocupa uma posição central em relação a esses dois biomas florestais e a outros grandes biomas sul-americanos como a Caatinga, por exemplo (Silva & Bates 2002). Vários estudos de fauna e flora concordam com essa idéia ressaltando o papel das matas de galeria nesta conexão (Méio *et al.* 2003).

Fatores históricos, como efeitos de mudanças climáticas durante o Quaternário sobre a estrutura e composição das florestas de galeria, e efeitos ecológicos, como tolerância das espécies a trocas abruptas de temperatura durante o inverno, são sugeridos como possíveis explicações para as diferenças na distribuição de elementos da Amazônia e Mata Atlântica dentro da região do cerrado (Silva 1996).

As populações naturais de poaia vêm diminuindo drasticamente, em conseqüência de intenso extrativismo, devido ao valor medicinal e comercial de suas raizes, e do desmatamento (Oliveira & Martins 1998).

Extrações negligenciadas foram intensivamente realizadas durante o século XVIII. E esse fato somado às perturbações do hábitat natural, por intensas ações antrópicas, tornou *P. ipecacuanha* como uma espécie ameaçada por erosão genética

(Oliveira & Martins 1998), principalmente as populações da Amazônia (Assis & Giulietti 1999).

Assis (1992) e Martins (2000) demonstraram que a poaia se reproduz, com facilidade, vegetativamente, por meio de estacas. Essa característica, em populações naturais, contribui para a formação de reboleiras isomórficas (com apenas uma forma floral), e consequentemente, para uma proporção não equilibrada entre as formas florais, considerada desfavorável para a reprodução sexuada (Faivre & McDade 2001).

Reboleiras isomórficas foram registradas por Rossi *et al.* (2005), em populações do sudeste brasileiro; entretanto, as formas florais encontravam-se em proporções equilibradas. Esses últimos autores, verificaram diferenças significativas na morfologia floral, de ambas formas florais, entre as populações estudadas.

As populações de *P. ipecacuanha* nas florestas Atlântica e Amazônica encontram-se separadas por uma extensa área de Cerrado, o que sugere ausência de fluxo gênico entre elas, assim pode estar ou não, havendo uma especiação entre as populações desses biomas que podem apresentar diferentes padrões morfo-específicos para flores brevistilas e longistilas.

Alguns trabalhos tem sendo desenvolvidos, avaliando características morfológicas florais entre diferentes populações de uma mesma espécie, buscando inferir mecanismos os mecanismos evolucionários, que levam as padrões atuais de variação fenotípica. Dominguez *et al*. (1998), sugeriu que a ausência de diferenças fenotípicas entre populações, pode ser resultado de três fatores: 1. uma origem rescente das populações, 2. altas taxas de fluxo gênico, ou 3. seleção natural favorecendo fenótipos similares em cada população.

Estudos importantes vem sendo registrados, envolvendo mais que uma população de espécies distílicas como, por exemplo, Pailler e Thompson (1997), que

estudou a variação floral em oito populações de *Gaertnera vaginata* e Sobrevila (1983), que avaliou diferenças florais em quatro populações de *Palicourea fendleri* e *P. petiolaris.*

O presente estudo avaliou características florais de cinco populações naturais de *Psychotria ipecacuanha* da floresta Amazônica e verificou se os padrões de morfológicos apresentados por estas populações diferem das populações da Floresta Atlântica estudadas anteriormente por Rossi *et al.* (2005). Para as populações da Amazônia esse trabalho buscou responder as seguintes questões: 1. Quais as freqüências em que ocorrem as formas florais brevistila e longistila nas populações da Amazônia? 2. Quais características florais podem discriminar os dois morfos? 3. As características de um mesmo morfo floral apresentam diferenças significativas entre as populações? 4. Há presença de hercogamia recíproca nessas populações? 5. O grão de pólen apresenta diferenças entre morfos com relação ao diâmetro, a razão pólen/óvulo (P/O) e a viabilidade polínica?

Esses dados, juntamente com os dados referentes às populações da Floresta Atlântica, foram submetidos a novas analises para verificar: 1. Se as freqüências das formas florais apresentam diferenças entre biomas. 2. Quais características florais de cada morfo podem discriminar os dois biomas. 3. Se há presença de hercogamia recíproca entre eles e se, 4. O grão de pólen apresenta diferença entre as populações dos dois biomas, quanto ao diâmetro, P/O, e viabilidade polínica.

Diante da acelerada destruição dos ambientes naturais e perda de diversidade genética, há que se ter urgência na necessidade de estabelecer ações que levem à conservação, principalmente de plantas com usos medicinais, este trabalho busca contribuir com informações que possam ser úteis na sua conservação dessa espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. A espécie estudada

Psychotria ipecacuanha (Brot.) Stokes (Rubiaceae) também conhecida como poaia, poalha, ipeca ou ipecacuanha, é uma planta subarbustiva, perene, de crescimento lento, apresentando 20 a 60 cm da altura. Se desenvolve em agregados, denominados reboleiras, no sub-bosque de áreas úmidas e sombrias das matas tropicais do continente americano (Oliveira & Martins 1998).

Essa espécie apresenta alcalóides amplamente empregados na medicina e constitui uma das muitas riquezas vegetais que o mundo conheceu após a descoberta da América (Corrêa 1984).

Os principais alcalóides encontrados em suas raízes são a emetina e a cefelina, que possuem propriedades eméticas, expectorantes, antidiarréicas e amebicidas (Bruneton 1995; Garcia 2001) e foi incluída nas farmacopéias indiana, japonesa, inglesa, americana e portuguesa (Bastistini *et al.* 2002), tendo sido utilizada na medicina popular brasileira desde o início do século.

Em estudo realizado com populações da Mata Atlântica, Rossi (2003) observou reboleiras que apresentaram bordas bem delimitadas de forma circular ou elíptica com aproximadamente 110 hastes. Os caules subterrâneos se alastram produzindo ramificações horizontais por toda extensão da reboleira. A propagação vegetativa, nesta espécie, ocorre por meio de brotações em intervalos regulares de gemas caulinares e/ou radiculares.

As reboleiras das populações do sul da Amazônia apresentaram um número variado de hastes em sua composição. As populações MOZ e EXU apresentaram reboleiras menores, de 8 a 35 hastes por reboleira,para a primeira, e de 12 a 47 hastes

aproximadamente, para a segunda população. Na população PRA foram observadas reboleiras com até 107 hastes, e na população SOR o número de hastes observados nas reboleiras, variou de 19 a 490.

O material-testemunho de *P. ipecacuanha* foi herborizado e depositado no Herbário do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (VIC).

2.2. Populações estudadas

2.2.1. Populações da Amazônia

As populações estudadas com suas respectivas siglas e coordenadas geográficas estão apresentados na tabela 1.

As observações de campo e coleta de material botânico para estudos de morfometria floral foram realizadas em 71 reboleiras de cinco populações localizadas no sul da Floresta Amazônica, bacia do Alto Paraguai, depressão da micro-bacia do Cabaçal (Figura 1). As cinco populações que constituem a área de estudo são propriedades particulares nos municípios de Cáceres, Mirassol D'Oeste, Salto do Céu e Lambari D'Oeste, todos no estado de Mato Grosso.

O clima, segundo a classificação de Köppen adaptado por Miranda & Amorim (2001) e Maitelli (2005) é tropical quente semi-úmido com quatro a cinco meses secos por ano.

A cobertura vegetal das áreas de coleta é constituída por Floresta Estacional Semidecidual. As populações foram nomeadas de acordo com o nome dado ao local por moradores da região, onde as populações estão localizadas.

Tabela 1. Localização e número de reboleiras das cinco populações naturais de *Psychotria ipecacuanha* estudadas no estado de Mato Grosso, sul da Amazônia.

População	Sigla	Latitude	Longitude	Número de reboleiras
Mozar	MOZ	15º04’57.9” S	057º58’00,6” W	8
Exu	EXU	15º40’41,5” S	057º32’03,3” W	17
Soroteca	SOR	15º31’34,6” S	058º 00’42,8” W	11
Prata	PRA	15º30’26,4” S	058º01’50,0” W	15
Rio Vermelho	RVE	15º17’38,2” S	057º51’43,4” W.	20

A mata onde encontra-se a população de Mozar (MOZ), com oito reboleiras, embora esteja circundada por pastagem em três faces laterais, ocupa uma extensão contínua de aproximadamente 50 ha e se estende até as margens do rio Vermelho.

As populações do Prata (PRA), Exu (EXU), Soroteca (SOR) e Rio Vermelho (RVE) estão no sub-bosque de fragmentos florestais que medem entre 7,5 a 17,2 ha cada. A área do Prata, com 15 reboleiras, está submetida à intensa extração de recursos vegetais madeireiros com grandes aberturas no seu dossel e a extração de poaia ocorreu, com a autorização dos proprietários, até o ano de 2002.

As populações EXU e SOR constituídas por 17 e 11 reboleiras, respectivamente, estão sob o dossel de matas que apresentam um menor grau de antropização, considerando a baixa extração de recursos vegetais locais. Porém, no fragmento florestal onde localiza-se a população EXU, no ano de 2004, houve extração de poaia sem a autorização dos proprietários.

As 20 reboleiras estudadas na população RVE, encontram-se no sub-bosque de mata ciliar, pouco antropizada na porção aluvial em relação ao rio Vermelho.

Em decorrência do histórico de ocupação da região, todas as áreas apresentam características de regeneração de clareiras ocasionadas pela extração de recursos madeireiros, principalmente entre as décadas de 1970-1990.

As populações estudadas na Amazônia foram localizadas por meio de incursões orientadas por moradores e antigos poaieiros da região.

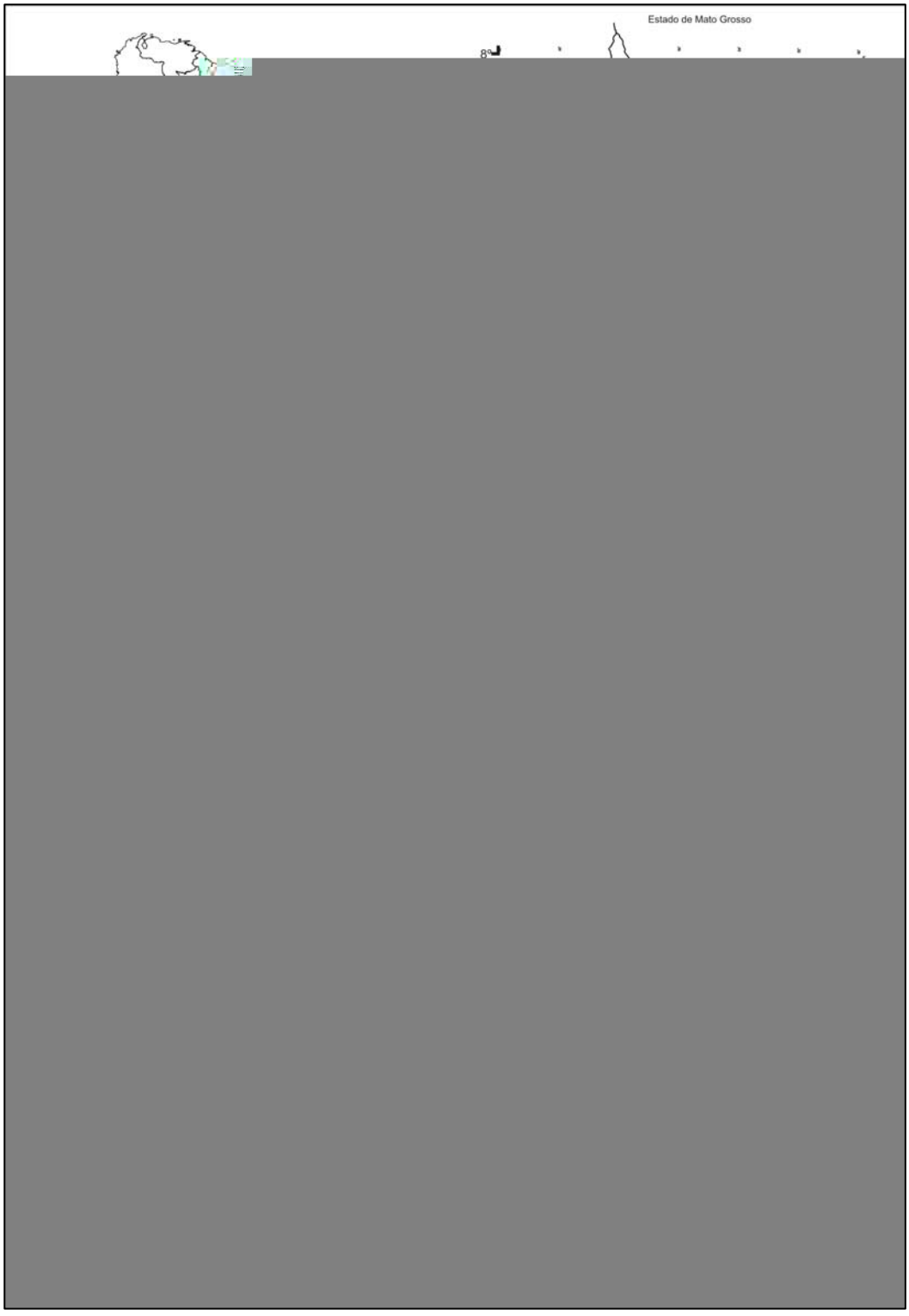

Figura 1. Localização geográfica das cinco populações estudadas na Floresta Amazônica (MOZ, SOR, PRA, EXU e RVE).

2.3. Morfologia floral

A coleta de dados nas populações localizadas na Amazônia foi realizada durante o ciclo reprodutivo 2004/2005 e 2005/2006, nos meses de outubro a dezembro com expedições de campo quinzenais.

A ocorrência de formas florais distintas (brevistila e longistila) em uma mesma reboleira foi verificada observando-se a forma floral de todas as inflorescências presentes em cada haste das reboleiras, exceto na população RVE, onde foram realizadas apenas duas expedições para coleta de flores usadas nas análises morfométricas.

Para estudos de morfologia floral foram coletadas, em cada reboleira durante o ciclo reprodutivo 2005/2006, inflorescências com flores abertas e botões em pré-antese que foram estocadas em álcool 70% para uso posterior em laboratório.

A morfometria foi realizada utilizando-se 130 flores brevistilas (EXU = 33, SOR = 35, PRA = 29, RVE = 33) e 152 longistilas (MOZ = 29, EXU = 27, SOR = 30, PRA = 35 e RVE = 31).

As flores foram observadas em microscópio estereoscópio, usando uma ocular milimetrada onde foram mensuradas oito características: diâmetro da base do tubo da corola (DBC), diâmetro do ápice do tubo (boca) da corola (DAC), e após secção longitudinal da flor foram mensurados o comprimento da corola (CC), com os lobos da corola expandidos verticalmente, o comprimento do tubo da corola (CTC), a altura do estigma (AE), a altura da antera (AA), o comprimento do estigma (CE) e comprimento da antera (CA). Para as medidas de DBC, DAC, CC, CTC, AE e AA, o topo do disco nectarífero foi utilizado como referência para a mensuração.

O diâmetro do pólen foi mensurado em flores de quatro (EXU, SOR, PRA e RVE) das cinco populações estudadas. Para tanto, foram utilizados 120 grãos de pólen de cada morfo floral (30 grãos para cada população), provenientes de 20 botões longistilas e 20 brevistilas em pré-antese. Os grãos foram observados e fotografados em fotomicroscópio Olympus AX70. As medidas do diâmetro foram realizadas com auxílio do software Image-pro-plus 4.5 (Media Cybernetics 2002).

Para verificar a viabilidade polínica foram montadas lâminas com grãos de pólen de 102 botões florais longistilas em pré-antese (MOZ = 20, EXU = 24, SOR = 17, PRA = 22 e RVE = 18) e 99 botões brevistilas (EXU = 25, SOR = 24, PRA = 25 e RVE = 25). As anteras foram maceradas para a liberação dos grãos de pólen que foram corados com carmim acético. Foram contados, com auxílio de microscópio óptico com objetiva de 10 X, 200 de cada lâmina, avaliando grãos viáveis e não viáveis (Radford *et al.* 1974).

A razão P/O, foi verificada de acordo com Cruden (1977) utilizando 99 botões florais em pré-antese de cada morfo floral (Longistilas - MOZ = 20, EXU = 23, SOR = 17, PRA = 21 e RVE = 18; Brevistilas - EXU = 24, SOR = 25, PRA = 25 e RVE = 25).

2.4. Índice de Reciprocidade

Foram calculados índices de reciprocidade relativa entre os níveis de altura do estigma de cada morfo e o nível da antera correspondente no morfo oposto de acordo com Richards & Koptur (1993): (Altura da Antera – Altura do estigma recíproco) / (Altura da Antera + Altura do estigma recíproco)

2.5. Populações da Floresta Atlântica

As características florais obtidas na análise de morfometria, diâmetro e viabilidade dos grãs de pólen e a razão P/O das populações da floresta Amazônica foram confrontadas com os resultados apresentadas pelas populações naturais da Floresta Atlântica estudadas por Rossi *et al.* (2005).

2.6. Análises estatísticas

Para as análises estatísticas foi usado teste *t* de Student para comparar as características florais dos morfos breve e longistila dentro de cada população da Amazônia. Para esta análise não foram considerados os dados da população MOZ, uma vez que esta população apresentou apenas o morfo floral longistila, sendo apresentados apenas as médias e desvio padrão das características florais avaliadas nesta população. Diferenças entre as médias intra morfo das populações estudadas na floresta Amazônica foram testadas usando análise de variância (ANOVA). Foram calculados ainda os coeficientes de correlação entre a altura do estigma e a altura da antera com todas as características florais analisadas, dentro de cada forma floral. Estas análises foram realizadas com o software Statistica 5.5 (StatSoft 2000).

O teste *t* de Student também foi utilizado para contraste entre as médias das florestas para as características morfométricas intramorfo. A técnica multivariada denominada Análise de Função Discriminante, nos permite determinar como é possível separar dois ou mais grupos de indivíduos, a partir de mensuramentos para esses indivíduos sobre diversas variáveis (Manly 1994). Desse modo, diferenças entre as populações, das florestas Amazônica e Atlântica, foram verificadas por análise discriminante. Os valores das características de cada raiz da função discriminante foram

plotados ao longo de dois eixos em dispersão gráfica bidimensional. As análises de agrupamento foram realizadas pelo método de ligação completa (vizinho mais distante) baseada em distância média euclidiana.

As análises multivariadas entre as populações e entre biomas foram realizadas separadamente para os morfos brevistilas e longistila utilizando-se o software Statistica 6.0 (StatSoft 2004). Nessas análises não foram consideradas reboleiras que apresentaram mais que um tipo floral, observadas nas populações da Amazônia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Populações da Floresta Amazônica

3.1.1. Proporção de morfos florais nas populações da Amazônia

Das 71 reboleiras de *Psychotria ipecacuanha* estudadas, 65 apresentaram floração, das quais, 45 foram acompanhadas quinzenalmente. As reboleiras acompanhadas pertencem a quatro das cinco populações deste estudo. A população RVE foi localizada após o início da floração e, portanto, não foi incluída na análise de proporção de morfos florais.

As reboleiras estudadas possuem tamanhos variados em relação ao número de hastes, sendo que as menores apresentaram de 8 até 19 hastes aproximadamente, enquanto que nas reboleiras maiores, o número máximo de hastes observadas variou desde 47 até 490.

O período de floração de *Psychotria ipecacuanha* no sul da Amazônia ocorreu da segunda quinzena de outubro à primeira quinzena de dezembro. O maior número de hastes floridas foi registrado na segunda quinzena de novembro. Para as populações de *P. ipecacuanha* na Mata Atlântica, Rossi (2003) registrou floração ocorrendo de novembro ao início de janeiro e o pico de floração observado na primeira quinzena de janeiro.

Dentre as 45 reboleiras acompanhadas, 16 apresentaram apenas o morfo brevistila (Figura 2-A) e 21 apenas o morfo longistila (Figura 2-B), constituindo reboleiras isomórficas. Em oito reboleiras, foi observada a coexistência de ambas formas florais. Nesse ultimo caso as reboleiras apresentaram uma maior proporção de um morfo que do outro em quatro diferentes padrões: a) hastes do morfo longistila, em

menor proporção, ocupando pequena porção isolada no extremo de uma reboleira mais densamente ocupada pelo morfo brevistila, este padrão foi observado nas populações PRA e SOR, com uma reboleira para cada população; b) disposição inversa ao padrão “a”, o que foi observado em duas reboleiras da população EXU; c) reboleira densamente brevistila com raras hastes longistilas dispersas, como registrado para duas reboleiras da população SOR; e d) o inverso do padrão “c”, o que foi observado em duas reboleiras da população PRA. Esses padrões não foram observados nas populações da Mata Atlântica, onde foram registradas exclusivamente reboleiras isomórficas (Rossi *et al.* 2005).

Nas reboleiras não isomórficas observadas, o fato de um dos dois morfos florais apresentar um número maior de hastes que o outro morfo, provavelmente pode ser resultado da propagação vegetativa do morfo que

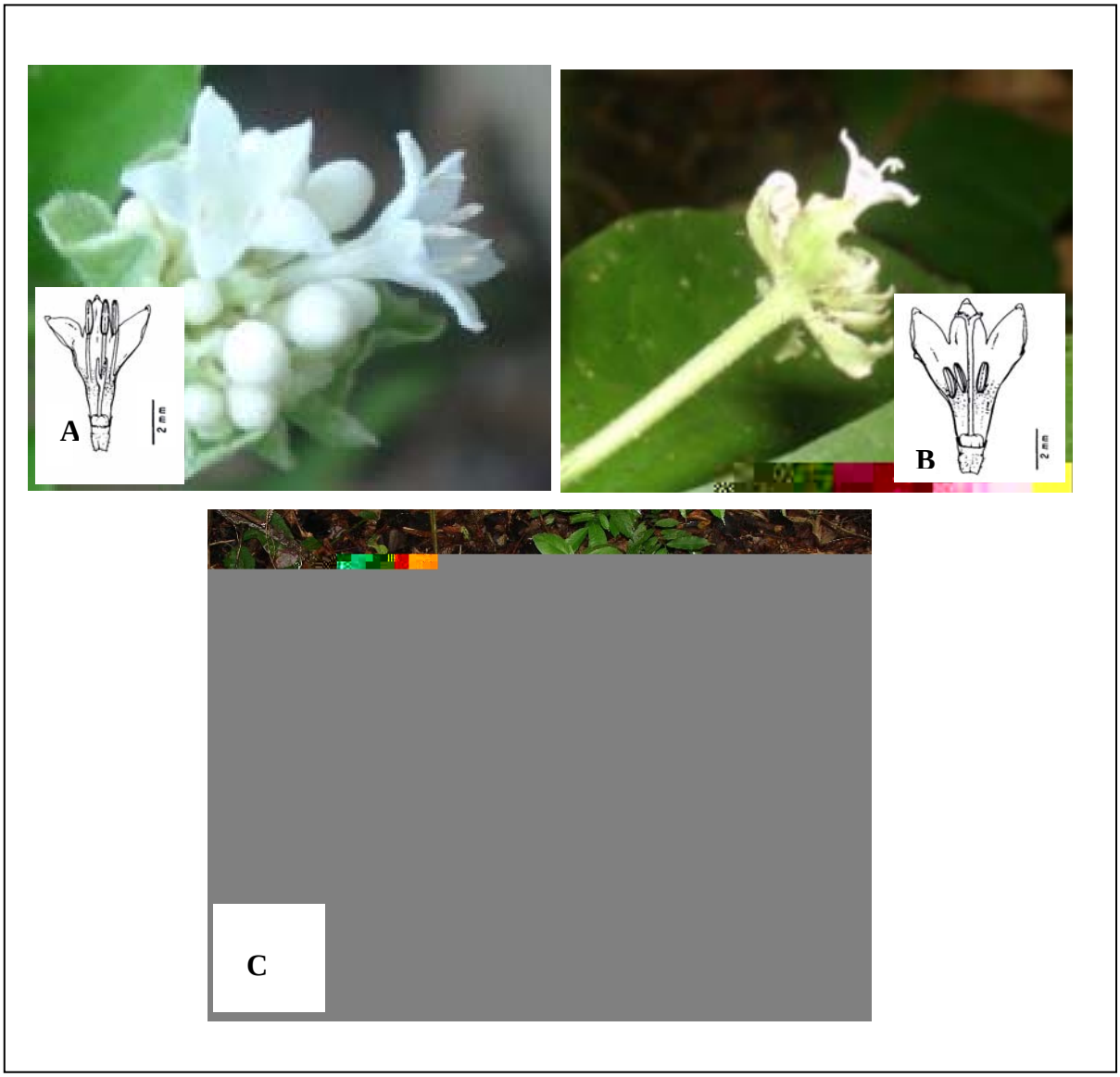

Figura 2. *Psychotria ipecacuanha*. Flores brevistilas (A), longistilas (B) e uma reboleira da população MOZ (C).

Quando consideradas apenas as reboleiras isomórficas (Tabela 2), a proporção de reboleiras brevistilas para longistilas em cada população estudada foi de 7:7 na população EXU, 4:5 em PRA e 5:3 em SOR, semelhante ao observado por Rossi *et al.* (2005), para populações naturais de *P. ipecacuanha* da Floresta Atlântica. As populações PRA e SOR, embora não apresentando números iguais de reboleiras para ambos morfos florais, a proporção equilibrada de 1:1 foi confirmada por χ^2 a 1% de

probabilidade (Tabela 2). Assim, a proporção de reboleiras brevistilas para longistilas na área estudada foi de 16:15 quando consideradas as populações EXU, PRA e SOR, caracterizando a presença de isopletia na área de estudo, o que significa que as populações de *P. ipecacuanha* do sul da Amazônia, apresentam uma razão equilibrada de 1:1, o que é esperado para populações distílicas (Ganders 1979). Ocorrência de isopletia também foi registrada para outras espécies distílicas de Rubiaceae, como por exemplo, *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Coelho & Barbosa 2004) e *P. barbiflora* D.C. (Teixeira & Machado 2004a; Monteiro *et al.* 1991). De acordo com Barret (1992), razões equilibradas no morfos de 1:1 seriam alcançadas em uma geração em populações distílicas auto-incompatíveis devido ao modo simples de herança e cruzamentos entre morfos diferentes.

Tabela 2. Proporção de reboleiras isomórficas em quatro populações naturais de *Psychotria ipecauanha* da Amazônia.

População	**Nº de reboleiras**		**Proporção de formas florais**	**χ^2 1:1**
	Brevistila	**Longistila**		
MOZ	-	6	0:1	6
EXU	7	7	1:1	-
PRA	4	5	1:1	0,11
SOR	5	3	1:1	0,5

A anisopletia, caracterizada pela presença de uma proporção não equilibrada de morfos florais, diferente de 1:1 (Barret 1992), foi registrada para a população MOZ, onde apenas o morfo longistila estava presente. Sobrevila (1983) também observou a ocorrência de apenas plantas longistilas para a espécie *Palicourea petiolaris* H.B.K. em uma população estudada na Venezuela, enquanto que em outras três populações desta

espécie e duas de *P. fendleri* Standl., mesmo não apresentando diferenças significativas estatisticamente, a proporção geral de morfos florais observada diferiu da esperada (1:1), ocorrendo sempre a predominância do morfo longistila. Orduff (1980) registrou uma proporção maior de morfo longistila sobre o brevistila em populações de *Hedyotis caerulea* (L.) Hook., onde foram observadas, inclusive, flutuações anuais em que algumas populações apresentavam isopletia e anisopletia em diferentes anos, porém sempre com um número maior de morfos longistila. No entanto, esse ultimo autor afirmou não ter explicações claras para tais flutuações, sugerindo que pode haver diferenças fenológicas entre os dois morfos, embora estas diferenças não sejam consistentes de população para população.

De acordo com Barrett *et al.* (1983), os morfos de espécies heterostílicas frequentemente diferem em características reprodutivas que provavelmente influenciam no seu sucesso.

Fatores históricos também têm sido usados para explicar a anisopletia, e a deriva genética pode resultar em redução na freqüência ou perda do morfo brevistila de uma população (Barret 1985). Sobrevila (1983) discute, ainda, que desvios da razão equilibrada de 1:1 têm sido registrados para espécies com algum grau de auto-compatibilidade e em espécies que se estabelecem com crescimento clonal, ou populações em hábitats perturbados, semelhante ao observado nas populações da Amazônia.

De acordo com Barret (1992), a anisopletia apresentada por espécies distílicas auto-compatíveis ou com extensiva propagação vegetativa, ocorre devido às diferenças morfo-específicas em taxons de autofecundação ou efeito fundador. Ganders (1979) afirmou que estes desvios são comuns em populações pequenas ou em espécies que apresentam reprodução predominante ou largamente vegetativa.

A população MOZ apresentou o menor número de reboleiras entre as populações estudadas. Nessa população foram localizadas apenas oito reboleiras que são constituídas em sua maioria por um número pequeno de hastes (variando de 8 a 35). Além disso, duas das menores reboleiras de MOZ (uma com oito e outra com nove hastes no total), não apresentaram floração durante o período em que foram acompanhadas. Na área onde esta população se encontra foram identificadas marcas de pisoteio por bovinos provenientes de pastagens no entorno da área. Rossi *et al.* (2005) registraram sucesso no estabelecimento de frutos após polinizações ilegítimas, sugerindo algum grau de compatibilidade intramorfo para *Psychotria ipecacuanha* em populações da Mata Atlântica. Porém, no presente estudo, não foi realizado teste de autocompatibilidade para esta espécie. As observações mencionadas acima, como perturbação do ambiente e presença propagação vegetativa, podem estar agindo para a manutenção da anisopletia observada na população MOZ.

Populações anisopléticas de *P. ipecacuanha*, como observado para o bioma Amazônia não foram encontradas por Rossi *et al.* (2005) nas populações estudadas na Mata Atlântica.

3.1.2. Variação em características florais em populações da Amazônia

Plantas heterostíticas apresentam uma diversidade de detalhes na morfologia floral. A ocorrência de determinados polimorfismos similares em muitas ou na maioria das espécies distílicas que têm sido estudadas, sugere que estas características, devem ser significativas na operação do sistema reprodutivo dessas espécies (Ganders 1979).

Os valores de médias (± desvio padrão) e os resultados do teste de média para as análises morfométricas das oito características florais avaliadas para as populações

EXU, SOR, PRA e RVE estão apresentados na tabela 3. A população MOZ é constituída apenas por reboleiras com flores longistilas, não sendo possível a comparação de características florais entre morfos, estando apresentadas na tabela 3 apenas as médias e desvio padrão de cada característica floral mensurada.

Observou-se diferenças significativas entre morfos em todas as populações para a altura do estigma, altura da antera e comprimento do estigma. A diferença no comprimento da corola foi significativa apenas para população RVE. Não foram significativas as diferenças entre morfos da população EXU e SOR para o comprimento do tubo da corola, na população PRA para o diâmetro do ápice da corola, e na população SOR para o comprimento da antera. Para a população RVE, todas as características florais mensuradas foram significativamente diferentes entre os morfos florais, exceto para diâmetro da base da corola, enquanto a população SOR apresentou o menor número de diferenças entre morfos, quando comparada às demais populações estudadas. O comprimento do tubo da corola, na população SOR, embora não significativo estatisticamente, apresentou média maior para o morfo longistila.

Tubo da corola maior no morfo brevistila têm sido registrado para outras espécies distílicas (Ganders 1979; Sobrevila *et al.* 1983; Richards & Koptur 1993; Pailler & Thompson 1997), porém, essa característica não é considerada uma generalidade para todas as espécies distílicas, uma vez que, em algumas espécies, já foram registradas flores longistilas com tubos de corolas maiores que no morfo brevistila (Stone 1995; Pailler & Thompson 1997). De acordo com Ganders (1979), são poucos os casos em que a corola apresenta diferenças no tamanho entre os morfos florais.

Flores brevistilas com diâmetro da boca da corola maiores, como observado em *P. ipecacuanha*, também foram registradas em *Chassalia corallioides* (Pailler *et al.*

1998). Diferenças no comprimento do estigma, onde o morfo brevistila apresenta um estigma maior que o longistila foram registrados para as espécies *Palicourea petiolaris*, *P. fendleri* (Sobrevila 1983) e *Psychotria poeppigiana* (Coelho & Barbosa 2004).

Baseado em estudos realizados com varias plantas distílicas, que registram a existência de fluxo assimétrico de pólen, bastante típico de plantas distílicas, e maiores cargas de pólen observadas na superfície estigmática para morfos longistilos, que para os brevistilos, Ganders (1979) afirmou que isso tem levado a sugerir que as corolas brevistilas são maiores para aumentar sua atratividade aos polinizadores, pois, um número mais freqüente de visitações e deposição de pólen, compensaria este desequilíbrio.

Ree (1997) registrou estigmas maiores em flores brevistilas que nas longistilas em *Palicourea padifolia*, e com uma superfície estigmática maior para que o pólen possa aderir. Para este autor, este dimorfismo no comprimento do estigma deve representar uma adaptação para aumentar a probabilidade de captura de pólen pelo morfo brevistila.

Pode-se constatar ainda que em cada morfo, a morfologia floral permite que o estigma de flores longistilas ou as anteras nas flores brevistilas estejam posicionados sempre acima do topo da corola.

As maiores médias para altura do estigma, altura da antera e comprimento do tubo da corola no morfo brevistila foram observadas na população PRA, enquanto para o morfo longistila, as maiores médias para essas características foram observadas na população EXU, excetuando-se o comprimento da corola, cuja maior média foi apresentada pela população SOR. Já as menores médias para tais características, foram apresentadas pela população RVE, para ambos morfos florais (Tabela 3).

A altura do estigma, na Amazônia, variou de 2,11 a 5,71 mm, na forma brevistila, e de 3,41 a 9,27 na longistila, as alturas mínimas do estigma foram registradas na população SOR e as máximas em PRA.

A altura da antera variou entre 3,41 a 8,77 mm nas flores brevistilas, onde as populações SOR e PRA apresentaram os valores mínimo e máximo, respectivamente, enquanto a altura da antera no morfo longistila variou de 2,55 a 4,67 mm, sendo que ambas medidas foram obtidas da população MOZ.

Não foram encontradas flores com anteras e estigmas no mesmo nível, como o registrado para plantas homostílicas (Richards 1986), que é considerada evolutivamente derivada da distilia (Barret 1992).

A altura da antera e do estigma de cada morfo foi comparada com as demais características florais mensuradas para verificar a correlação entre elas (Tabela 4), e apenas a altura do estigma comparada ao diâmetro da base e do ápice da corola, em flores brevistilas, não apresentaram correlação significativa.

Nas flores brevistilas, a altura do estigma apresentou os maiores índices de correlação com o comprimento do estigma, a altura da antera e o comprimento da corola, enquanto a altura da antera apresentou maior correlação com o comprimento da corola, comprimento do tubo da corola e comprimento da antera.

Flores longistilas obtiveram maiores índices de correlação da altura do estigma com a altura da antera, comprimento da corola e comprimento da antera, enquanto a altura da antera obteve maior correlação com o comprimento da corola, comprimento do tubo da corola e comprimento da antera.

Tabela 3. Morfometria Floral (média em mm ± desvio padrão) de *Psychotria ipecacuanha* em cinco populações da Amazônia (MOZ, EXU, SOR, PRA e RVE). N= número de flores analisadas; AE = altura do estigma, AA = altura da antera, CA = comprimento da antera, CE = comprimento do estigma, CC = comprimento da corola, CT = comprimento do tubo da corola, DAC = diâmetro da corola no ápice. DBC = diâmetro da base da corola B = flor brevistila; L = flor longistila. *t* = teste student e valor de F da ANOVA (*P <0,01, **P<0,05 E ns = diferença não significativa)

Local	N	AE	AA	CA	CE	CC	CT	DAC	DBC

Tabela 4. Coeficientes de correlação para as características florais mensuradas em flores brevistilas (N = 130) e longistilas (N = 152) de *Psychotria ipecacuanha* do sul da Amazônia. AE = altura do estigma, AA = altura da antera, CA = comprimento da antera, CE = comprimento do estigma, CC = comprimento da corola, CT = comprimento do tubo da corola, DAC = diâmetro do ápice da corola e DBC = diâmetro da base da corola. (*nível de significância P < 0,01, ** nível de significância P < 0,05)

	Flores brevistilas		**Flores longistilas**	
	AE	AA	AE	AA
AA	0,56*	-	0,73*	-
CA	0,21**	0,59*	0,65*	0,66*
CE	0,85*	0,51*	0,42*	0,35*
CC	0,54*	0,79*	0,74*	0,81*
CT	0,51*	0,73*	0,55*	0,68*
DAC	$-0,09^{NS}$	0,25*	0,45*	0,34*
DBC	$0,11^{NS}$	0,18**	0,34*	0,31*

Resultado semelhante foi registrado para Mata Atlântica por Rossi *et al.* (2005) onde a altura do estigma e antera foram positivamente associados com a maioria das características florais avaliadas, havendo exceção apenas para comprimento da antera em flores brevistilas e comprimento do estigma em flores longistilas para as quais não foram encontradas correlações significativas.

3.2. Morfometria floral comparada

3.2.1. Características florais

A Floresta Amazônica e a Floresta Atlântica compreendem as duas maiores florestas úmidas néotropicais sendo intermediadas pelo bioma Cerrado que se estende

como um corredor xérico, conectando o chaco à caatinga (Eiten 1972). Esta longa área de cerrado entre as florestas Amazônica e Atlântica constituem uma barreira geográfica entre as populações naturais de *P. ipecacuanha* restritas por esses dois biomas brasileiros.

Os valores de médias (± desvio padrão) e os resultados do teste de média para as comparações morfométricas das oito características florais intramorfo, entre os dois biomas, estão apresentados na tabela 5.

Excetuando-se a característica comprimento da corola, foram observadas diferenças significativas entre flores brevistilas das florestas Amazônica e Atlântica.

A forma longistila apresentou diferença significativa para cinco das oito características avaliadas, não havendo diferença estatisticamente significativa para altura do estigma, altura da antera e comprimento do estigma. As flores brevistilas da Amazônia apresentaram, em média, anteras e estigmas mais altos que as flores brevistilas da Mata Atlântica enquanto que nas flores longistilas, essa tendência não foi observada (Figura 3-A). As flores brevistilas da Mata Atlântica, em média, possuem anteras, estigmas e o tubo das corolas maiores que as flores da Amazônia, além de corola com maior diâmetro (Figura 3). Nas flores longistilas, essas características também apresentaram maiores médias para as flores da Mata Atlântica com exceção do comprimento do estigma, cuja maior média foi apresentada pelas flores da floresta Amazônica.

De acordo com Cardim *et al.* (2001), o uso de características florais em estudos morfométricos e taxonômicos é vantajoso, uma vez que, devido à especificidade entre flor e agente polinizador, a variabilidade presente nesses caracteres é constituída quase exclusivamente por variabilidade genética, sendo pouco influenciada pelo ambiente.

Tabela 5. Morfometria floral (média em mm ± desvio padrão) de *Psychotria ipecacuanha* da Amazônia (AMZ) e da Mata Atlântica (MAT), N= número de flores analisadas; AE = altura do estigma, AA = altura da antera, CA = comprimento da antera, CE = comprimento do estigma, CC = comprimento da corola, CT = comprimento do tubo da corola, DAC = diâmetro do ápice da corola, DBC = diâmetro da base da corola. B = Flor brevistila; L = Flor longistila. *t* = teste student (*P <0,01, **P<0,05 e ns = diferença não significativa)

Local	N		AE	AA	CA	CE	CC	CT	DAC	DBC
AMZ	85	B	3,71 ± 0,63	6,81 ± 0,68	1,67 ± 0,18	1,44 ± 0,37	7,26 ± 0,71	4,74 ± 0,48	3,27 ± 0,44	1,16 ± 0,10
MAT	87	B	3,37 ± 0,57	6,54 ± 0,66	2,10 ± 0,16	1,65 ± 0,18	7,34 ± 0,63	5,25 ± 0,47	3,52 ± 0,36	1,28 ± 0,11
t			4,22*	3,36*	20,75*	4,77*	1,07^{NS}	8,53*	4,41*	8,78*
AMZ	107	L	7,01 ± 0,91	3,70 ± 0,40	1,50 ± 0,18	1,09 ± 0,32	7,00 ± 0,92	4,58 ± 0,68	2,90 ± 0,56	1,14 ± 0,15
MAT	77	L	7,19 ± 0,61	3,79 ± 0,37	1,71 ± 0,14	1,04 ± 0,24	7,23 ± 0,58	5,14 ± 0,41	3,15 ± 0,27	1,26 ± 0,09
t			1,79^{NS}	1,82 ^{NS}	10,16*	1,36 ^{NS}	2,43**	7,36*	4,00*	6,82*

No conjunto de gráficos mostrados na figura 3 pode-se verificar que os indivíduos do morfo longistila das florestas AMZ e MAT apresentam uma maior sobreposição que os indivíduos do morfo brevistila.

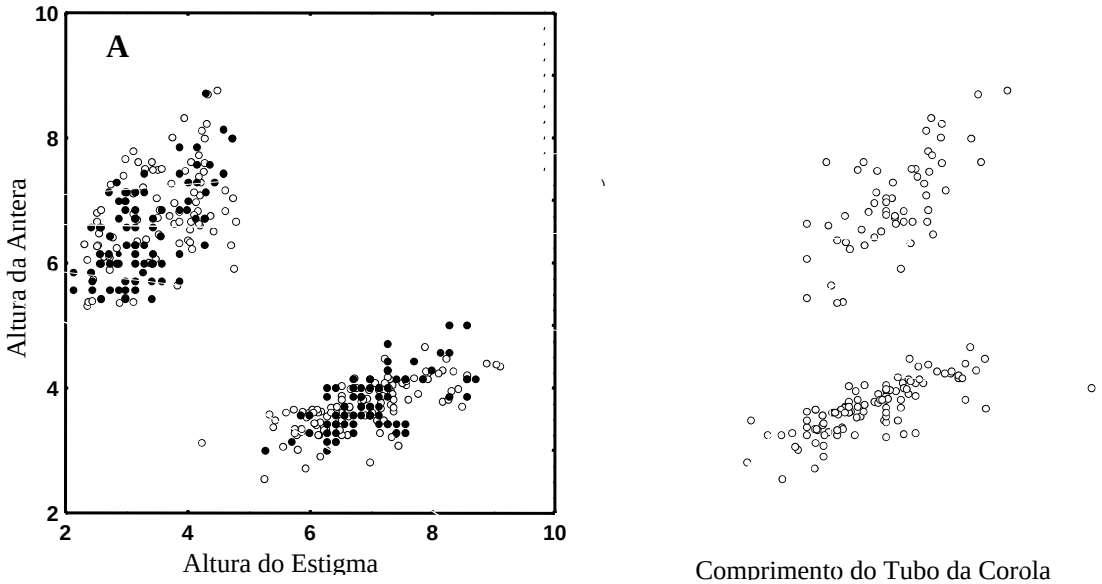

Figura 3. Correlação entre as características altura da antera e altura do estigma (A), altura da antera e comprimento do tubo da corola (B), altura do estigma e comprimento do tubo da corola (C) comprimento da corola e comprimento do tubo da corola (D) para discriminar indivíduos brevistilas e longistilas da Amazônia (círculos vazios) e da Mata Atlântica (círculos cheios).

Uma separação mais nítida entre as duas florestas para as flores longistilas pode ser observada apenas pelo comprimento do tubo da corola quando associada às características altura da antera, principalmente (Figura 3-B), e altura do estigma (Figura 3-C). As características comprimento da corola e comprimento do tubo da corola, quando associadas, não discriminam os indivíduos das duas florestas (Figura 3-D).

3.2.2. Índice de reciprocidade

Os valores médios apresentados para altura do estigma e altura da antera das duas formas florais mostram o posicionamento recíproco entre as flores brevistilas e longistilas das populações estudadas na Amazônia (Tabela 1) confirmando a presença de hercogamia recíproca (Faivre & McDade 2001). A hercogamia, geralmente, reduz a autopolinização intra-flor (Barrett 1998). Esta separação tem sido interpretada como uma adaptação floral que reduz a interferência pólen-estigma (Webb & Lloyd 1986). As populações da Mata Atlântica também apresentaram hercogamia recíproca entre morfos florais (Rossi *et al.* 2005).

Na figura 4, estão apresentados os índices de reciprocidade relativa entre altura do estigma de cada morfo floral e a altura da antera do morfo oposto das sete populações avaliadas nas duas florestas.

Como observado no eixo *x*, exceto por RVE que apresentou estigmas das flores longistilas em posição inferior às anteras das flores brevistilas, as demais populações apresentaram estigmas das flores longistilas em posição superior às anteras das flores brevistilas (Figura 4).

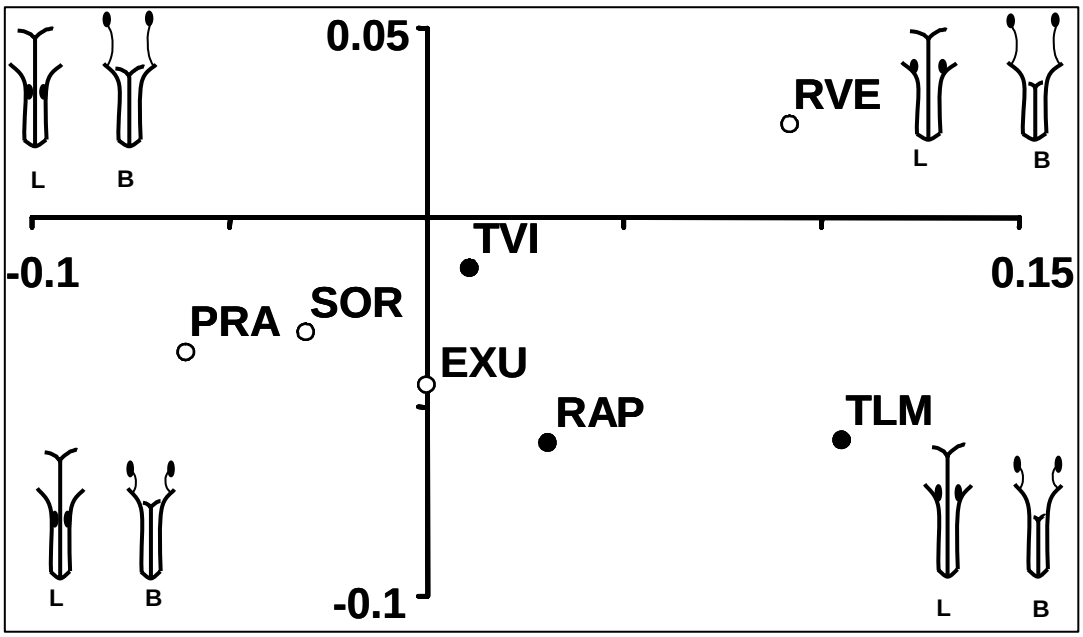

Figura 4. Valores de reciprocidade de *Psychotria ipecacuanha* com base nas médias de altura da antera e altura do estigma em cada morfo floral de quatro populações naturais da Amazônia (círculos vazios) e três populações da Mata Atlântica (círculos cheios) (Eixo y = nível médio do órgão maior, eixo x = nível médio do órgão menor).

Com exceção de RVE, as populações da Amazônia tiveram a tendência de apresentar o estigma das flores brevistilas em posição superior às anteras das flores longistilas enquanto as populações da Mata Atlântica tiveram a tendência de apresentar os estigmas das flores brevistilas em posição inferior as anteras das flores longistilas (eixo *y*-Figura 4).

Na população EXU os estigmas das flores brevistilas são iguais às anteras das longistilas. Esta variação de reciprocidade apresentada por *P. ipecacuanha* está dentro do padrão observado em outras espécies distílicas de Rubiaceae (Richards & Koptur 1993) o que também foi observado em oito populações de *Gaertnera vaginata* estudadas por Pailler & Tompson (1997).

De acordo com Lloyd & Webb (1992) a hercogamia recíproca de populações heterostilicas não requer que as alturas das anteras e estigmas coincidam exatamente nos dois morfos (no caso de distilia), para esses autores, há frequentemente diferenças consideráveis nas posições exatas das anteras e estigmas envolvidos na transferência "legítima" de pólen de uma antera ao estigma em um mesmo nível. Pode haver ainda apreciável sobreposição na posição absoluta das anteras (ou estigmas) de diferentes morfos, porém, esta variação ainda preserva a ocorrência da altura da antera e do estigma, característico de cada morfo (Lloyd & Webb 1992).

3.2.3. Análise discriminante

A análise discriminante foi conduzida para oito características florais entre populações e entre florestas para flores brevistilas e longistilas separadamente e o sumário com os valores do poder discriminante das características avaliadas estão apresentados na tabela 6 para populações e na tabela 7 para florestas. A análise descriminante permite separar determinados grupos de indivíduos a partir das variáveis (características) mensuradas. Os valores de λ parcial nesta análise são referentes à contribuição específica da variável para a discriminação entre grupos, onde variáveis de menor valor são aquelas com maior poder discriminante.

Tabela 6. Sumário da análise de função discriminante de oito características florais em populações naturais de *Psychotria ipecacuanha*. Flores brevistilas (sete populações) e flores longistilas (oito populações). CA = comprimento da antera, CE = comprimento do estigma, AA = altura da antera, AE = altura do estigma, CTC = comprimento do tubo da corola, CC = comprimento da corola, DAC = diâmetro do ápice do tubo da corola, DBC = diâmetro da base do tubo da corola. N = número de flores avaliadas.

Características	Brevistila (N = 172)			Longistila (N = 184)		
	λ parcial	F	P	λ parcial	F	P
CA	0,51	25,51	0,00	0,67	11,94	0,00
CE	0,49	26,88	0,00	0,56	18,59	0,00
AA	0,68	12,26	0,00	0,76	7,56	0,00
AE	0,84	4,87	0,00	0,85	4,23	0,00
CTC	0,76	8,06	0,00	0,76	7,57	0,00
CC	0,84	5,04	0,00	0,92	2,16	0,04
DAC	0,86	4,27	0,00	0,63	14,10	0,00
DBC	0,95	1,47	0,19	0,88	3,25	0,00

Quando consideradas as flores brevistilas, as características que mais contribuíram para discriminação entre populações foram o comprimento da antera e o comprimento do estigma. Por outro lado, as que menos contribuíram foram diâmetro da base e do ápice da corola. No morfo longistila as variáveis: comprimento do estigma, comprimento da antera e diâmetro do ápice da corola apresentaram maior poder discriminante, ao contrário das características comprimento da corola e diâmetro da base da corola as quais apresentaram menor poder discriminante.

Tabela 7. Sumário da análise de função discriminante de oito características de flores brevistilas e longistilas de *Psychotria ipecacuanha* nas florestas Amazônica e Mata Atlântica. CA = comprimento da antera, CE = comprimento do estigma, AA = altura da antera, AE = altura do estigma, CTC = comprimento do tubo da corola, CC = comprimento da corola, DAC = diâmetro do ápice do tubo da corola, DBC = diâmetro da base do tubo da corola. N = número de flores avaliadas

Caracteristicas	Brevistila (N = 172)			Longistila (N = 184)		
	λ parcial	F	P	λ parcial	F	P
CA	0,75	53,49	0,00	0,83	35,43	0,00
CE	0,87	24,47	0,00	0,95	9,00	0,00
AA	0,69	72,18	0,00	0,92	14,25	0,00
AE	0,90	18,39	0,00	0,99	0,82	0,36
CTC	0,77	48,64	0,00	0,81	41,33	0,00
CC	-	-	-	0,98	2,81	0,09
DAC	0,98	2,62	0,11	1,00	0,22	0,64
DBC	0,99	1,38	0,24	0,95	9,35	0,00

Considerando as flores brevistilas na análise discriminante entre florestas, a altura da antera foi a característica que mais contribuiu para discriminar a floresta Amazônica da Floresta Atlântica (Figura 3-A), enquanto as características diâmetro da base e do ápice da corola e altura do estigma apresentaram menor poder discriminante. O comprimento da corola não foi incluído no modelo para flores brevistilas. Com relação às flores longistilas, as variáveis no geral apresentaram valores elevados. Assim nenhuma das características avaliadas contribuiu perfeitamente para discriminação entre as florestas. As características com maior contribuição foram o comprimento do tubo da corola (Figuras 3-A e C) e comprimento da antera, e as de menor contribuição foram altura do estigma e diâmetro do ápice da corola.

Cinco funções discriminantes para ambos morfos florais das populações estudadas, e uma quando considerados os dois biomas como um todo, foram significativas à 1% pelo teste de qui-quadrado ($\chi 2$). Os coeficientes padronizados para variáveis canônicas indica quais características contribuíram para função discriminante e estão apresentados nas tabelas 8 e 9 para os níveis de população e floresta, respectivamente.

Tabela 8. Coeficiente padronizado para variáveis canônicas em populações naturais de *Psychotria ipecacuanha*. CA = comprimento da antera, CE = comprimento do estigma, AA = altura da antera, AE = altura do estigma, CTC = comprimento do tubo da corola, CC = comprimento da corola, DAC = diâmetro do ápice do tubo da corola, DBC = diâmetro da base do tubo da corola. N = número de flores avaliadas

Características	**Brevistila (N = 172)**		**Longistila (N = 184)**	
	Raiz 1	Raiz 2	Raiz 1	Raiz 2
CA	-0,88	0,24	-0,04	-0,80
CE	-0,35	-0,97	-0,72	0,12
AA	0,99	-0,33	0,01	-0,10
AE	0,35	-0,09	-0,04	0,48
CTC	-0,63	0,07	-0,03	-0,76
CC	0,11	0,31	-0,08	0,49
DAC	-0,05	-0,07	-0,56	0,33
DBC	-0,19	0,01	-0,06	-0,41
% acumulativa	0,64	0,90	0,43	0,75

Para o morfo brevistila, os coeficientes mostraram que as duas primeiras raízes explicam cerca de 90% da variação entre as populações estudadas. As características que mais contribuíram para essas duas funções foram a altura da antera, comprimento

da antera e comprimento do estigma. No morfo longistila as raízes um e dois explicam 75% da variação entre populações, com maior contribuição do comprimento do estigma para a raiz um e do comprimento da antera e comprimento do tubo da corola para raiz dois.

Tabela 9. Coeficiente padronizado para variáveis canônicas de oito características de flores brevistilas e longistilas de *Psychotria ipecacuanha* nas florestas Amazônia e Mata Atlântica. CA = comprimento da antera, CE = comprimento do estigma, AA = altura da antera, AE = altura do estigma, CTC = comprimento do tubo da corola, CC = comprimento da corola, DAC = diâmetro do ápice do tubo da corola, DBC = diâmetro

Tabela 10. Médias das variáveis canônicas em populações naturais de *Psychotria ipecacuanha* da Amazônia (MOZ, EXU, SOR, PRA E RVE) e Mata Atlântica (RAP, TVI e TLM) para flores brevistilas e longistilas.

Características	**Brevistila (N = 172)**		**Longistila (N = 184)**	
	Raiz 1	Raiz 2	Raiz 1	Raiz 2
MOZ	-	-	-0,65	1,51
EXU	-1,03	-0,60	-1,52	0,73
SOR	-2,93	-1,79	-1,38	1,01
PRA	-1,92	-0,98	0,44	0,63
RVE	-2,36	2,44	2,75	0,05
RAP	2,42	0,94	0,78	0,23
TVI	1,25	-0,83	-0,38	0,96
TLM	2,18	-0,39	-0,73	1,99

Das seis raízes de médias canônicas obtidas para flores brevistilas, as duas primeiras explicam cerca de 90% da variação entre as populações, por outro lado, as raízes 3 a 6, apresentaram menor magnitude de separação, pois elas explicam muito pouco da variação entre as populações estudadas.

A raiz 1, que apresenta 65% da variação para as flores brevistilas separou as florestas Amazônica e Mata Atlântica. Nesta raiz os indivíduos das duas florestas nesta análise foram perfeitamente separados com valores negativos e positivos (Tabela 10) para a floresta Amazônica e Mata Atlântica respectivamente, como visto na dispersão gráfica para populações (Figura 5-A). A raiz 2, discrimina a população RVE das demais populações, como observado no gráfico de dispersão para populações (Figura 5-A).

Para as flores longistilas, a raiz 1 que explica 43% da variação discrimina bem a população RVE das demais, enquanto a raiz 2 discrimina pouco as florestas, como visto

no gráfico de dispersão (Figura 5-B) onde pode-se observar um tendência à separação das duas florestas, mas com indivíduos das populações ainda muito sobrepostos.

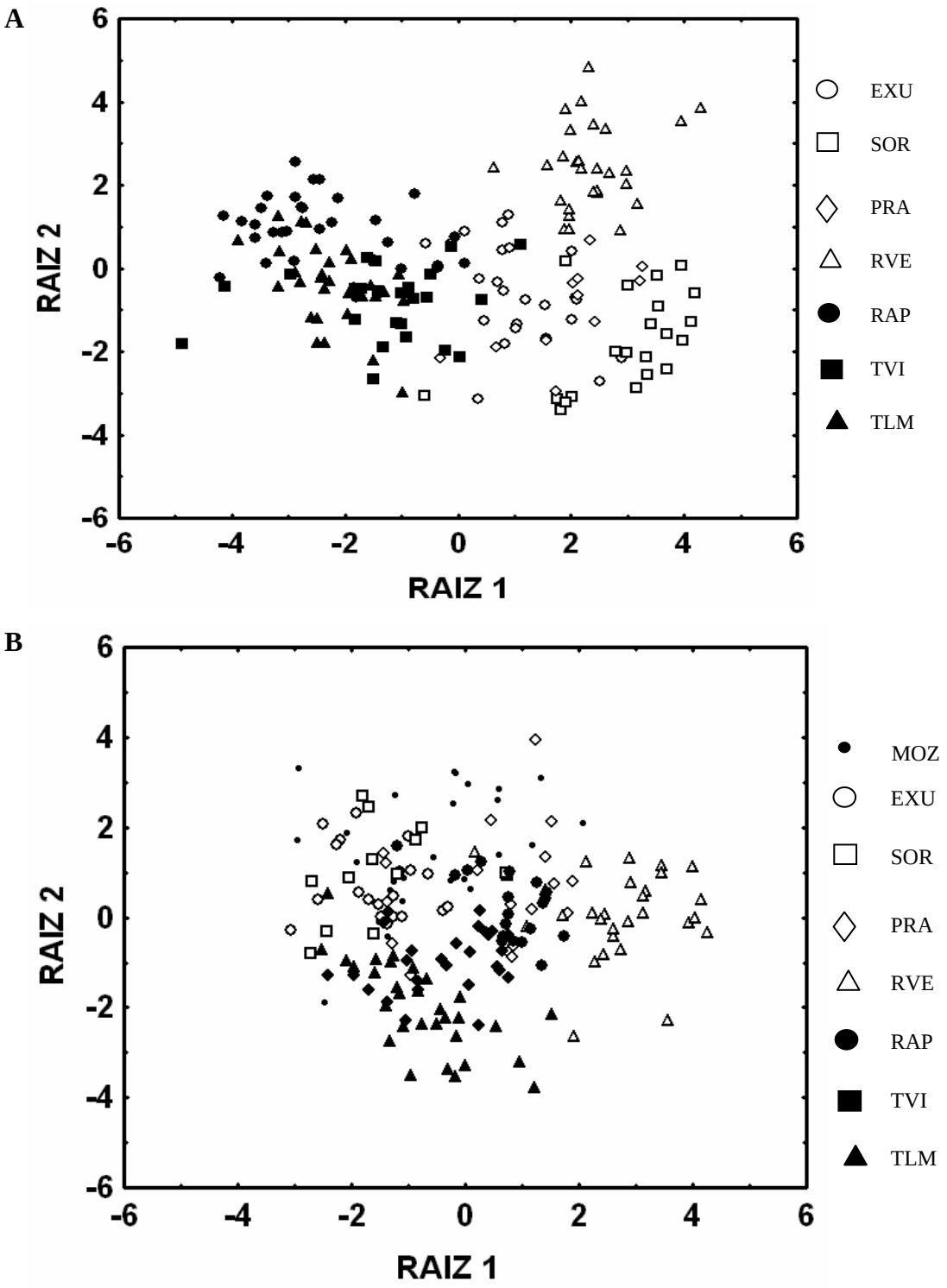

Figura 5. Escores da função discriminante para populações naturais de *Psychotria ipecacuanha* das florestas Amazônica (símbolos vazios) e Atlântica (símbolos cheios). A = flores brevistilas e B = Flores longistilas.

Quando consideradas as taxas de classificações corretas por população, flores brevistilas apresentaram no geral, pouco mais de 79% de classificações corretas contra aproximadamente 72% para as flores longistilas. As taxas de classificações corretas para cada população estão apresentadas na tabela 11. Quanto às classificações corretas para as florestas Amazônica e Atlântica, as funções discriminantes classificaram corretamente mais de 95% dos indivíduos brevistilas de ambas florestas, e mais de 84% dos indivíduos longistilas, sendo maior a taxa de classificações corretas da floresta Amazônica (90,65%) que na Atlântica (75,32%).

Tabela 11. Matriz de classificação correta da análise discriminante baseada em características florais do morfo brevistila e longistila de *Psychotia ipecacuanha* de populações naturais da Amazônia (MOZ, EXU, SOR, PRA e RVE) e Mata Atlântica (RAP, TVI e TLM).

Populações	**Porcentagem de classificações corretas (%)**			
	Brevistila	**N**	**Longistila**	**N**
MOZ	-	-	72,28	28
EXU	80	25	75	20
SOR	95,23	21	53,84	13
PRA	45,45	11	44,44	18
RVE	100	28	89,28	28
RAP	73,33	30	84,21	19
TVI	62,50	24	74,07	27
TLM	78,78	33	77,41	31
Total	79,06	172	72,28	184

As populações SOR e RVE apresentaram as maiores taxas de classificações corretas para flores brevistilas (95,23% e 100%, respectivamente) e RVE e RAP, as

maiores taxas para flores longistilas. O índice mais baixo de classificações corretas foi apresentado pela população PRA para ambos morfos florais, em torno de 45%. A alocação correta de 100% dos indivíduos brevistilas da população RVE indica que esta população apresenta características morfológicas florais que a distingue das demais populações, entre as duas florestas sugerindo uma maior diferenciação para esse grupo.

3.2.4. Análise de agrupamento

As tabelas 12 e 13 mostram as distâncias médias euclidianas de ligação entre as populações para flores brevistilas e longistilas respectivamente e na figura 6 estão os dendrogramas com o padrão de agrupamentos das populações da Amazônia e Mata Atlântica, para cada morfo floral.

Tabela 12. Matriz de distância média euclidiana para flores brevistilas entre populações naturais de *Psychotria ipecacuanha* das florestas Amazônica e Atlântica.

	EXU	**SOR**	**PRA**	**RVE**	**RAP**	**TVI**	**TLM**
EXU	0,00	2,19	1,98	4,38	3,07	3,34	2,89
SOR	2,19	0,00	1,55	4,71	4,47	4,63	4,43
PRA	1,98	1,55	0,00	4,58	3,88	4,55	4,03
RVE	4,38	4,71	4,58	0,00	4,30	6,96	4,36
RAP	3,07	4,47	3,88	4,30	0,00	4,03	1,57
TVI	3,34	4,63	4,55	6,69	4,03	0,00	3,99
TLM	2,89	4,43	4,03	4,36	1,57	3,99	0,00

Tabela 13. Matriz de distância média euclidiana para flores longistilas entre populações naturais de *Psychotria ipecacuanha* das florestas Amazônica e Atlântica.

	EXU	**SOR**	**PRA**	**RVE**	**RAP**	**TVI**	**TLM**	**MOZ**
EXU	0,00	0,47	0,70	2,40	1,05	0,72	0,77	1,07
SOR	0,47	0,00	0,57	2,44	1,12	0,69	0,65	1,21
PRA	0,70	0,57	0,00	2,21	0,90	0,76	0,76	1,21
RVE	2,40	2,44	2,21	0,00	1,57	2,24	2,26	1,52
RAP	1,05	1,12	0,90	1,57	0,00	0,82	0,95	0,58
TVI	0,72	0,69	0,76	2,24	0,82	0,00	0,33	1,04
TLM	0,77	0,65	0,76	2,26	0,95	0,33	0,00	1,15
MOZ	1,07	1,21	1,21	1,52	0,58	1,04	1,15	0,00

Na análise de agrupamento observaram-se dois padrões distintos de agrupamento para flores brevistilas (Figura 6-A) e longistilas (Figura 6-B).

Para as flores brevistilas, foram observados três grupos, onde as populações da Amazônia (EXU, SOR e PRA) formaram um grupo separado das populações da Mata Atlântica (RAP, TLM e TVI) que formaram um segundo grupo, enquanto a população RVE da Amazônia formou um grupo a parte, totalmente divergente das demais populações, como pode ser observado também na raiz 2 da dispersão gráfica da função discriminante.

Em relação às flores longistilas, foram observados quatro grupo distintos, um formado por três populações da Amazônia (EXU, SOR e PRA), um segundo grupo com duas populações da Mata Atlântica (TVI e TLM), um terceiro grupo com uma população de cada floresta (MOZ e RAP) e igualmente ao observado para flores longistilas, a população RVE formou um grupo completamente distinto das demais populações, o que pode ser confirmado pela dispersão gráfica da análise discriminante,

onde as populações aqui agrupadas, encontram-se sobrepostas, enquanto a população RVE constitui um grupo a parte em ambos morfos florais.

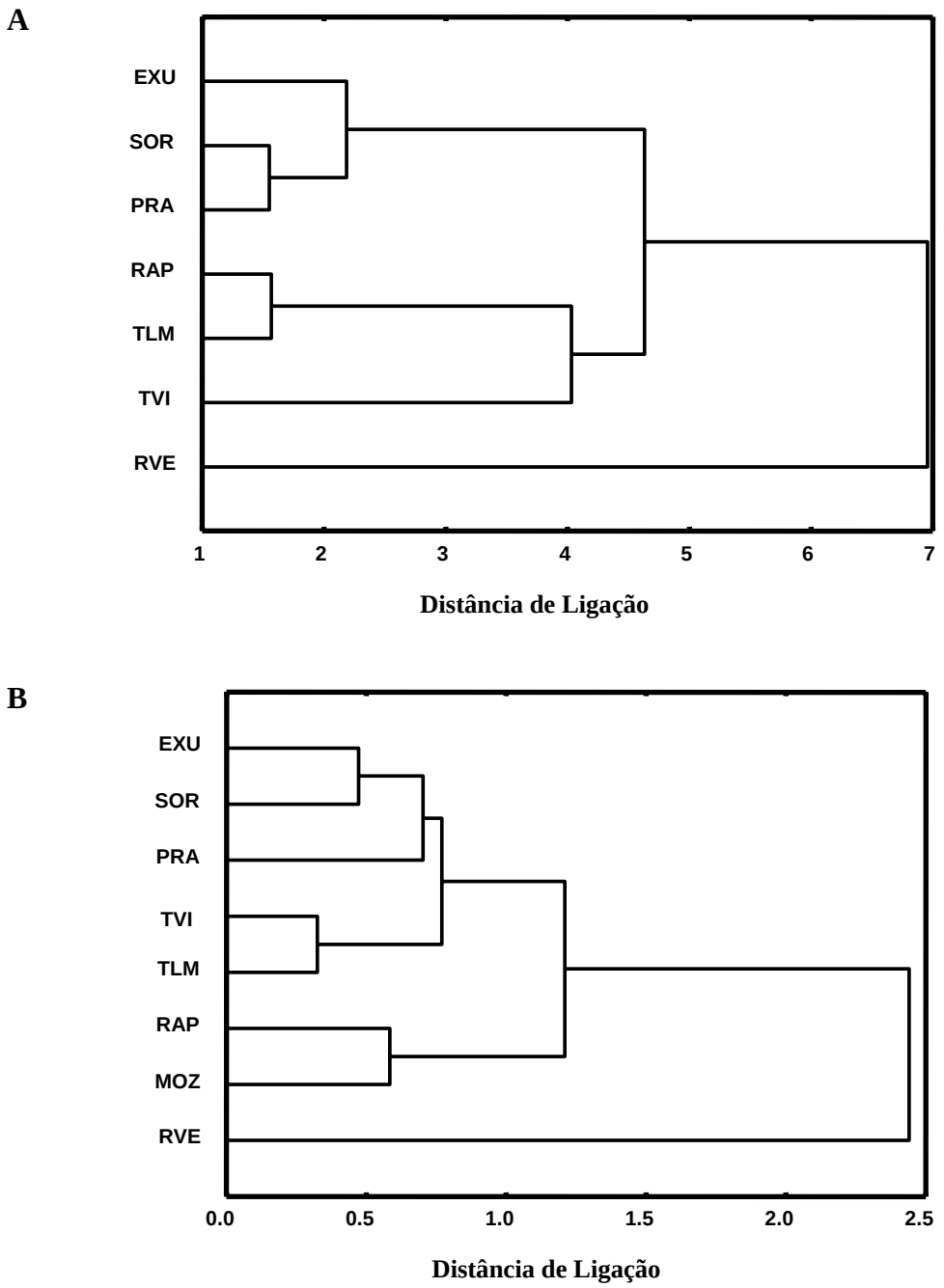

Figura 6. Agrupamento pelo método de ligação completa (vizinho mais distante) com base em distância média euclidiana das populações de *Psychotria ipecacuanha* das florestas Amazônica (EXU, SOR, PRA, RVE e MOZ) e Atlântica (RAP, TVI e TLM) para flores brevistilas (A) e longistilas (B).

Dominguez *et al.* (1998), observou um alto nível de diferenciação nas características florais entre populações de *Rhizophora mangle* L., e atribuiu essa variação como uma possível conseqüência de dois processos: por um lado, a seleção natural para um local ótimo, que pode criar diferenciações entre populações. Por outro lado, a deriva genética, que pode gerar diferenciações ao acaso independente das condições locais. Este autor discutiu ainda, citando Slatkin (1993), que por ser esperado que adaptações similares se desenvolvam como uma resposta à pressão seletiva similar e que populações próximas estão mais aptas a compartilhar um ambiente similar, espera-se então, que morfologias florais semelhantes sejam encontradas entre populações mais próximas, uma vez que o fluxo gênico entre populações, seria inversamente relacionado à distância entre elas.

De acordo com Steiner & Whitehead (1990), quando a guilda de espécies animais polinizadores varia entre populações, é esperado que a morfologia floral também se diferencie entre essas populações. No presente estudo, não foram realizadas observações com relação a polinizadores, sendo necessários estudos nesta área para inferir algo sobre este aspecto.

3.2.5.Grãos de pólen dimórficos

Na figura 7 estão apresentados o diâmetro médio dos grãos de pólen para as populações da Amazônia e da Mata Atlântica. Os grãos de pólen foram significativamente maiores nas flores brevistilas que nas flores longistilas em todas as populações estudadas da Amazônia, variando de 42,29 µm a 70,32 µm para os morfos brevistílos e de 34,34 µm a 56,39 µm nos longistílos, como observado por Rossi *et al.*

(2005) nas populações da Mata Atlântica, onde a variação foi de 38,47 µm a 76,41 µm nos morfos brevistilos e de 30,08 µm a 59,35 µm nos longistílos.

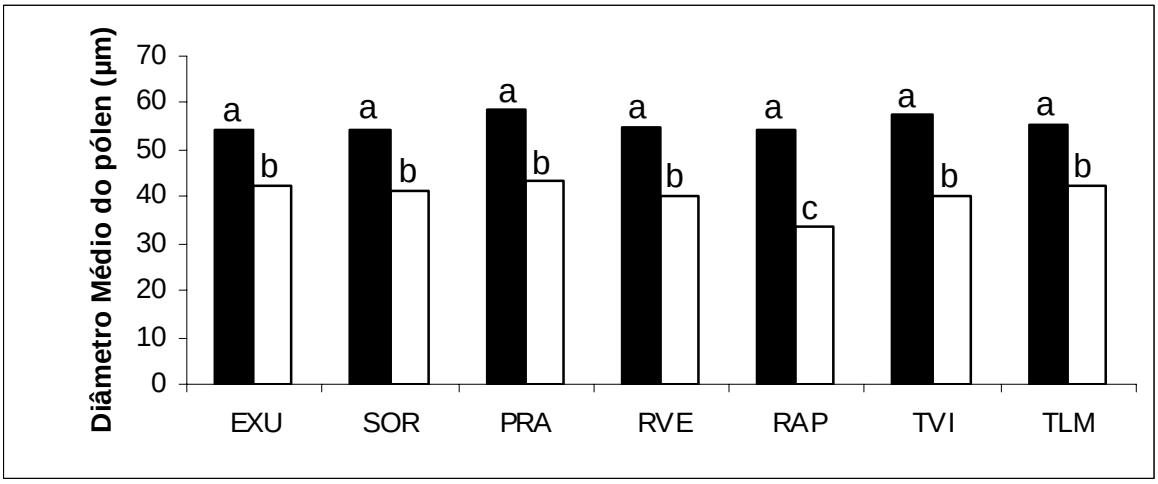

Figura 7. Diâmetro médio do grão de pólen em flores brevistilas (■) e em flores longistilas (□) de *Psychotria ipecacuanha* de quatro populações naturais da Amazônia (EXU, SOR, PRA e RVE) e três populações da Mata Atlântica. Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si (5% de probabilidade, teste de Tukey).

Quanto às comparações intramorfo, não houve diferenças significativas para o diâmetro médio do pólen entre as flores brevistilas das florestas Amazônica e Atlântica. Quanto às flores longistilas, apenas a população RAP da Mata Atlântica apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparada às demais populações.

De acordo com Cruden (1977), quanto maior a eficiência na transmissão de pólen, mais baixa será a P/O. A razão pólen/óvulo (P/O) de *P. ipecacuanha* foi verificada para ambas florestas e os valores estão apresentados na tabela 14.

A P/O no morfo longistila foi semelhante entre as duas florestas, com valor médio de 1.876,93 para a Amazônia e 1.870 para a Mata Atlântica, enquanto que a

média para o morfo brevistila, foi mais baixa na Amazônia (1.399,22) que na Mata Atlântica (1.617, 50). Esse resultado provavelmente seja devido à diferença significativa observada no tamanho da antera brevistila entre as duas florestas (Tabela 5), onde as flores da Mata Atlântica apresentam anteras significativamente maiores que as flores da Amazônia, enquanto que as anteras longistilas, não diferiram significativamente entre as flores das duas florestas.

Uma maior produção de pólen de diâmetro menor por flores longistilas, e grãos de tamanho médio maiores, porém em menor quantidade nas brevistilas, tem sido observado em outras espécies distílicas como *Hedyotis caerule* (Ornduff 1980), *Palicourea fendleri, P. petiolaris* (Sobrevila 1983), *P. padifolia* (Ree 1997), *Jasminum fruticans* (Thompson & Dommée 2000), *Psychotria poeppigiana* (Coelho & Barbosa 2004), e *Sabicea cinerea* Aubl. (Teixeira & Machado 2004 b), sendo considerada uma condição comum para a distilía (Ganders 1979).

De acordo com Barrett (1992), apesar de não haver evidências, a diferença no tamanho dos grãos de pólen, entre os morfos florais, está relacionada, com a quantidade de reserva nutritiva, onde o tamanho maior dos grãos no morfo brevistila possui mais reserva, para emitir tubos polínicos através dos estiletes do morfo longistila, porém esta hipótese é questionada por Ganders (1979) e Dulberger (1992). Stone (1995) estudou padrões de doação e deposição de pólen em *Psychotria suerrensis* Donn. Sm. e considerou que uma produção mais alta de pólen pelo morfo longistila que no brevistila em muitas espécies pode ser um resultado de seleção devido às proporções mais baixas de deposição de pólen por anteras mais baixas.

Tabela 14. Valores médios da razão pólen óvulo (P/O) e viabilidade polínica de *Psychotia ipecacuanha* entre as florestas Amazônica e Atlântica.

	Floresta			
	Amazônia		**Mata Atlântica**	
	Tipo floral			
	Brevistila	Longistila	Brevistila	Longistila
Viabilidade (%)	82,20	84,71	94,2	96,3
P/O	1.399,22	1.876,93	1.617,50	1,870,00

A viabilidade do pólen foi de 82,21% nas flores brevistilas e 84,71% para as longistilas quando consideradas todas as populações da floresta Amazônica. Neste resultado, para as flores longistilas, não estão incluídos os dados de duas reboleiras que apresentaram uma taxa de viabilidade muito baixa quando comparada às demais, quando incluídos tais dados, a viabilidade desse morfo floral foi de 80,36%.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As populações de *P. ipecacuanha* da Amazônia, diferentemente das populações da Mata Atlântica apresentaram reboleiras onde co-ocorrem as formas florais brevistila e longistila em quatro padrões distintos.

Considerando as reboleiras isomórficas foram observadas populações isopléticas como também observado na Mata Atlântica, porém uma das populações da Amazônia é anisoplética onde apenas o morfo longistila foi observado. As diferenças intramorfo entre as populações da Amazônia foram significativas para todas as características florais avaliadas.

As características altura do estigma, altura da antera e comprimento do estigma foram significativamente diferentes entre os dois morfos florais, assim como o diâmetro do grão de pólen e P/O.

Quando comparados as duas florestas, a altura da antera das flores brevistilas foi a característica que mais contribuiu para a discriminação das florestas. Nas flores longistilas, o comprimento do tubo da corola e o comprimento da antera apresentaram maior poder de discriminação.

No geral, as flores brevistilas apresentaram uma maior diversidade entre as florestas do que as flores longistilas, levando a uma separação mais evidente entre as duas florestas, enquanto que as longistilas não permitiram uma dissociação completa entre elas.

As populações de ambas florestas apresentaram hercogamia recíproca com variações na altura dos órgãos sexuais consideradas dentro do padrão para outras rubiáceas distílicas. Os níveis mais altos dos órgãos separam as populações das duas florestas onde populações da Amazônia tendem a apresentar estigmas brevistilos acima

de anteras longistilas, sendo que o contrário ocorre com as populações da Mata Atlântica.

Com exceção do morfo longistila da população RAP da Mata Atlântica, as diferenças intramorfo em diâmetro do grão de pólen não diferem significativamente entre as florestas.

A população RVE da Amazônia apresentou as características mais divergentes entre todas as populações estudadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assis, M.C. 1992. **Aspectos taxonômicos, anatômicos e econômicos da "ipeca",** ***Psychotria ipecacuanha*** **(Brot.) Stokes**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 132p.

Assis, M.C.; Giulietti, A.M. 1999. Diferenciação morfológica e anatômica em populações de "ipecacuanha" – *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae). **Revista brasileira de botânica, 22** (2): 205-216.

Barrett, S.C.H. 1985. Ecological genetics of breakdown in tristyly. *In:* Haeck, J.; Woldendorp, J.W. (Eds.). **Structure and functioning of plant population II**: **Phenotypic and genotypic variation in plant population**. North-Holland Publish Company, Amsterdam, Netherland. Pp. 267-275

Barrett, S.C.H. 1992. Heterostylous genetic polymorphisms: model systems for evolutionary analysis. *In*: Barrett, S.C.H. (Ed.). **Evolution and function of heterostyly**. Monographs on theorical and applied genetics. Ed. Springer-Verlag, Berlin. Pp. 1-29.

Barrett, S.C.H. 1998. The evolution of mating strategies in flowering plants. **Trends in plant science, 3** (9): 335-341.

Barrett, S.C.H.; Eckert, C.G. 1990. Variation and evolution of mating systems in seed plants. *In*: Kawano, S. (Ed.). **Biological approaches and evolutionary trends in plant.** Academic Press, Tokyo. Pp. 229-254.

Barrett, S.C.H.; Prince, S.D.; Shore, J.S. 1983. Male fertility and anisoplethic population structure in tristylous *Pontederia cordata* (Pontederiaceae). **Evolution, 37** (4): 745-759.

Barrett, S.C.H.; Shore, J.S. 1987. Variation and evolution of breeding systems in the *Turnera ulmifolia* L. complex (Turneraceae). **Evolution, 41** (2): 340-354

Batistini, A.P.; Moro, J.R.; França, S.C.; Pereira, A.M.S. 2002. Avaliação de diferentes sistemas de cultivo “in vitro” para a micropropagação de *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes. **Revista brasileira de plantas medicinais, Botucatu, 5** (1): 27-35.

Bawa, K.S.; Beach, J.H. 1983. Self-incompatibility systems in the Rubiaceae of a tropical lowland wet forest. **American Journal of Botany, 70**: 1281-1288.

Bruneton, J. 1995. **Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants**. Lavoisier Publishing, Paris. 915p.

Burger, W.; Taylor, C.M. 1993. Flora Costaricensis. **Fieldiana, 33**: 1-333.

Cardim, D.C.; Carlini-Garcia, L.A.; Mondin, M.; Martins, M.; Veasey; E.; Ando, A.A. 2001.Variabilidade intra-específica em cinco populações de *Oncidium varicosum*

Lindl. (Orchidaceae – Oncidiinae) em Minas Gerais. **Revista brasileira de Botânica, 24** (4):553-560 – suplemento.

Clegg, M.T.; Durbin, M.L. 2003. Tracing floral adaptations from ecology to molecules. **Nature Reviews Genetics, 4** (3): 206-215.

Coelho, C.P.; Barbosa, A.A.A. 2004. Biologia reprodutiva de *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Rubiaceae) em mata de galeria. **Acta botânica brasílica, 18** (3): 481-489.

Corrêa, M.P. 1984. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Rio de Janeiro. Pp 320-324.

Costa, L.P. 2003. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic Forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. **Journal of Biogeography, 30** (1): 70-86

Cruden, R.W. 1977. Pollen-ovule rations: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution, 31**: 32-46.

Delprete, P.G. 2004. Progresso na classificação das Rubiaceas durante os últimos dez anos. ***In*: Congresso Nacional de Botânica.** 53, Viçosa, MG. CD-Rom.

Dominguez, C.A.; Eguiarte, L.E.; Nuñez-Farfán, J.; Dirzo, R. 1998. Flower morphometry of *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae): Geographical variation in Mexican populations. **American Journal of Botany, 85** (5): 637-643.

Dulberger, R. 1992. Floral polymorphisms and their functional significance in the heterostylous syndrome. *In*: Barrett, S.C.H. (Ed.). **Evolution and function of heterostyly**. Monographs on theorical and applied genetics. Springer-Verlag, Berlin. Pp.41-84.

Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Rewiew, 38 (2):** 201-341.

Endress, P.K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge University Press. Cambridge. 511p.

Faivre, A.M.; Mcdade, L.A. 2001. Population-level variation in the expression of heterostyly in three species of Rubiaceae: does reciprocal placement of anthers and stigmas characterize heterostyly? **American Journal of Botany, 88**:841-853.

Ganders, F.R. 1979. The biology of heterostyly. **New Zeland Journal Botany, 17**: 607-635.

Garcia, R.M.A. 2001. **Variação sazonal do conteúdo de alcalóides e anatomia de raiz e caule em populações naturais de *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 73 p.

Grandisoli, E.A.C. 1997. **Biologia reprodutiva e estrutura da população de *Psychotria suterella* Muell. Arg. (Rubiaceae) em um fragmento de mata secundária em São Paulo (SP)**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 96 p.

Gregorius, H.-R. 1992. Population genetic keys to speciation. **Göttingen Research Notes in Forest Genetics, 13:** 1-19.

Judd, W.S. *et al*. 2002. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. 2ª ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA. 575p.

Lima, A.L. 1986. **Contribuição ao estudo da biologia floral, da fenologia e do sistema de reprodução de *Psychotria leiocarpa* Cham. Et Schl. (Rubiaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 83 p.

Lloyd, D.G.; Webb, C.J. 1992. The evolution of heterostyly. *In*: Barrett, S.C.H. (Ed.). **Evolution and function of heterostyly**. Monographs on Theorical and Applied Genetics. Springer-Verlag, Berlin. Pp. 151-178.

Maitelli, G.T. 2005. Interações atmosfera-superfície – clima. *In*: Moreno, G.; Higa, T.C.S. (Orgs.). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade ambiente.** Ed. Entrelinha, Cuiabá, MT. Pp. 238-249.

Manly, B.F.J. 1994. **Multivariate statistical methods: a primer**. Chapman & Hall, New York. 215p.

Martins, E.R. 2000. **Conservação da poaia (*Pschotrya ipecacuanha*): coleta, ecogeografia, variabilidade genética e caracterização reprodutiva.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes – RJ. 108 p.

Méio, B.B.; Freitas, C.V.; Jatobá, L.; Silva, M.E.F.; Ribeiro, J.F.; Henriques, R.P. B. 2003. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado *sensu stricto*. **Revista Brasileira de Botânica, 26** (4):437-444.

Miranda, L., Amorim, L. 2001. **Mato Grosso: atlas geográfico – vegetação**. Entrelinhas, Cuiabá, MT. 40 p.

Monteiro, R.; Nakajima, J.N.; Ribeiro, J.L.S.; Toledo, J.C. 1991. Morfologia e distribuição espacial das formas heterostílicas de *Psychotria barbiflora* DC. (Rubiaceae). **Naturalia, 16**: 137-146.

Oliveira, L.O.; Martins E.R. 1998. **O desafio das plantas medicinais brasileiras: I – O caso da poaia (*Cephaelis ipecacuanha*).** UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. 73 p.

Ornduff, R. 1980. Heterostyly, population composition, and pollen flow in *Hedyotis caerulea*. **American Journal of Botany, 67** (1): 95-103.

Pailler, T.; Humeau, L.; Figier, J. 1998. Reproductive trait variation in the functionally dioecious and morphologically heterostylous island endemic *Chassalia corallioides* (Rubiaceae). **Biological Journal of the Linnean Society, 64** (3):297-313.

Pailler, T.; Thompson, J.D. 1997. Distyly and variation in heteromorphic incompatibility in *Gaertnera vaginata* (Rubiaceae) endemic to La Reunion Island. **American Journal of Botany, 84** (3): 315-327.

Pérez-Nasser, N.; Eguiarte, L.E.; Piñero, D. 1993. Mating system and genetic structure of the distylous tropical tree *Psychotria faxlucens* (Rubiaceae). **American Journal of Botany, 80**: 45-52.

Radford, A.E.; Dickson, W.C.; Massey, J.R.; Bell, C.R. 1974.**Vascular plant systematics**. Harper and Row Publischers, New York. 891p.

Ree, R.H. 1997. Pollen flow, fecundity, and the adaptive significance of heterostyly in *Palicourea padifolia* (Rubiaceae). **Biotropica, 29** (3): 298-308.

Richards, A.J. 1986. **Plant breeding systems**. George Allen & Unwin Publischers, London. 529p.

Richards, J.H.; Barrett, S.C.H. 1992. The development of heterostyly. *In*: Barrett, S.C.H. (Ed.). **Evolution and function of heterostyly**. Monographs on theorical and applied genetics. Springer-Verlag, Berlin. Pp.86-127.

Richards, J.H.; Koptur, S. 1993. Floral variation and distyly in *Guetarda scabra* (Rubiaceae). **American Journal of Botany, 80** (1): 31-40.

Rizzini, C.T. 1963. A flora do cerrado: análise florística das savanas centrais. *In*: Ferri, M.G. (Org.). **Simpósio sobre o cerrado**. Edusp, São Paulo. Pp. 126-177.

Rossi, A.B. 2003. **Biologia reprodutiva de *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae)**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 48 p.

Rossi, A.A.B.; Oliveira, L.O.; Vieira, M.F. 2005. Distyly and variation in floral traits in natural populations of *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae).

Steiner, K.E.; Whitehead, V.B. 1990. Pollinator adaptation to oil-secreting flower – *Redivia* and *Diascia.* **Evolution, 44**: 1701-1707.

Stone, J.L. 1995. Pollen donation patterns in a tropical distylous shrub (*Psychotria suerrensis;* Rubiaceae). **American Jounal of Botany, 82** (11): 1390-1398.

Taylor, C.M. 1996. Overview of the Psychotrieae (Rubiaceae) in the Neotropics. **Opera Botanica Bélgica, 7**: 261-270.

Teixeira, L.A.G.; Machado, I.C. 2004a. Biologia da polinização e sistema reprodutivo de *Psychotria barbiflora* DC. (Rubiaceae). **Acta botanica brasilica, 18** (4): 853-862.

Teixeira, L.A.G.; Machado, I.C. 2004b. *Sabicea cinerea* Aubl. (Rubiaceae): distilía e polinização em um fragmento de floresta Atlântica em Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica, 27** (1): 193-204.

Thompson J.D.; Dommée, B. 2000. Morph-specific patterns of variation in stigma height in natural populations of distylous *Jasminum fruticans.* **New Phytologist, 148:** 303-314.

Webb, C.J.; Lloyd, D.G. 1986. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperm II. Hercogamy. **New Zeland Journal of Botany, 24**: 163-178.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo