

DÉBORA MARCOUIZOS GUIMARÃES

**Ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir.
(Fabaceae: Faboideae): da floração à dispersão
de sementes**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2009

DÉBORA MARCOUIZOS GUIMARÃES

**Ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir.
(Fabaceae: Faboideae): da floração à dispersão
de sementes**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADOR: DR. JOSÉ MARCOS BARBOSA

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica

Guimarães, Débora Marcouizos

G963e Ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae): da floração à dispersão de sementes / Débora Marcouizos Guimarães -- São Paulo, 2009.
54 p. il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009
Bibliografia.

1. Fabaceae. 2. Áreas degradadas. 3. Restinga. I. Título

CDU : 582.736

*É sábia a natureza,
é nossa mãe, nossa amiga.
Mas sabe agir com presteza,
se ferida, logo castiga.*

Ilze da Arruda Camargo

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Botânica de São Paulo, por possibilitar a execução do presente trabalho, especialmente pelo apoio financeiro nas viagens.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Marcos Barbosa, pela segunda vez, pela orientação, pelo estímulo e pela confiança no meu trabalho.

À Dra. Adriana de Oliveira Fidalgo, pela amizade, pelas broncas e contribuições nas diversas fases do estudo, e por compartilhar comigo seus conhecimentos científicos que tiveram valor inestimável para a realização desta pesquisa e para a minha formação.

Às biólogas Gabriela Toledo Oliveira e Mariana Baganha de Freitas, pela amizade e pela ajuda e companhia em campo, sob sol, chuva e mosquitos...

Ao Dr. Nelson Augusto dos Santos Júnior, pela paciência e disposição para ajudar sempre que precisei.

Aos membros da banca Dra. Kayna Agostini e Dr. Cláudio José Barbedo, pelas preciosas sugestões.

Ao pessoal da garagem do Instituto de Botânica, principalmente ao Seu João, por madrugar nas nossas semanas de campo, e aos motoristas.

Aos colegas da mineradora STAF, Rui, Tanil e Rubens, por permitirem a realização das pesquisas em campo, e aos seguranças Seu Antônio, Seu Cícero e Natanael, por tornarem nosso trabalho muito mais divertido.

Aos biólogos e amigos Natalia Mezzacappa e Tiago Brigido, pela ajuda com os “abstracts”, à minha irmã Carol, pela revisão do texto e à Tia Fátima, pelo auxílio com as fotos.

Ao Januário e ao William, por resolverem todos os problemas que a Lei de Murphy me proporcionou, como panes no computador, na internet, na impressora, etc.

Aos meus amigos de sempre, Bianca Queiroz, Felice, Gutinho, Lua, Narizinho, Ny, Pablito, Quel e Tati, por estarem presentes em todos os momentos da minha vida! Vocês valem ouro!

Aos amigos que fiz em todos esses anos de Ibt, especialmente Akemi, Clau, Cris, Gabi, Lamarca, Mauris, Nati, Peterson e Pri.

À Catherine, minha mãe, que investiu muito na minha formação porque sempre acreditou que eu chegaria lá. Hoje estou um passo mais perto...

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS.....	4
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	5
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
 CAPÍTULO 1 - Ecologia reprodutiva de <i>Clitoria laurifolia</i> Poir. (Fabaceae: Faboideae) em uma área de restinga em processo de regeneração.....	 12
Introdução.....	14
Material e Métodos.....	15
Resultados.....	17
Discussão.....	23
Referências Bibliográficas.....	28
 CAPÍTULO 2 - Maturação e dispersão de sementes de <i>Clitoria laurifolia</i> Poir. (Fabaceae: Faboideae).....	 33
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados.....	37
Discussão.....	43
Referências Bibliográficas.....	48
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 53
 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	 54

RESUMO

O estudo da biologia de espécies colonizadoras de áreas degradadas pode demonstrar o grau de adaptação e sucesso das mesmas nestes ambientes. O objetivo deste trabalho foi estudar a ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae) em uma área de restinga degradada pela extração de areia em São Vicente – SP (23°57'3''S e 46°23'5''O). Foram coletados dados sobre a fenologia, a biologia floral, os visitantes florais, o sistema reprodutivo, a maturação de frutos e sementes e a dispersão das sementes. *Clitoria laurifolia* é uma espécie herbácea que floresce e frutifica de fevereiro a junho. As flores são papilionáceas e melitófilas e *Bombus morio* foi o principal polinizador na área de estudo. A maior frequência de visitação ocorreu entre 8:30 e 10 horas e foi relacionada à quantidade e qualidade do néctar oferecido. A espécie é autocompatível, apresentando 59,5% e 43,8% de sucesso na autopolinização e na polinização cruzada manuais, respectivamente. O teste de germinação mostrou que as sementes atingem o ponto de maturidade fisiológica próximo aos 21 dias após a antese, uma vez que este estágio apresentou as maiores porcentagens de germinação e de plântulas normais (99,17% em ambas), além do IVG mais elevado. Os frutos de *Clitoria laurifolia* são deiscentes, apresentando autocoria seguida de mirmecocoria. Quatro espécies de formigas foram observadas interagindo com as sementes e *Atta sexdens* (saúva-limão) foi responsável pela maior parte das remoções das sementes. Além disso, *Clitoria laurifolia* não forma banco de sementes na área de estudo, pois 98% das sementes germinaram na primeira quinzena de soterramento. Os resultados demonstraram que a espécie encontra-se adaptada à área de estudo e possui grande potencial para uso em projetos de restauração de áreas degradadas pela mineração, especialmente com função colonizadora.

Palavras-chave: *Clitoria laurifolia*, dispersão, ecologia reprodutiva, maturação de sementes, recuperação de áreas degradadas.

ABSTRACT

Studies evolving colonizer species in recovering areas may show evidence about their adaptation and outcome degree at those places. The subject of this study was to research reproductive ecology of *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae) in a coastal plain degraded by the sand mining in São Vicente – SP (23°57'3''S and 46°23'5''W). Phenology, floral biology, floral visitors, reproductive system, fruit/seed maturation and dispersion were gathered. *Clitoria laurifolia* is an herbaceous species that flowers from February to June. The flowers are papilionate and melittophilous and *Bombus morio* was the main pollinator at the study area. The highest visitation frequency occurred from 8:30 a.m. to 10:00 a.m. and it was related to the amount and concentration of the nectar available. The specie is self-compatible presenting 59.5% in self-pollination and 43.8% in cross-hand pollination. The germination test indicated that the seeds harvested on the 21st day after the anthesis were close to physiological maturation. This stage presented the highest germination percentage and regular seedlings (99.17 to both); besides the germination speed index was higher. Dehiscent fruits of *Clitoria laurifolia* usually have two stages of seed dispersal, autochory followed by myrmecochory. There were four species of ants interacting with the seeds at the study area, and *Atta sexdens* was responsible for the greatest part of the removed seeds. Furthermore, *Clitoria laurifolia* does not form seed bank at the study area, whereas 98% of the seeds germinated at the fifteen first days of the burial. The results pointed that this species is adapted to the study area and it has a huge potential to be used in recover projects in degraded areas by the mining activity, mainly as colonizer function.

Key words: *Clitoria laurifolia*, dispersal, seeds maturation, restoration ecology, reproductive ecology.

INTRODUÇÃO GERAL

Os principais impactos causados ao meio ambiente decorrentes da atividade antrópica incluem o desmatamento e, em decorrência, a fragmentação das paisagens, a degradação dos solos, a erosão, o assoreamento dos rios, as alterações na estrutura populacional dos organismos, a perda da biodiversidade, o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera, a contaminação de aquíferos, entre outros (Barbosa 2000, Barbosa 2003, Prudente 2005).

O uso e a ocupação desordenados do solo, que ocorreram e ainda ocorrem em todo o país, seja para extensão de áreas agrícolas, urbanas ou industriais, têm acarretado preocupações com o futuro, desta e das próximas gerações, para a sociedade como um todo (Barbosa & Mantovani 2000).

No caso da vegetação que contorna o litoral brasileiro, a ocupação urbana é a principal causa de degradação desde os primórdios da colonização européia (Reis *et al.* 2005). Nas praias urbanizadas a ocupação se dá muitas vezes sobre a própria praia, através da implantação de equipamentos urbanos (jardins, avenidas, ciclovias, estruturas de apoio náutico, etc.), construções públicas e particulares, além da extração de areia que é comum em todo o país. Atualmente, 54% das praias paulistas estão em Risco Alto e Muito Alto de erosão costeira (Souza *et al.* 2008).

Além dos prejuízos ecológicos o desmatamento também vem causando danos econômicos e sociais relacionados à saúde, alimentação e qualidade de vida, que têm na manutenção e preservação da biodiversidade a grande perspectiva de solução (Barbosa 2000). A intervenção nessas áreas degradadas, através de ações mitigadoras e conservacionistas, pode facilitar o processo de sucessão, acelerando a regeneração e evitando a perda de biodiversidade (Rodrigues & Gandolfi 2000).

O avanço do conhecimento sobre ciência e tecnologia para a restauração de áreas degradadas no Estado de São Paulo a partir dos anos 80 tem mostrado importantes resultados, valorizando-se o uso de espécies nativas e o conceito de sucessão ecológica secundária (Barbosa *et al.* 2008). Estas premissas já estão consolidadas, especialmente em relação à recuperação das matas ciliares. Entretanto, ainda há muitos desafios a serem superados. (Barbosa *et al.* 2003).

Rodrigues & Gandolfi (2000) apontam a dificuldade do estabelecimento de parâmetros para a avaliação e o monitoramento dos reflorestamentos heterogêneos capazes de

verificar a qualidade e a resiliência em áreas implantadas. Avaliar se uma ação ou projeto de restauração atingiu os objetivos pré-definidos implica em ter uma expectativa do que se pretende alcançar, compatível com a modelagem a ser utilizada nas diferentes situações (Nalon *et al.* 2008). De acordo com a Sociedade Internacional para Restauração Ecológica, o objetivo final da restauração ecológica é criar um ecossistema auto-sustentável e resiliente às perturbações (SER 2004). Na prática, porém, poucos projetos consideram interações ecológicas essenciais para o funcionamento em longo prazo de um ecossistema restaurado, como a polinização e a dispersão de sementes.

Alguns autores sugerem que o levantamento do conjunto de visitantes florais e o estudo de sua eficiência como polinizadores podem ser parâmetros importantes para a avaliação de áreas restauradas ou em processo de restauração (Waltz & Covington 2004, Forup & Memmott 2005, Fidalgo 2008). Associadas ao estudo da fenologia, estas informações são de grande valia no planejamento de projetos que utilizem espécies vegetais capazes de atrair a fauna e que apresentem diferentes épocas de floração e frutificação ao longo do ano, para que os agentes polinizadores e dispersores permaneçam na área em recuperação.

O estudo da biologia reprodutiva de plantas com flores é importante para a conservação e para o entendimento dos sistemas de polinização e reprodução que regulam a estrutura genética das populações podendo elucidar barreiras à formação de frutos e sementes, (Tandon *et al.* 2003). É preciso, portanto, ampliar o conhecimento acerca da biologia das espécies presentes nos plantios de recuperação, quando estas se encontram em áreas naturais de floresta. Porém, devido à falta de informações técnicas como fenologia, biologia floral, polinização, germinação e produção de sementes, torna-se difícil identificar o potencial biótico e o uso favorável destas espécies nativas na recuperação de áreas degradadas (Prudente 2005).

Outro desafio para este ramo da pesquisa científica está relacionado aos ecossistemas mais frágeis, como as restingas, que, dependendo do nível de impacto a que são submetidos, tornam-se extremamente difíceis de serem recuperados. Segundo Araújo & Lacerda (1987), por estarem estabelecidas sobre solos arenosos, altamente lixiviados e pobres em nutrientes, estas formações vegetacionais são muito frágeis e passíveis de perturbações, o que torna a conservação dependente, em grande parte, de mecanismos intrínsecos existentes na sua comunidade vegetal.

As experiências sobre recuperação em áreas degradadas de restingas são preliminares e sem dados conclusivos, devido às dificuldades de manejo e plantio decorrentes das alterações na dinâmica do solo. Os plantios observados nas áreas que sofreram alterações do substrato

recuperam, eventualmente, parte da fisionomia florestal, mas não apresentam as características florísticas e ecológicas de restinga (Rodrigues 2000).

A análise de três reflorestamentos heterogêneos com espécies arbóreas e arbustivas em áreas de restingas, duas delas degradadas pela mineração e a terceira pelo desmatamento e pelo fogo, indicou que houve alta mortalidade das mudas introduzidas. Além disso, o desenvolvimento dos indivíduos que sobreviveram não foi satisfatório, uma vez que as taxas de crescimento foram consideradas baixas e a maioria não entrou em fase reprodutiva. (Carrasco 2003, Alcântara 2006, Zamith e Scarano 2006). Assim, o objetivo da restauração não foi alcançado nestes plantios, uma vez que os mesmos não resultaram em ecossistemas auto-sustentáveis, o que evidencia a necessidade do desenvolvimento de metodologias diferenciadas para a recuperação destas áreas.

Alguns autores sugerem que nestes casos, onde as características físicas do solo e o banco de sementes foram alterados, a restauração deva ser encarada como um processo de sucessão primária, ou seja, considerando-se o desenvolvimento da vegetação em substrato recém-formado (Reis *et al.* 2003, Reis *et al.* 2005, Reis *et al.* 2007). Para Carrasco (2003), espécies arbustivas que iniciem um processo de colonização são mais recomendadas para o plantio, com o intuito de acelerar a recuperação destas áreas degradadas com baixa resiliência; porém, ainda são necessários estudos que estabeleçam quais são essas espécies. Destaca-se, portanto, a importância de estudos sobre a biologia de espécies colonizadoras de áreas degradadas para demonstrar seu grau de adaptação e sucesso nestes ambientes e avaliar sua possível utilização em futuros projetos de recuperação (Rosales *et al.* 1997).

Clitoria laurifolia Poir. é uma planta herbácea pertencente à família Fabaceae, subfamília Faboideae (Lewis *et al.* 2005, Souza e Lorenzi 2005). Ocorre em solos arenosos de restinga, geralmente muito perturbados (Lewis 1987), e possui características ecofisiológicas que favorecem seu estabelecimento em áreas degradadas, como a autocoria, a rusticidade e a propagação vegetativa através de estolões (Rodrigues *et al.* 2007). Além disso, abriga nódulos de bactérias nitrificantes em suas raízes, o que pode auxiliar no enriquecimento de solos empobrecidos através da fixação de nitrogênio (Joly 1991, Faria & Lima 1998).

Apesar do aparente potencial que a espécie apresenta para colonizar áreas degradadas, esta tem sido cultivada apenas pelo caráter ornamental de suas flores papilionáceas (Bailey & Bailey 1976, Cronquist 1981, Joly 1991). Ainda não há conhecimento científico suficiente para embasar sua inclusão em projetos de recuperação. Este trabalho representa o primeiro estudo sobre a ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia*, abordando desde a floração e polinização até a maturação e dispersão de suas sementes.

OBJETIVOS

GERAL:

O presente trabalho objetivou avaliar os principais aspectos da ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae) em uma área degradada de restinga, visando sua utilização futura na recuperação de restingas e de outras áreas com histórico de degradação similar.

ESPECÍFICOS:

Analisar a ecologia reprodutiva da espécie e elucidar possíveis aspectos que favoreçam seu estabelecimento na área de estudo.

Estudar a maturação dos frutos e sementes de *Clitoria laurifolia* e identificar o ponto mais adequado para a colheita.

Investigar se ocorre dispersão secundária das sementes após a deiscência dos frutos, bem como a longevidade das mesmas no solo.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado em uma área pertencente à empresa mineradora STAF (Sociedade Técnica de Areias para Fundição Ltda.), no município de São Vicente/SP ($23^{\circ}57'3''\text{S}$ e $46^{\circ}23'5''\text{O}$). Situado há cerca de 800m de distância do litoral, o local é delimitado ao norte pelo rio Branco ou Boturoca (A), a oeste pela Ferrovia FEPASA (B), a leste pelo bairro Parque das Bandeiras (C) e ao sul pela Rodovia Padre Manoel da Nóbrega (D), km 285,5. O retângulo indica a área de estudo (figura 1).



Figura 1. Imagem aerofotogramétrica da área de estudo no ano de 2007. Escala: 1:30.000.

Acervo: Base Aerofotogrametria e Projetos S.A.

O clima é do tipo Af (Köppen, 1948), com precipitação anual acumulada de 2210,7 mm e temperatura média anual de $24,7^{\circ}\text{C}$, segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura da UNICAMP (CEPAGRI). De acordo com a Resolução CONAMA nº. 7, de 23 de Julho de 1996, a vegetação ocorrente na região seria caracterizada como Floresta Alta de Restinga.

As restingas são formações vegetais extremamente heterogêneas, compostas por comunidades distribuídas em mosaico que, freqüentemente, advém de biomas do entorno (Rizzini 1997). A diversidade das condições ambientais, da origem geológica e topográfica destas planícies, propicia a formação de diversos habitats e, conseqüentemente, de uma flora

variada sobre a restinga (Mantovani 1992), compreendendo uma gama de espécies com alta plasticidade, que colonizaram e se estabeleceram em um ambiente com baixa disponibilidade de recursos (Zamith & Scarano 2006).

Atualmente, sabe-se que as florestas de restinga são responsáveis pela estabilização e manutenção do equilíbrio entre os ecossistemas existentes nas planícies costeiras e exercem papel fundamental para a manutenção da drenagem natural (Araújo & Lacerda 1987, Rodrigues 2006). Contudo, a floresta de restinga é um dos ecossistemas brasileiros que mais sofreu, e continua sofrendo, alterações decorrentes da especulação imobiliária, da extração de material vegetal e areia, dos aterros e da poluição (Carrasco 2003).

A área na qual este estudo foi realizado sofreu intenso processo de retirada da vegetação e de camadas de até 2,5m de profundidade do solo para a extração de areia no início da década de 70 (figura 2). Após o impacto, parte da vegetação já havia sido regenerada em 1986. Porém, anos depois, o mesmo local foi novamente explorado, como mostra a imagem de 1994.

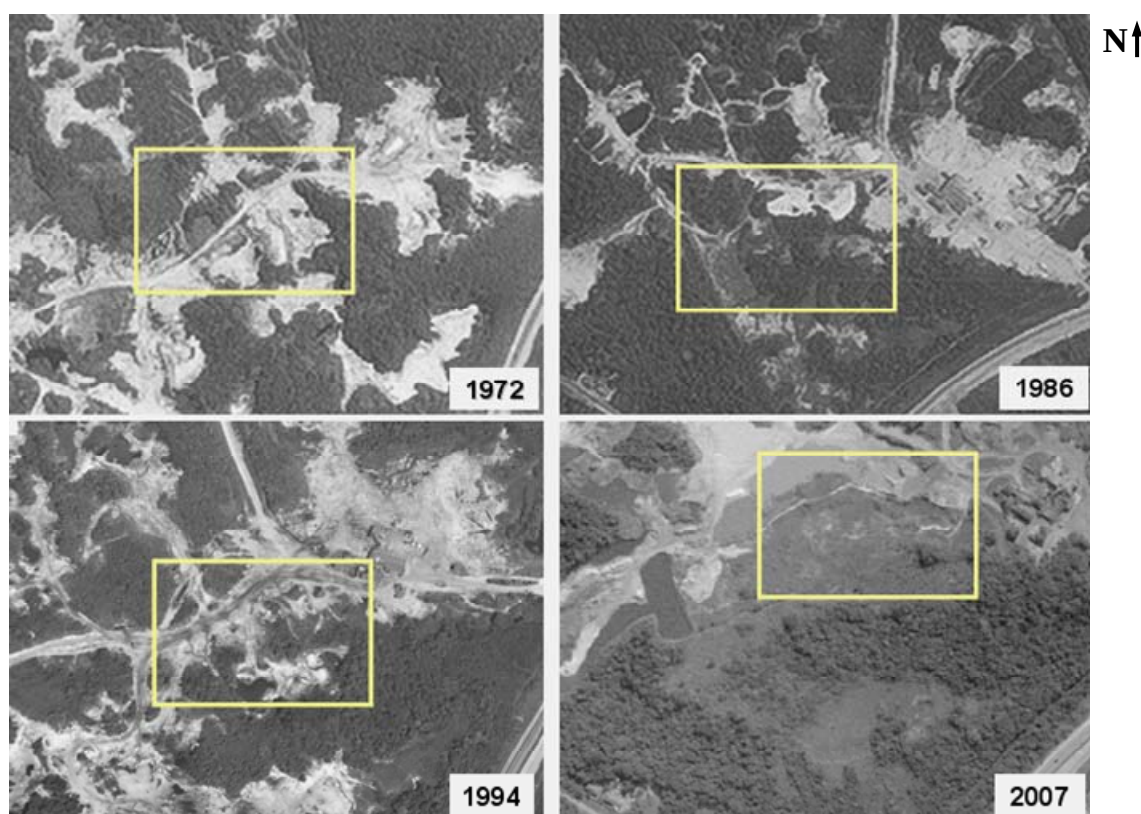


Figura 2. Série histórica da degradação e da regeneração da área de estudo, de 1972 a 2007. Escala: 1:30.000. Acervo: Base Aerofotogrametria e Projetos S.A.

Comparando-se as imagens de 1994 e de 2007 (figura 2), verifica-se o surgimento de uma região alagada no lado esquerdo da foto mais recente, próxima à área de estudo, indicando que a dinâmica do solo foi profundamente alterada.

Segundo a empresa, a lavra teria cessado em 1997 e desde então alguns projetos de recuperação de áreas degradadas já foram realizados no local, como o plantio de mudas e a transposição de serrapilheira. Entretanto, a regeneração natural vem ocorrendo de maneira extremamente lenta, especialmente considerando-se estas intervenções e a presença de remanescentes florestais no entorno.

Atualmente, a situação da área de estudo é similar à de 2007. Doze anos após a interrupção da lavra, verifica-se a ausência de espécies arbóreas nativas de Floresta Alta de Restinga. A área é dominada quase que exclusivamente por uma comunidade de plantas herbáceas, sendo que *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae), objeto do presente estudo, é uma das quatro espécies mais comuns que ocorrem espontaneamente no local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcântara, R.P.** 2006. Utilização de parâmetros fenológicos e de crescimento para a avaliação de uma floresta implantada em uma área de restinga degradada pela mineração. Monografia de graduação, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo.
- Araújo, D.S.D & Lacerda, L.A.** 1987. Natureza das restingas. *Ciência Hoje* 6: 42-48.
- Bailey, L.H & Bailey, E.Z.** 1976. *Hortus Third*. Macmillan Publishing, New York.
- Barbosa, L.M. & Mantovani, W.** 2000. Degradação ambiental: conceituação e bases para o repovoamento vegetal. *In: L.M., Barbosa (coord.). Anais do Workshop sobre recuperação de áreas degradadas da Serra do Mar e formações florestais litorâneas. SMA, São Paulo, pp. 33-40.*
- Barbosa, L.M.** 2003. Inovação na geração e aplicação do conhecimento sobre a biodiversidade para o desenvolvimento sustentado em São Paulo. *In: L.M., Barbosa (coord.). Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 13-20.*
- Barbosa, L.M.** 2000. Estado atual do conhecimento: histórico e estrutura do workshop. *In: L.M., Barbosa (coord.). Anais do Workshop sobre recuperação de áreas degradadas da Serra do Mar e formações florestais litorâneas. SMA, São Paulo, pp. 13-22.*
- Barbosa, L.M., Barbosa, J.M., Barbosa, K.C., Potomati, A., Martins, S.E., Asperti, L.M., Melo, A.C.G., Carrasco, P.G., Castanheira, S.A., Piliackas, J.M., Contieri, W.A., Mattioli, D.S., Guedes, D.C., Santos Junior, N.A., Silva, P.M.S. & Plaza, A.P.** 2003. Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. *Florestar Estatístico* 6:28-34.
- Barbosa, L.M., Barbosa, T.C. & Barbosa, K.C.** 2008. Diversificando o reflorestamento heterogêneo com espécies nativas para a recuperação de matas ciliares: orientações, ferramentas e procedimentos técnico-científicos disponibilizados pelo Instituto de Botânica-SMA. *In: L.M., Barbosa (coord.). II Simpósio de atualização em recuperação de áreas degradadas. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 4-16.*
- Carrasco, P.G.** 2003. Produção de mudas de espécies florestais de restinga, com base em estudos florísticos e fitossociológicos, visando à recuperação de áreas degradadas, em Ilha Comprida – SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

- CEPAGRI** (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura). 2008. http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_572.html (acesso em 11.06.2008)
- CONAMA** (Conselho Nacional do Meio Ambiente). 1996. Aprova os parâmetros básicos para análise da vegetação de restinga no Estado de São Paulo. Resolução CONAMA 007/96. CONAMA, Brasília, DF.
- Cronquist, A.** 1981. An integrated system of classification of flowering plants. 2 ed New York Botanical Garden, New York.
- Cunha, L. O., Fontes, M.A.L., Oliveira, A.D. & Oliveira-Filho, A.T.** 2003. Análise multivariada da vegetação como ferramenta para avaliar a reabilitação de dunas litorâneas mineradas em Mataraca, Paraíba, Brasil. *Árvore* 27: 503-515.
- Faria, S.M. & Lima, H.C.** 1998. Additional studies of the nodulation status of legume species in Brazil. *Plant and Soil* 200: 185-192.
- Fidalgo, A.O.** 2008. Uso de redes de interações no monitoramento e avaliação ed projetos de recuperação florestal. *In:* L.M., Barbosa (coord.). II Simpósio de atualização em recuperação de áreas degradadas. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 64-68.
- Forup, M.L. & Memmott, J.** 2005. The restoration of plant-pollinator interactions in hay meadows. *Restoration Ecology* 13: 265-274.
- Joly, C.A.** 1991. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. Companhia Nacional, São Paulo.
- Köppen, W.** 1948. Climatologia. Fondo de Cultura Econômica, México.
- Lewis, G.P.** 1987. Legumes of Bahia. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 273-274.
- Lewis, G.P., Schrire, B., Mackinder, B. & Lock, M.** 2005. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 577.
- Mantovani, W.** 1992. A vegetação sobre a restinga de Caraguatatuba, SP. *Revista do Instituto Florestal* 4: 139-144.
- Nalon, C.F., Attanasio, C.M., Bourlegat, J.M.G., Santos, M.B. E Gandolfi, S.** 2008. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas ciliares em recuperação: algumas observações. *In:* L.M., Barbosa (coord.). II Simpósio de atualização em recuperação de áreas degradadas. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 43-53.
- Prudente, C.M.** 2005. Produção e germinação de sementes, morfologia de plântulas e regeneração natural de *Tibouchina clavata* (Pers.) Wurdack. (Melastomataceae) em área de restinga degradada pela mineração. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

- Reis, A., Bechara, F.C., Espíndola, M.B., Vieira, N.K. & Souza, L.L.** 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para implementar os processos sucessionais. *Natureza & Conservação* 1: 28-36.
- Reis, A. & Tres, D.R.** 2007. Nuclação: integração das comunidades naturais com a paisagem. In: Fundação Cargill (coord.). 2007. Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas. Fundação Cargill, São Paulo, pp.29-55.
- Reis, A., Rogalski, J., Vieira, N., Espindola, M.B., Hmeljevski, K.V. & Kurt Bourscheid, K.** 2005. A restauração de restingas brasileiras – um ecossistema ameaçado pela ocupação humana desordenada. In: L.M., Barbosa & S.A., Castanheira (coords.). Simpósio regional de recuperação de áreas degradadas nas formações litorâneas. Disponível em CD-ROM.
- Rizzini, C.T.** 1997. Tratado de Fitogeografia do Brasil. 2 ed. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro.
- Rodrigues, M. A.** 2006. Avaliação da chuva e banco de sementes em áreas de restinga, morfoecologia e potencial biótico de espécies ocorrentes nestes locais. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Rodrigues, M. A., Paoli, A. A. S., Barbosa, J. M., Barbosa, L.M. & Santos Junior, N. A.** 2007. Caracterização de aspectos do potencial biótico (capacidade reprodutiva) de espécies importantes para a recuperação de áreas degradadas de restinga. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 633-635.
- Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S.** 2000. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: R.R., Rodrigues & H.F., Leitão Filho (eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo, FAPESP/EDUSP, pp. 233-247.
- Rodrigues, R.R.** 2000. Recuperação de áreas degradadas de restinga. In: L.M., Barbosa (coord.). *Anais do Workshop sobre recuperação de áreas degradadas da Serra do Mar e formações florestais litorâneas*. SMA, São Paulo, pp. 129-137.
- Rosales, J., Guenca, G., Ramírez, N. & Andrade, Z.** 1997. Native colonizing species and degraded land restoration in La Gran Sabana, Venezuela. *Restoration Ecology* 5: 147-155.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H.** 2005. Botânica: Sistemática. Nova Odessa, São Paulo, pp. 639.
- SER** (Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group). 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration* (<http://www.ser.org>). Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona.

- Souza, C.R.G., Hiruma, S.T., Sallun, A.E.M., Ribeiro, R.R. & Sobrinho, J.M.A.** 2008. Restinga: conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental. São Paulo, Instituto Geológico.
- Tandon, R., Shivanna, K.R. & Mohan Ram, H.Y.** 2003. Reproductive biology of *Butea monosperma* (Fabaceae). Annals of Botany 92: 715-723.
- Waltz, A.E.M. & Covington W.W.** 2004. Ecological restoration treatments increase butterfly richness and abundance: mechanisms of response. Restoration Ecology 12: 85-96.
- Zamith, L.R. & Scarano, F.R.** 2006. Restoration of a Restinga Sandy Coastal Plain in Brazil: Survival and Growth of Planted Woody Species. Restoration Ecology 14: 87–94.

CAPÍTULO 1

Ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae) em uma área de restinga em processo de regeneração



Ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae) em uma área de restinga em processo de regeneração

ABSTRACT – (Reproductive ecology of *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae) in a recovering coastal plain). This research intent to study reproductive ecology of *Clitoria laurifolia* Poir., a colonizer species of a degraded restinga area in São Vicente – SP, Brazil. Data about phenology, floral biology and reproductive system, besides the composition and behavior of the pollinator guild were collected. *Clitoria laurifolia* is an herbaceous species that flowers from February to June. The flowers are papilionate and melittophilous. *Bombus morio* and *Eufrisea* sp. were the main visitors. The highest visitation frequency occurred from 8:30 a.m. to 10:00 a.m. and it was related to the amount and concentration of the nectar. Nectar maximum concentration was registered at 10:00 a.m. ($28.8\% \pm 1.98$) and the highest amount accumulated was at 11:00 a.m. ($15.2 \mu\text{L} \pm 4.32$). *Clitoria laurifolia* presented 59.5% and 43.8% successfulness in the self-pollination and in the cross-hand pollination, respectively; the control group success was 78%. Besides, there was fruit formation through spontaneous self pollination (10.9%). Those results allow following that the species is self-compatible, reproductive strategy that facilitates the colonization of degraded areas where the pollinators' presence is generally scarce.

Key words - *Clitoria laurifolia*, nectar, phenology, pollination, recover of degraded areas, reproductive ecology.

RESUMO – (Ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae) em uma área de restinga em processo de regeneração). O objetivo deste trabalho foi estudar ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia*, espécie colonizadora de uma área degradada de restinga em São Vicente – SP. Foram coletados dados sobre a fenologia, a biologia floral e o sistema reprodutivo das plantas, além da composição e comportamento de sua guilda de polinizadores. *Clitoria laurifolia* é uma espécie herbácea que floresce e frutifica de fevereiro a junho. As flores são papilionáceas e melitófilas. *Bombus morio* e *Eufrisea* sp. foram os principais visitantes florais. A maior frequência de visitas ocorreu entre 8:30 e 10 horas e está relacionada à quantidade e qualidade do néctar oferecido. A concentração máxima do néctar foi registrada às 10:00 horas ($28,8\% \pm 1,98$) e o maior volume acumulado às 11:00 horas ($15,2 \mu\text{L} \pm 4,32$). *Clitoria laurifolia* apresentou 59,5% e 43,8% de sucesso na autopolinização e na polinização cruzada manuais, respectivamente, enquanto o sucesso do grupo controle foi de 78%. Além disso, houve formação de frutos através de autopolinização espontânea (10,9%). Tais resultados permitem concluir que a espécie apresenta autocompatibilidade, estratégia reprodutiva que favorece a colonização de áreas degradadas, nas quais, geralmente, a presença de polinizadores geralmente é escassa.

Palavras-chave - *Clitoria laurifolia*, ecologia reprodutiva, néctar, fenologia, polinização, recuperação de áreas degradadas.

Introdução

A família Fabaceae é representada por cerca de 670 gêneros e mais de 17.500 espécies amplamente distribuídas pelo mundo, com maior diversidade nos trópicos. (Lewis 1987, Lewis *et al.* 2005). Cerca de 400 gêneros e 10.000 espécies pertencem à subfamília Faboideae que, de acordo com o registro fóssil polínico, é o grupo mais derivado (Cronquist 1981). Parte deste sucesso é decorrente de sua morfologia floral extremamente elaborada (Endress 1994).

O gênero *Clitoria* abrange cerca de 30 espécies, a maioria delas herbácea e nativa de regiões quentes (Bayley e Bayley 1976). Os poucos estudos relacionados a este táxon limitam-se quase que exclusivamente à sua utilização como forrageiras e na adubação verde (Faria e Lima 1998, Junqueira *et al.* 2003, Avalos *et al.* 2004).

Clitoria laurifolia Poir. (Fabaceae: Faboideae) é uma espécie de ampla distribuição, com ocorrência em campo cerrado (Batalha e Mantovani 2001, Rezende e Dianese, 2002) e ao longo de toda a restinga brasileira (Rezende e Dianese 2002, Carvalho Júnior *et al.* 2006, Sacramento *et al.* 2007). É uma planta pioneira, com plasticidade, adaptabilidade e rusticidade elevadas, além de apresentar propagação vegetativa e autocoria, características que favorecem seu estabelecimento em locais com escassez de polinizadores e dispersores (Rodrigues *et al.* 2007).

Estudos ecológicos sobre plantas que ocorrem em áreas profundamente perturbadas permitem o estabelecimento de padrões que podem ser associados a espécies colonizadoras potenciais (Rosales *et al.* 1997). Estudos sobre a diversidade dos polinizadores e suas relações com a comunidade vegetal são imprescindíveis, já que a polinização é um processo chave para a conservação da biodiversidade (Rodarte *et al.* 2008). Além disso, o conhecimento do sistema de reprodução é de fundamental importância em programas de melhoramento e conservação genética destas espécies (Souza *et al.* 2003).

Sendo assim, este trabalho objetivou estudar a ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* em uma área de restinga degradada pela mineração, gerando dados que possam subsidiar sua utilização em projetos de recuperação de áreas que possuam solos arenosos ou que sofreram intenso processo de degradação.

Material e Métodos

Área de estudo – Este trabalho foi realizado em uma área pertencente à empresa mineradora STAF (Sociedade Técnica de Areias para Fundição Ltda.), situada no Município de São Vicente/SP (23°57'3''S e 46°23'5''O). A área de estudo sofreu intenso processo de retirada da vegetação e do solo para a extração de areia e, desde 1997, quando a lavra foi interrompida, vem se regenerando de forma extremamente lenta apesar da presença de remanescentes no entorno (figura 1).



Figura 1. Imagem aerofotogramétrica da área de estudo. Escala: 1:30.000. Acervo: Base Aerofotogrametria e Projetos S.A.

Figure 1. Aerialfotogrametric image of the study area. Escala: 1:30.000. Image: Base Aerofotogrametria e Projetos S.A.

A figura 2 apresenta os dados climáticos da região de São Vicente. De acordo com o CEPAGRI (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura da UNICAMP), a temperatura média anual na região é de 24,7 °C e a precipitação anual acumulada é de 2210,7 mm, sendo agosto o mês mais seco (89,3 mm) e o período de maior volume de chuva de janeiro a março (cerca de 280 mm.mês⁻¹).

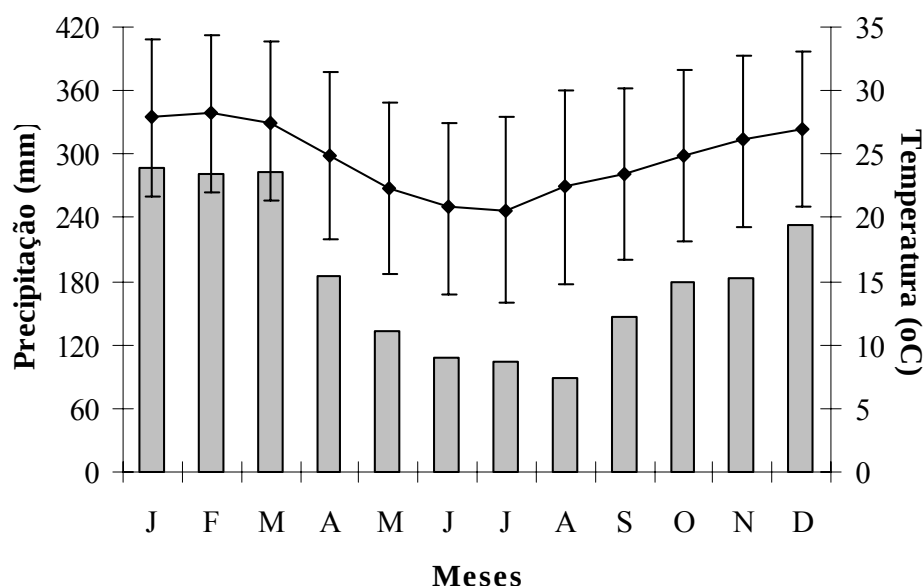


Figura 2. Valores médios da precipitação acumulada (colunas) e temperatura (colunas) mensais em São Vicente – SP entre 1960 e 1990.

Figure 2. Means of accumulated precipitation and temperature at São Vicente – SP, Brazil from 1960 to 1990.

Fenologia - Foram acompanhados 40 indivíduos da espécie a cada 30 dias de janeiro de 2006 a maio de 2008. Inicialmente foram marcados 20 indivíduos (grupo 1), que após o primeiro ano de estudo não apresentaram atividade reprodutiva. Sendo assim, vinte novos indivíduos foram selecionados a partir de abril de 2007 (grupo 2).

Todos os botões, flores e frutos observados em cada indivíduo foram contados. O brotamento e a queda foliar foram avaliados empregando-se o índice de intensidade de Fournier (1974). Os dados foram utilizados para confecção de gráficos e analisados por meio da estatística circular (Batschelet 1981).

A estatística circular é baseada na análise de pontos ao redor de um círculo. A acrofase ou ângulo médio é a fase na qual há maior probabilidade de observar a atividade estudada; o valor r indica o grau de dispersão dos dados em relação à acrofase. A significância da acrofase foi obtida pelo teste de Rayleigh (Zar 1999).

Morfologia e biologia floral – Os indivíduos selecionados foram observados para verificar o momento da antese e a duração das flores. Algumas flores frescas ($n = 8$) foram coletadas ao

longo do período de antese para a determinação da viabilidade polínica e da receptividade do estigma (Dafni *et al.* 2005). Outras tiveram as estruturas florais medidas com paquímetro digital ($n = 12$).

O néctar acumulado em flores ensacadas foi coletado a cada hora desde o momento da antese até às 11:00 horas com o auxílio de micro seringa e sua concentração determinada através de refratômetro de bolso ($n = 12$ flores de indivíduos diferentes por horário).

Visitantes florais – A espécie foi observada desde as 6:00 horas até o momento em que os visitantes se tornaram esporádicos. O comportamento dos visitantes junto às flores foi registrado e estes foram coletados para identificação.

Sistema reprodutivo – Experimentos de polinização controlada foram realizados para a análise do sistema reprodutivo. Alguns botões em pré-floração foram ensacados e outros foram emasculados para a determinação da possibilidade de autopolinização espontânea e de apomixia, respectivamente. Flores recém abertas, porém não emasculadas, foram submetidas aos tratamentos de autopolinização e polinização cruzada manuais (Dafni *et al.* 2005). O grupo controle foi constituído por botões marcados, mas não ensacados, para que ocorresse a polinização natural.

As flores foram acompanhadas até a maturação dos frutos e o número de sementes formadas foi contado. Para avaliar a viabilidade das sementes produzidas através dos experimentos de reprodução as mesmas foram germinadas em papel filtro, a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, em condições controladas no laboratório.

Resultados

Fenologia – De acordo com os padrões de queda e brotamento foliar, as plantas estudadas tendem a perder as folhas e rebrotar entre março e maio (figura 3).

Em 2006, o período de maior intensidade de queda ($r = 0,45$; $P < 0,05$) e brotamento ($r = 0,24$; $P < 0,05$) ocorreu no mês de maio. Em 2007, os indivíduos do grupo 1 apresentaram pico de brotamento em março ($r = 0,34$; $P < 0,05$) e o grupo 2 em maio ($r = 0,27$; $P < 0,05$). Ambos tiveram maior intensidade de queda em maio ($r = 0,57$ e $r = 0,60$, grupos 1 e 2, respectivamente; $P < 0,05$). Em 2008 os representantes do grupo 2 tiveram os picos de queda ($r = 0,43$; $P < 0,05$) e brotamento ($r = 0,32$; $P < 0,05$) em março (figura 3), enquanto o grupo 1 não apresentou picos significativos.

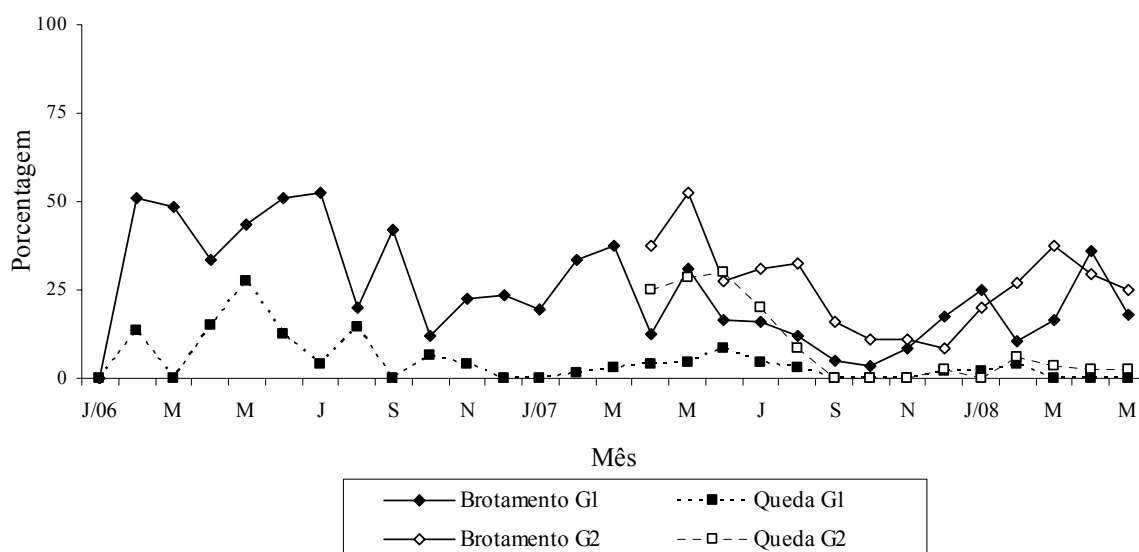


Figura 3. Representação da fenologia do brotamento e queda foliar de *Clitoria laurifolia* de acordo com o percentual de intensidade de Fournier, no período de janeiro de 2006 a maio de 2008. (G1 = grupo 1; G2 = grupo 2).

Figure 3. Percentage of leaf flushing and fall of *Clitoria laurifolia* produced in tree reproduction periods from January/ 2006 to May/ 2008. (G1 = group 1; G2 = group 2).

Na figura 4 observa-se o primeiro período reprodutivo acompanhado no presente estudo, entre janeiro e junho de 2006, com pico de floração em abril ($r = 1$; $P < 0,05$). Nos meses de março e abril verificam-se as maiores porcentagens de frutos produzidos durante o período reprodutivo ($r = 0,68$; $P < 0,05$). O pico de formação de botões florais ocorreu entre maio e junho de 2006 ($r = 0,69$; $P < 0,05$).

O segundo período reprodutivo ocorreu entre abril e agosto de 2007. A formação de botões florais ocorreu com maior intensidade entre abril e maio ($r = 0,99$; $P < 0,05$). O pico de floração se deu em abril ($r = 1$; $P < 0,05$) e o de frutificação entre maio e junho ($r = 0,87$; $P < 0,05$).

O terceiro período iniciou-se a partir de janeiro de 2008, com pico de produção de botões florais em fevereiro ($r = 0,87$; $P < 0,05$). Os picos de floração ($r = 0,87$; $P < 0,05$) e frutificação ($r = 0,78$; $P < 0,05$) ocorreram entre fevereiro e março (figura 4).

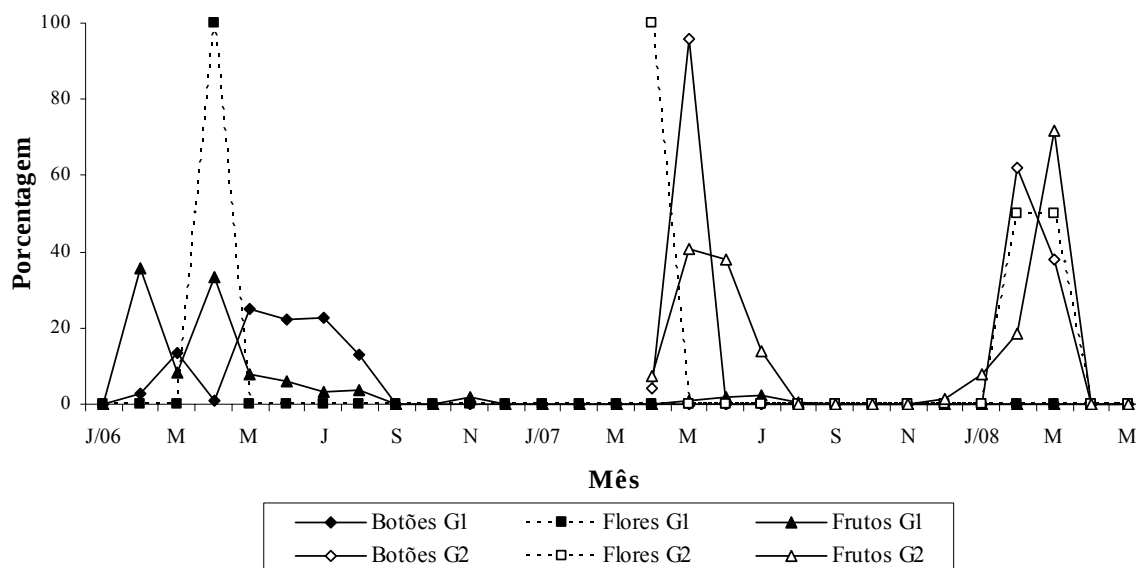


Figura 4. Porcentagem de botões, flores e frutos de *Clitoria laurifolia* produzidos em três períodos de reprodução entre janeiro de 2006 e maio de 2008. (G1 = grupo 1; G2 = grupo 2).

Figure 4. Percentage of buds, flowers and fruits of *Clitoria Laurifolia* produced in tree reproduction periods periods from January/ 2006 to May/ 2008. (G1 = group 1; G2 = group 2).

Morfologia e biologia floral – *Clitoria laurifolia* apresenta flores pentâmeras, zigomorfas, com cálice gamossépalo e corola dialipétala de coloração lilás. Possui uma pétala maior (estandarte), duas laterais (alas) e duas inferiores fundidas que recobrem o gineceu e o androceu (quilha). O estandarte possui em média 3,98 cm de comprimento ($\pm 0,25$; $n = 12$) e sua região central apresenta uma tonalidade magenta intensa (Figura 6).

O androceu é monadelfo, constituído por dez estames livres no ápice e fundidos na base, formando um tubo estaminal. Sua altura média de 2,16 cm ($\pm 0,25$; $n = 12$). O estigma está há cerca de 0,2 cm ($\pm 0,07$; $n = 12$) acima dos estames. O ovário é unicarpelar e unilocular, com dez óvulos em placentação parietal. A altura média do receptáculo, a partir do pedúnculo floral, é de 1,55 cm ($\pm 0,10$; $n = 12$).

A antese ocorre ao nascer do dia, por volta das 6:00 horas. As flores têm duração de pouco mais de 24 horas e oferecem pólen e néctar como recurso, porém apenas o néctar é coletado ativamente. A viabilidade polínica foi de 100% ($n = 8$) e estigma esteve receptivo durante todo o período de visitas.

Às 7:00 horas cerca de 75% das flores ainda não apresentavam néctar. A partir das 8:00 horas todas as flores já dispunham deste recurso, ainda que em pequena quantidade e pouco

concentrado. Através da figura 5 observa-se que o volume e a concentração do néctar aumentam com o passar das horas ($n = 12$ flores por horário). Os maiores volumes médios foram registrados às 10:00 ($14,3 \mu\text{L} \pm 4,77$) e às 11:00 horas ($15,2 \mu\text{L} \pm 4,32$). Às 10:00 horas a concentração de néctar também foi máxima ($28,8\% \pm 1,98$).

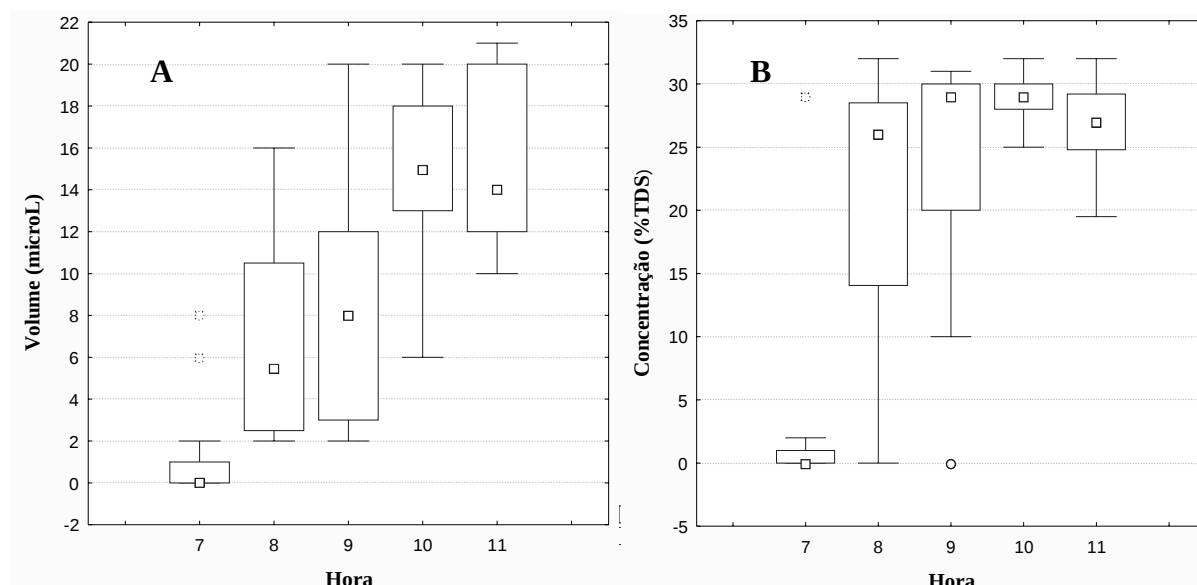


Figura 5. Volume e concentração de néctar acumulado nas flores de *Clitoria laurifolia* ao longo do período de antese. A. Volume de néctar (μL). B. Concentração de néctar (%). ($\square$ = mediana; * = extremos; $\circ$ = outliers; barras verticais = variação).

Figure 5. Accumulated nectar volume and concentration in flowers of *Clitoria laurifolia* during anthesis. A. Nectar volume (μL). B. Nectar concentration (%). ($\square$ = median; * = extreme values; $\circ$ = outliers; vertical bars = variation).

Visitantes florais – A presença dos primeiros visitantes foi registrada a partir das 6:30 horas com o pico entre 8:30 e 10 horas. Após as 10:00 horas, as observações foram encerradas devido à escassez de visitantes.

Os indivíduos coletados foram identificados pelas equipes do Laboratório de Abelhas (IB) e do Laboratório de Hymenoptera (MZ), ambos pertencentes à Universidade de São Paulo. Foi possível observar duas espécies de abelhas como principais visitantes de *Clitoria laurifolia*, *Bombus morio* e *Eufrisea* sp. (Apidae).

Ambas pousam sobre a área magenta no centro da flor e introduzem a língua lateralmente entre as alas e a quilha, pressionando o estandarte para baixo com as pernas.

Através destes movimentos, o estigma e o pólen são liberados da quilha e tocam lateralmente o abdome das abelhas, voltando, posteriormente, à posição original (figuras 6-8).



Figuras 6-9. Detalhe da flor e visitantes florais de *Clitoria laurifolia*. 6. Mecanismo de exposição das estruturas reprodutivas. A seta indica a posição em que o estigma toca o corpo do polinizador. 7. *Bombus morio* realizando visita legítima. 8. *Eufrisea* sp. realizando visita legítima. 9. Lepidoptera pilhando néctar. Barras = 1 cm.

Figures 6-9. Floral detail and visitors of *Clitoria laurifolia*. 6. Mechanism of exposure of reproductive structures. The arrow indicates the position in which the stigma touches the pollinator body. 7. *Bombus morio* doing a legitimate visit. 8. *Eufrisea* sp. doing a legitimate visit. 9. Lepidoptera robbing nectar. Bars = 1 cm.

Além das abelhas, foi registrada uma espécie de um Lepidoptera não identificado, que pousava sobre as alas e introduzia a tromba diretamente na base da corola, acessando o nectário sem acionar o sistema que expõe as estruturas reprodutivas (figura 9).

A abelha *Bombus morio* esteve presente durante todo o período de observação, sendo responsável por 81,36% das visitas. Já *Eufrisea* sp. foi vista somente entre 7:30 e 8:00 horas, realizando 6,78% das visitas (figura 10).

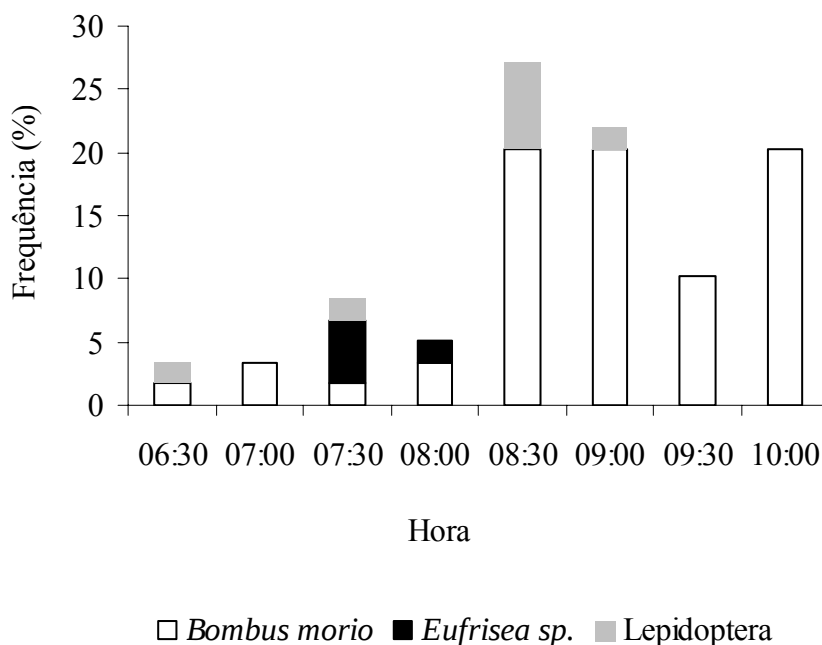


Figura 10. Frequência relativa dos visitantes florais de *Clitoria laurifolia* na área de estudo.

Figure 10. Relative frequency of floral visitors of *Clitoria laurifolia* at the study area.

Sistema reprodutivo – Os resultados dos experimentos de reprodução (tabela 1) indicam que houve maior taxa de sucesso nos tratamentos de autopolinização e de polinização cruzada manuais, respectivamente. Contudo, o grupo controle apresentou maior porcentagem de sucesso na formação de frutos.

Em relação à porcentagem média de germinação, a discrepância entre o grupo controle e as polinizações controladas é ainda maior. As sementes provenientes de polinização cruzada apresentaram taxa de germinação mais elevada que as de autopolinização, porém ambos os tratamentos ficaram aquém do grupo controle (tabela 1). As flores submetidas à autopolinização espontânea e apomixia não formaram sementes suficientes para a realização do teste de germinação.

Tabela 1. Resultados obtidos através dos experimentos de polinização controlada e germinação com *Clitoria laurifolia*.

Table 1. Results for pollination and germination experiments with *Clitoria laurifolia*.

Tratamentos	Flores (n)	Frutos (n)	% de sucesso	% média de germinação
Autopolinização	37	22	59,5	42,4
Polinização cruzada	48	21	43,8	49,5
Autopolinização espontânea	46	5	10,9	---
Apomixia	36	1	2,8	---
Controle	50	39	78,0	99,2

Discussão

A sazonalidade dos eventos fenológicos vem sendo relacionada a diversos fatores bióticos, como a competição intra e interespecífica e a atividade de polinizadores, predadores e dispersores de sementes, e abióticos, como fotoperíodo, temperatura e disponibilidade hídrica (Corbet 1990, Brody 1997, Talora e Morellato 2000, Sakai 2001, Elzinga *et al.* 2007). Opler *et al.* (1976), Sakai (2001) e Marques *et al.* (2004) apontam o volume de precipitação como o principal fator determinante da fenologia nas regiões tropicais.

Apesar da região de São Vicente não apresentar um período de seca severo, visto que a precipitação mínima anual nunca é inferior a 60 mm mensais, o volume de chuvas triplica de janeiro a março, acompanhado de um aumento de cerca de 8 °C na temperatura. Em contrapartida, entre junho e agosto as temperaturas são mais amenas e o volume de chuva é reduzido.

Clitoria laurifolia apresenta, na área de estudo, padrão de floração anual entre fevereiro e abril, no final do período em que a precipitação e temperatura são mais elevadas na região (acima de 185 mm e 25 °C, respectivamente). A substituição de folhas ocorre durante todo o ano, porém com maior intensidade entre março e maio, no início da transição para o período mais seco, quando o volume de chuvas e a temperatura ainda são superiores a 133,5 mm e 22,3 °C, respectivamente.

Os resultados obtidos vão de encontro às observações realizadas por Sakai (2001) de que espécies tropicais apresentam ciclos anuais com picos de floração e frutificação próximos ao início ou ao fim da estação seca. Estudos com outras famílias botânicas em ambiente de restinga também encontraram relação entre as fenofases e o volume de chuvas, sendo que a floração e o brotamento concentram-se principalmente nos períodos úmidos (Talora e Morellato 2000, Fidalgo 2002, Marques e Oliveira 2004).

No cerrado brasileiro, onde há estações de seca e chuva bem definidas, *Clitoria guianensis* (Aubl.) Benth. apresentou padrão fenológico semelhante a *Clitoria laurifolia*, com maiores índices de queda e brotamento foliar entre setembro e fevereiro, quando a precipitação média mensal aumentou de 50 mm até 250 mm (Munhoz e Felfili 2005). Madeira e Fernandes (1999) e Bulhão e Figueiredo (2002) registraram a floração de outras seis espécies de leguminosas no cerrado durante a estação chuvosa.

Flores polinizadas por determinados visitantes, de um modo geral, compartilham um conjunto típico de características, relacionadas ao tamanho, comportamento e outras particularidades da biologia dos seus visitantes (Rodarte *et al.* 2008). As flores de *Clitoria laurifolia* são papilionáceas, com diversos atributos associados por Endress (1994) e Proctor *et al.* (1996) à melitofilia, como zigomorfia, cores vistosas, forma tridimensional e néctar abrigado na base de uma corola tubular. Além disso, nestas flores o estandarte possui ranhuras radiais que conferem aderência, atuando como plataforma de pouso e coloração diferenciada, que funciona como guia de néctar (Endress 1994).

As flores de *Clitoria laurifolia* apresentam ainda um mecanismo compartilhado por outras Faboideae, no qual as estruturas sexuais permanecem inclusas na quilha, sendo expostas somente durante o contato com o visitante (Kiill e Drumond 2001, Agostini 2004, Oliveira e Sigrist 2008). Esta morfologia restringe o número de polinizadores efetivos que, além de posicionar-se corretamente entre as peças florais, devem possuir tamanho e peso adequados para exercer pressão suficiente para expor os órgãos reprodutivos. Em contrapartida, os polinizadores especialistas tendem a visitar um maior número de flores da mesma espécie, tornando a polinização cruzada mais eficiente e menos custosa, uma vez que o pólen só é liberado quando acionado o mecanismo. Além disso, o fato de o estigma estar acima dos estames representa um mecanismo de hercogamia, pois durante a visita, o polinizador toca primeiro o estigma e depois as anteras.

Para Corbet (1990), a quilha das flores papilionáceas protege as anteras do contato direto com a água da chuva, que pode diminuir a viabilidade polínica, além de manter um microclima favorável à receptividade do estigma, cuja superfície deve ser capaz de permitir a

hidratação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico. Os grãos de pólen de *Clitoria laurifolia* apresentaram 100% de viabilidade, indicada através da coloração por fucsina. Apesar de outras Fabaceae como *Cassia spectabilis* (Aubl.) Benth. apresentarem elevada viabilidade polínica (98%) (Manente-Balestieri e Machado 1999), o método utilizado neste estudo pode ter superestimado os resultados.

O volume e a concentração do néctar dos indivíduos amostrados apresentaram alta variação em todos os horários, exceto às 7:00 horas. Nos horários em que as flores continham maior volume acumulado (11:00 h) e maior concentração (10:00 h) os dados foram mais uniformes. Segundo Herrera *et al.* (2006) a variação da composição do néctar em uma população pode ocorrer entre flores da mesma planta e de outras e entre nectários da mesma flor. O autor sugere, ainda, que as abelhas seriam capazes de detectar estas diferenças. Este fato pode explicar a maior frequência de visitação observada nos horários em que o néctar se encontrava mais concentrado.

Foram observadas apenas três espécies visitando as flores de *Clitoria laurifolia*, um número muito baixo em relação a outros estudos. Oliveira e Sigrist (2008) registraram 18 visitantes para uma Faboideae que apresentava o mesmo mecanismo de polinização, incluindo abelhas, vespas, moscas, borboletas e beija-flores. Outros autores mencionam a presença de 11 a 20 espécies de até cinco ordens de insetos para Fabaceae (Manente-Balestieri e Machado 1999, Stout *et al.* 2002, Carvalho e Oliveira 2003, Nascimento e Del-Claro 2007), além de aves e até roedores (Tandon *et al.* 2003). As baixas riqueza e abundância dos visitantes florais encontrados para *Clitoria laurifolia* parecem estar relacionadas ao grau de degradação da área de estudo e não às restrições impostas por sua morfologia floral.

Em relação ao comportamento dos visitantes, o único Lepidoptera observado foi classificado como pilhador de néctar, uma vez que não toca as anteras e o estigma. As abelhas realizam visitas legítimas, pois seu posicionamento intrafloral aciona o mecanismo que permite que os órgãos reprodutivos entrem em contato com a área de deposição de pólen. Além disso, visitam diversas flores em sequência chegando e saindo de frente para a flor, o que sugere a manutenção de rotas de forrageamento entre indivíduos (“trap-lining”). Associando este conjunto de características ao fato de o estigma encontrar-se receptivo no horário de visitação das abelhas, ambas foram consideradas polinizadores efetivos.

Bombus morio mostrou-se o principal polinizador de *Clitoria laurifolia* na área, uma vez que foi o único polinizador efetivo presente durante todo horário de visitação, apresentando a maior frequência entre todos os visitantes, principalmente entre 8:30 e 10:00 horas. O gênero *Bombus* é citado por diversos autores como um dos principais polinizadores de

leguminosas melitófilas (Kaye 1999, Manente-Balestieri e Machado 1999, Nascimento e Del-Claro 2007, Musicante e Galletto 2008) e de outras famílias. Em uma floresta úmida do Chile, Smith-Ramírez *et al.* (2005) evidenciaram a importância de *Bombus* como polinizador de 21 das 26 espécies estudadas.

Apesar do baixo número de visitantes, quase 90% das visitas foi realizada pelos polinizadores efetivos, o que sugere que a espécie encontra-se adaptada à área de estudo. O sucesso reprodutivo do grupo controle, que apresentou taxas de formação de frutos e germinação de sementes superiores às das flores polinizadas manualmente (tabela 1), demonstrou que através da autocompatibilidade a espécie foi capaz de compensar a escassez de visitantes e outras restrições da área de estudo relacionadas à limitação polínica e a possíveis falhas na polinização.

Analisando a ecologia reprodutiva de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip na mesma área degradada, Oliveira (2008) verificou que, apesar de ser autocompatível, a espécie obteve maior sucesso nas polinizações realizadas manualmente que no grupo controle. Este comportamento indica que, ao contrário de *Clitoria laurifolia*, esta espécie depende exclusivamente dos visitantes que consegue atrair para se reproduzir, uma vez que é xenógama facultativa e não possui mecanismos eficientes para compensar as restrições polínicas às quais está submetida na área de estudo.

As flores de *Clitoria laurifolia* autopolinizadas manualmente obtiveram a melhor taxa de formação de frutos entre os experimentos de polinização controlada. Mesmo na ausência total dos polinizadores (autopolinização espontânea) a espécie apresentou cerca de 11% de sucesso na formação de frutos. Tais resultados permitem concluir que *Clitoria laurifolia* é uma espécie autocompatível, capaz de formar frutos e sementes sem a necessidade de outra planta doadora de pólen e da presença de agentes polinizadores.

Muitas espécies de Fabaceae embora predominantemente alógamas são parcialmente autocompatíveis, pois formam frutos a partir de flores autopolinizadas manualmente, apesar de necessitarem de um vetor para realizar a polinização (Manente-Balestieri e Machado 1999, Tandon *et al.* 2003, Nair *et al.* 2004, Kleunen e Johnson 2005).

Outras espécies, como *Lupinus perennis* L. e *Astragalus australis* var *olympicus* Isely, apresentam comportamento similar ao de *Clitoria laurifolia*, podendo sofrer autopolinização espontânea em caso de redução drástica no tamanho da população ou de falha na polinização como forma de garantir o sucesso reprodutivo, ainda que reduzido (Kaye 1999, Shi *et al.* 2005). Segundo Proctor *et al.* (1996) a capacidade de se autofertilizar e formar sementes

quando há ausência do agente polinizador é uma vantagem – produzir alguma semente, mesmo com eventuais mutações desvantajosas, é melhor do que não produzir semente nenhuma.

De acordo com Matsumura e Washitani (2000) o sucesso reprodutivo das espécies de ecossistemas fragmentados é limitado não só devido à perda de polinizadores, mas também à limitação genética trazida pelo isolamento das populações. Nesse sentido, *Clitoria laurifolia* mostrou grande adaptabilidade ao produzir frutos através de autopolinização espontânea ou não, o que confere vantagens à espécie no estabelecimento em ambientes com restrições polínicas. A autocompatibilidade é uma estratégia importante para que espécies pioneiras ocupem novas áreas (Ribeiro e Lovato 2004), predominando nas plantas dos estágios iniciais da sucessão ecológica, as quais geralmente apresentam frutos pequenos, deiscentes e com muitas sementes (Opler *et al.* 1980).

Clitoria laurifolia é uma espécie pioneira que apresenta todas as características consideradas essenciais para colonizar novos ambientes, além de propagação vegetativa por estolões. Como já foi demonstrado por Faria e Lima (1998) a espécie apresenta nódulos radiculares de bactérias nitrificantes, que enriquecem o solo com compostos nitrogenados. Sua morfologia floral atrai a fauna nectarívora, aumentando o número de interações biológicas, que são consideradas por Forup e Memmott (2004) essenciais para o funcionamento e a sustentabilidade dos projetos de restauração ecológica.

Diante do que foi exposto *Clitoria laurifolia* apresenta grande potencial para uso em projetos de restauração que visem não só a recuperação estrutural como funcional de áreas degradadas.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINI, K. 2004. Ecologia da polinização de *Mucuna* sp. nov. (Fabaceae) no litoral norte de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- AVALOS, J.F.V., CÁRDENAS, J.A.B., CEJA, J.V.R. & GUERRERO, J.J.B. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. *Téc Pecu Méx* 42: 79-96.
- BAILEY, L.H. & BAILEY, E.Z. 1976. *Horthus Third*. Macmillan Publishing, New York.
- BATALHA, M.A. & MANTOVANI, W. 2001. Floristic composition of the cerrado in the pé-de-gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, southeastern Brazil) *Acta Botanica Brasilica* 15: 289-304.
- BATSCHELET, E. 1981. *Circular statistics in biology*. Academic Press, London.
- BRODY, A.K. 1997. Effects of pollinators, herbivores and seed predators on flowering phenology. *Ecology* 78: 1624-1631.
- BULHÃO, C.F. & FIGUEIREDO, P.S. 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica*, 25:361-369.
- CARVALHO, D.A. & OLIVEIRA P. E. 2003. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae) *Revista Brasileira de Botânica* 26: 319-328.
- CARVALHO JÚNIOR, A.A., FIGUEIREDO, M.B., FURTADO, E.L. & HENNEN, J.F. 2006. Uredinales sobre Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Marantaceae e Moraceae da Reserva Florestal “Armando de Salles Oliveira”, São Paulo, SP, Brasil. *Hoehnea* 33: 317-329.
- CEPAGRI (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura). http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_572.html (acesso em 11/06/2008)
- CORBET, S.A. 1990. Pollination and the weather. *Israel Journal of Botany* 39: 13-30.
- CRONQUIST, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. 2 ed New York Botanical Garden, New York.
- DAFNI, A. KEVAN, P.G. & HUSBAND, B.C. 2005. *Practical pollination biology*. Enviroquest, Canada.

- ELZINGA, J.A., ATLAN, A., BIERE, A., GIGORD, L., WEIS, A.E. & BERNASCONI, G. 2007. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 432-439.
- ENDRESS, P.K. 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge University Press, Cambridge.
- FARIA, S.M. & LIMA, H.C. 1998. Additional studies of the nodulation status of legume species in Brazil. *Plant and Soil* 200: 185-192.
- FIDALGO, A.O. 2002. Interação entre abelhas e plantas da família Myrtaceae numa floresta de planície litorânea em Ubatuba-SP, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FORUP, M.L. & MEMMOTT, J. 2005. The restoration of plant-pollinator interactions in hay meadows. *Restoration Ecology* 13: 265-274.
- FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24: 422-423.
- HERRERA, C.M., PÉREZ, R. & ALONSO, C. 2006. Extreme intraplant variation in nectar sugar composition in an insect-pollinated perennial herb. *American Journal of Botany*, 93: 575-581.
- JUNQUEIRA, R.M., RIBAS, R.G.T., LIMA, E.A., OLIVEIRA, F.L., GUERRA, J.G.M., ALMEIDA, D.L., BUSQUET, R.N. & RIBEIRO, R.L.D. 2003. Efeito da cobertura viva de solo com cunhã (*Clitoria ternatea* L.) e da polinização artificial na produtividade da pinha (*Annona squamosa* L.) sob manejo orgânico. *Agronomia* 37: 31-36.
- KAYE, T.N. 1999. From flowering to dispersal: reproductive ecology of an endemic plant, *Astragalus australis* var *olympicus* (Fabaceae). *American Journal of Botany* 86: 1248-1256.
- KIILL, L.H.P. & DRUMOND, M.A. 2001. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Fabaceae – Papilionoidae) na região de Petrolina, Pernambuco. *Ciência Rural* 31: 597-601.
- KLEUNEN, M.V. & JOHNSON, S.D. 2005. Testing for ecological and genetic Allee effects in the invasive shrub *Senna didymobotrya* (Fabaceae). *American Journal of Botany* 92: 1124-1130.
- LEWIS, G.P. 1987. Legumes of Bahia. Royal Botanic Gardens, Kew.
- LEWIS, G.P., SCHRIRE, B., MACKINDER, B. & LOCK, M. 2005. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew.

- MADEIRA, J.A. & FERNANDES, G.W. 1999. Reproductive phenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 15:463-479.
- MANENTE-BALESTIERI, F.C.D.L. & MACHADO, V.L.L. 1999. Entomofauna visitante das flores de *Cassia spectabilis* (L.) D C. (Leguminosae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28: 429-437.
- MARQUES, M.C.M. & OLIVEIRA, P.E. A. M. 2004. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas florestas de restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 713-723.
- MARQUES, M.C.M., ROPER, J.J. & SALVALAGGIO, A.P.B. 2004. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. *Plant Ecology* 173:203-213.
- MATSUMURA, C. & WASHITANI, I. 2000. Effects of population size and pollinator limitation on seed-set of *Primula sieboldii* populations in fragmented landscape. *Ecological Research* 15: 307-322.
- MUNHOZ, C.B.R. & FELFILI, J.M. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 979-988.
- MUSICANTE, M.L. & GALLETO, L. 2008. Características del néctar de *Cologania broussonetii* (Balb.) DC. (Fabaceae) y su relación con los visitantes florales. *Ecología Austral* 18: 195-204.
- NAIR, R.M., DUNDAS, I.S., WALLWORK, M., VERLIN, D.C., WATERHOUSE, L. & DOWLING, K. 2004. Breeding system in a population of *Trigonella balansae* (Leguminosae). *Annals of Botany* 94: 883-888.
- NASCIMENTO, E.A. & DEL-CLARO, K. 2007. Floral visitors of *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby (Fabaceae – Caesalpinoideae) at cerrado of Estação Ecológica de Jataí, São Paulo State, Brazil. *Neotropical Entomology* 36: 619-624.
- OLIVEIRA, G.T. 2008. Biologia reprodutiva de *Chamaecrista desvauxii* (collad.) Killip (Fabaceae) em uma área de restinga degradada em processo de recuperação. Monografia de Graduação. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.
- OLIVEIRA, M.I.B. & SIGRIST, M.R. 2008. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipterix alata* Vogel (Leguminosae-Papilionoidae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 31: 195-207.

- OPLER, P.A., BAKER, H.G. & FRANKIE, G.W. 1980. Plant reproductive characteristics during secondary succession in Neotropical Lowland Forest ecosystems. *Biotropica* 12: 40-46.
- OPLER, P.A., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronisation of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3: 231-236.
- PROCTOR, M., YEO, P. & LACK, A. 1996. The natural history of pollination. Harper Collins Publishers Co. London.
- PUEPPKE, S.G. & BROUGHTON, W.J. 1998. *Rhizobium* sp. Strain NGR234 and *R. fredii* USDA257 Share Exceptionally Broad, Nested Host Ranges. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 12:293-318.
- REZENDE, D.V. & DIANESE, J.C. 2002. Aspectos taxonômicos de Uredinales infetando leguminosas utilizadas na arborização urbana do Distrito Federal. *Fitopatologia Brasileira* 27:361-371.
- RIBEIRO, R.A. & LOVATO, M.B. 2004. Mating system in a neotropical tree species, *Senna multijuga* (Fabaceae). *Genetics and Molecular Biology* 27: 418-424.
- RODARTE, A.T.A., SILVA, F.O. E VIANA, B.F. 2008. A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil *Acta Botânica Brasilica* 22: 301-312.
- RODRIGUES, M. A.; PAOLI, A. A. S.; BARBOSA, J. M.; BARBOSA, L.M.; SANTOS JUNIOR, N. A. 2007. Caracterização de aspectos do potencial biótico (capacidade reprodutiva) de espécies importantes para a recuperação de áreas degradadas de restinga. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 633-635.
- ROSALES, J., GUENCA, G., RAMÍREZ, N. & DE ANDRADE, Z. 1997. Native colonizing species and degraded land restoration in La Gran Sabana, Venezuela. *Restoration Ecology* 5: 147-155.
- SACRAMENTO, A.C., ZICKEL, C.S. & ALMEIRA JÚNIOR, E.B. 2007. Aspectos florísticos da vegetação de restinga no litoral de Pernambuco. *Árvore* 31:1121-1130.
- SAKAI, S. 2001. Phenological diversity in tropical forests. *Population Ecology* 43:77-86.
- SHI, X.J., MICHAELS, H.J. & MICHEL, R.J. 2005. Effects of self-pollination and maternal resources on reproduction and offspring performance in the wild lupine, *Lupinus perennis* (Fabaceae). *Sex Plant Reproduction* 18: 55-64.
- SMITH-RAMÍREZ, C., MARTINEZ, P., NUÑEZ, M., GONZÁLEZ, C. & ARMESTO, J.J. 2005. Diversity, flower visitation frequency and generalism of pollinators in temperate

- rain forests of Chiloé Islands, Chile. Botanical Journal of the Linnean Society 147: 399-416.
- SOUZA, L.M.F.I., KAGEYAMA, P.Y. & SEBBENN, A.M. 2003. Sistema de reprodução em população natural de *Chorisia speciosa* A.St.-Hil. (Bombacaceae). Revista Brasileira de Botânica, 26:113-121.
- STOUT, J.C., KELLS, A. R. & GOULSON, D. 2002. Pollination of the invasive exotic shrub *Lupinus arboreus* (Fabaceae) by introduced bees in Tasmania. Biological Conservation 106: 425-434.
- TALORA, D.C. & MORELLATO, L.P.C. 2000. Fenologia de floresta de planície litorânea. Revista Brasileira de Botânica 23: 13-26.
- TANDON, R., SHIVANNA, K.R. & MOHAN RAM, H.Y. 2003. Reproductive biology of *Butea monosperma* (Fabaceae). Annals of Botany 92: 715-723.
- ZAR, J.H. 1999. Bioestatistical analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River.

CAPÍTULO 2

Maturação e dispersão de sementes de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae)



De acordo com as normas da Revista Brasileira de Botânica

Maturação e dispersão de sementes de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae)

ABSTRACT – (Seed maturation and dispersal of *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae)). The subject of this study was to observe seed maturation of *C. laurifolia* to identify the best harvesting stage, seeking its use in restoration projects. There were also collected data about secondary seeds dispersal and their longevity in the soil. Three maturation stages were established according to the fruit age (14, 21 e 28 days after the anthesis). Fruits and seeds were submitted to biometry, water and dry content and germination test. Fruits and seeds color and water content changed during the maturation process. The germination test showed that seeds harvested with 21 days presented the highest germination percentage and regular seedlings (99.17 to both), such as the germination speed index was higher (1.05). These parameters indicated that the seeds were close to physiological maturation. Dehiscent fruits of *C. laurifolia* usually have two stages of seed dispersal, autochory followed by myrmecochory. Four species of ants were observed interacting with the seeds at the study area, and *Atta sexdens* was responsible for the greatest part of the removed seeds. *Clitoria laurifolia* do not form seed bank on the soil at the study area, whereas 98% of the seeds germinated at the fifteen first days after the burial. The results suggest that the species has a great potential to be used in restoration projects by direct sowing, once the seeds germination is fast and uniform.

Key words - *Clitoria laurifolia*, dispersal, germination, seeds maturation, degraded areas.

RESUMO – (Maturação e dispersão de sementes de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae)). Este trabalho objetivou estudar a maturação de sementes de *C. laurifolia*, visando identificar o ponto de colheita das mesmas para fins de utilização em projetos de restauração ambiental. Também foram coletados dados sobre a dispersão secundária das sementes e a longevidade das mesmas no solo. Foram definidos três estádios de maturação de acordo com a época de colheita dos frutos (14, 21 e 28 dias após a antese). Frutos e sementes foram submetidos à biometria, teor de água, peso seco e teste de germinação. A coloração e teor de água de frutos e sementes mudaram ao longo da maturação. O teste de germinação indicou que as sementes colhidas aos 21 dias apresentaram as maiores porcentagens de germinação e de plântulas normais (99,17%, para ambas), além do índice de velocidade de germinação mais elevado (1,05). Estes parâmetros indicam que as sementes estavam próximas do ponto de maturidade fisiológica. Os frutos de *Clitoria laurifolia* são deiscentes, apresentando autocoria seguida de mirmecocoria. Quatro espécies de formigas foram observadas interagindo com as sementes na área de estudo, sendo *Atta sexdens* (saúva-limão) responsável pela maior parte das remoções. *Clitoria laurifolia* não forma banco de sementes na área de estudo, uma vez que 98% delas germinaram na primeira quinzena após terem sido enterradas. Os resultados sugerem que a espécie apresenta grande potencial de uso em projetos de recuperação de áreas degradadas a partir de semeadura direta, pois as sementes germinam rápida e uniformemente.

Palavras-chave - *Clitoria laurifolia*, dispersão, germinação, maturação de sementes, áreas degradadas.

Introdução

A maturação das sementes é um processo resultante de todas as alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais que ocorrem desde a fertilização do óvulo até quando as sementes encontram-se maduras e aptas para serem colhidas (Popinigs 1985, Carvalho e Nakagawa 2000). Seu estudo é fundamental quando se procura obter lotes com elevada qualidade fisiológica, a qual é afetada diretamente pela época de colheita e influencia o desempenho das sementes em campo, constituindo um fator limitante ao sucesso dos trabalhos de reflorestamento que utilizem espécies nativas (Figliolia e Aguiar 1993, Carrasco 2003, Prudente 2005).

O comportamento fisiológico das espécies tropicais em condições naturais também apresenta lacunas na literatura, fazendo-se necessário conhecer os fatores que contribuem para a formação de banco de sementes no solo e o período que as mesmas permanecem viáveis (Ferreira *et al.* 2004), bem como suas interações com a fauna, que podem trazer importantes conseqüências para a biologia dos diásporos (Pizo e Oliveira 2000).

Clitoria laurifolia Poir. (Fabaceae: Faboideae) é uma espécie de ampla distribuição, com ocorrência em áreas de cerrado e restinga (Batalha e Mantovani 2001, Rezende e Dianese 2002, Carvalho Júnior *et al.* 2006, Sacramento *et al.* 2007). Trata-se de uma espécie de ciclo anual que apresenta plasticidade, adaptabilidade e rusticidade elevadas, características que favorecem seu estabelecimento em áreas extremamente degradadas (Rodrigues *et al.* 2007).

Apesar de estar classificada como vulnerável na lista oficial das espécies da flora do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção (São Paulo 2004), pouco se sabe sobre a biologia da espécie, o que restringe sua conservação, bem como sua utilização em programas de recuperação de áreas degradadas.

Deste modo, este trabalho objetivou identificar o ponto de maturidade fisiológica e, conseqüentemente, a época mais adequada para a colheita de sementes de *Clitoria laurifolia*, além de elucidar aspectos sobre a dispersão secundária das sementes e a viabilidade das mesmas no solo, visando sua utilização em projetos de restauração ambiental.

Material e métodos

Estudo da maturação – Os frutos de *Clitoria laurifolia* foram colhidos a partir de fevereiro de 2008 em vegetação de restinga, em uma área degradada pela mineração pertencente à empresa mineradora STAF (Sociedade Técnica de Areias para Fundação Ltda.), situada no Município de São Vicente/SP (23°57'3'' S e 46°23'5'' O).

Botões florais foram marcados e acompanhados até a formação dos frutos. A identificação dos estádios de maturação apresenta como referência o período de colheita após a antese, constituindo três níveis: frutos colhidos 14, 21 e 28 dias após a antese.

Imediatamente após a colheita, os frutos foram transportados para o Laboratório da Seção de Sementes e Melhoramento Vegetal do Instituto de Botânica de São Paulo, onde foram submetidos a uma série de determinações físicas e fisiológicas.

Extração e beneficiamento das sementes – Em laboratório as sementes foram extraídas e beneficiadas manualmente. O número de sementes produzidas por fruto foi contado (30 frutos por estádio), desconsiderando-se as sementes malformadas.

Biometria – Foram escolhidos aleatoriamente 30 frutos e 30 sementes por estádio, que foram medidos com um paquímetro digital no comprimento e na largura. O índice de tamanho foi obtido através da multiplicação do comprimento pela largura e os resultados expressos em mm² (Aguilar e Barciela 1986).

Teor de água e massa seca dos frutos e sementes – Foi adotado o método da estufa a 105°C ± 3°C por 24 horas, segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil 1992), utilizando-se 4 repetições de 10 frutos e 10 sementes para representar cada estádio.

Teste de germinação – Foi efetuado em caixas plásticas do tipo *gerbox* (11x11x5cm) com papel de filtro umedecido, sempre que necessário, com água destilada. Para cada estádio de maturação foram instaladas 12 repetições com 10 sementes recém colhidas. Os ensaios foram conduzidos em germinador (estufa incubadora para BOD) com fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 25°C, com contagem a cada dois dias durante 30 dias, a partir da data da instalação.

Os parâmetros considerados foram as porcentagens de germinação (critério: emissão da radícula) e de plântulas normais, determinadas de acordo com Brasil (1992), além do índice de velocidade de germinação (IVG), calculado segundo Popinigs (1985).

As sementes que não germinaram dentro de 30 dias foram submetidas ao teste de compressão descrito nas Regras para Análise de Sementes (Brasil 1992). Foram consideradas

sementes íntegras aquelas que apresentavam o tegumento intacto, e sementes não íntegras as que apresentavam o tegumento amolecido e atacado por patógenos.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (Gomes 1978) e os resultados foram avaliados através da comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Longevidade das sementes no solo da área de estudo – Foram enterradas 1300 sementes para avaliar a capacidade germinativa das mesmas a cada 15 dias, durante seis meses. As sementes utilizadas foram colhidas 21 dias após a antese e distribuídas igualmente em 13 sacos, confeccionados com material de poliéster poroso, permitindo trocas com o meio.

Dispersão de sementes – Os frutos de *Clitoria laurifolia* são autocóricos. Para avaliar a atividade das formigas na dispersão secundária das sementes foram montadas dez estações com dez sementes cada, ao longo de um transecto de 50 m, totalizando 100 sementes depositadas no solo (Leal e Oliveira 1998). O transecto foi percorrido a cada hora das 9:00 às 14:00 horas e o número de sementes removidas foi anotado.

Além disso, cada estação foi observada por dois minutos em cada horário e o comportamento das formigas foi registrado. Foram consideradas quatro categorias de comportamento: “ignorar”, quando as formigas ignoravam completamente as sementes; “examinar”, quando as formigas interagiam com as sementes, porém, sem tentar remove-las; “tentar remover”, quando era feita a tentativa de remoção sem sucesso e “remover”, quando as formigas conseguiam efetivamente remover as sementes. Neste último caso foram registrados a distância de remoção e o sítio de deposição das sementes.

As observações foram feitas em cinco dias não consecutivos e os insetos coletados foram identificados pela equipe do Laboratório de Hymenoptera do Museu de Zoologia pertencente à Universidade de São Paulo.

Resultados

Aspectos externos dos frutos – A figura 1 mostra uma flor de *Clitoria laurifolia* sendo polinizada pela abelha *Bombus morio*, seu principal polinizador na área de estudo (Capítulo 1). Quatorze dias após este evento os frutos ainda apresentavam coloração verde e as sementes condescidas ao endocarpo. Aos 21 dias os frutos já exibiam coloração castanha clara e pericarpo liso e brilhante, entrando em fase de deiscência. Aos 28 dias a tonalidade mudou para

castanho escuro, o pericarpo encontrava-se áspero e opaco, sendo que os frutos não se abriam mais espontaneamente (figura 2).



Figuras 1-4. Polinização, maturação e dispersão das sementes de *C. laurifolia*. 1. Flor de *C. laurifolia* sendo polinizada. Barra = 2 cm. 2. Frutos colhidos aos 14, 21 e 28 dias após a antese. Barra = 2 cm. 3. Sementes colhidas aos 14, 21 e 28 dias após a antese (14a: sementes em formação; 14b: sementes totalmente formadas). Barra = 0,5cm. 4. *Atta sexsdens* carregando duas sementes de *Clitoria laurifolia*. Barra = 0,5 cm.

Figuras 1-4. Pollination, maturation and seed dispersal of *C. laurifolia*. 1. *Clitoria laurifolia* flower being pollinated. Bar = 2 cm. 2. Fruits harvested at 14, 21 and 28 days after anthesis. Bar = 2 cm. 3. Seeds harvested at 14, 21 and 28 days after anthesis. Bar = 0,5cm. 4. *Atta sexsdens* carrying two seeds of *Clitoria laurifolia*. Bar = 0,5 cm.

Extração e beneficiamento das sementes – Nos frutos colhidos aos 14 dias após a antese verificou-se grande heterogeneidade em relação ao tamanho e ao grau de desenvolvimento das sementes. Sendo assim, as mesmas foram separadas em dois subgrupos: sementes que ainda se encontravam em formação (14a) e sementes totalmente formadas (14b). Cerca de 75% destes frutos apresentaram as sementes completamente formadas, porém ainda não maduras (14b). Em geral, as sementes possuem a mesma coloração que os frutos dos quais foram extraídas

(figura 3). O número médio de sementes por fruto foi maior aos 21 dias, embora tenha apresentado grande variação em todos os estádios (tabela 1).

Biometria - Através das figuras 2 e 3 e da tabela 1 observa-se que o tamanho dos frutos tende a diminuir ao longo dos estádios de maturação. As sementes que ainda não estavam formadas (14a) aumentaram seu tamanho médio em cerca de seis vezes até sua completa formação (14b). Em seguida, sofreram uma redução acentuada até os 21 dias, que continuou de maneira mais discreta até os 28 dias.

Tabela 1. Valores médios do número de sementes por fruto, índice de tamanho, teor de água e massa seca de frutos e sementes de *Clitoria laurifolia* em diferentes estádios de maturação.

Table 1. Mean of number of seeds per fruit, size, water content and dry matter content of *Clitoria laurifolia* fruits and seeds in different maturation stages.

Estádio do fruto	Número de sementes por fruto	Índice de Tamanho (mm ²)	Teor de Água (%)	Massa Seca (mg)
14	5,0 ab	402,6 c	80,6 ± 5,4	335,2 ± 80,6
21	6,5 b	345,3 b	19,1 ± 0,8	668,5 ± 69,8
28	3,8 a	293,7 a	15,2 ± 0,4	477,2 ± 72,8
Estádio da semente				
14 a	-----	5,4 a	85,6 ± 3,3	1,4 ± 0,3
14 b	-----	30,9 d	69,0 ± 3,0	25,9 ± 3,0
21	-----	19,8 c	25,2 ± 2,3	37,0 ± 1,8
28	-----	15,7 b	18,5 ± 5,0	32,8 ± 2,2

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Means followed by the same letter at the same column do not differ by Tukey at 5%.

Teor de água e massa seca dos frutos e sementes – A tabela 1 indica que o teor de água dos frutos e das sementes diminuiu acentuadamente entre o 14º e o 21º dia após a antese, seguindo-se uma queda mais tênue até o 28º dia, que não apresentou diferença estatística. A massa seca apresentou padrão oposto, aumentando ao longo da maturação até os 21 dias, quando atingiu seu valor máximo nos frutos e nas sementes.

Teste de germinação – A tabela 2 expressa os resultados do teste de germinação. As sementes que ainda não estavam totalmente formadas (14a) não germinaram e, ao final do teste de germinação, não estavam íntegras, apresentando o tegumento amolecido e coberto por fungos.

Tabela 2. Porcentagens médias de germinação (%G), plântulas normais (%PN), sementes íntegras (%SI) e não íntegras (%SNI) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Clitoria laurifolia* em diferentes estádios de maturação (14a: sementes em formação; 14b: sementes totalmente formadas).

Table 2. Means of of germination (%G), normal seedlings (%PN), unadulterated (%SI) and adulterated seeds (%SNI) and germination velocity index (IVG) of *Clitoria laurifolia* seeds in diferent maturation stages (14a: seeds in formation; 14b: seeds completely formed).

Estádio da semente	%G	%PN	%SI	%SNI	IVG
14a	0 a	0 a	0 a	100 d	0 a
14b	23,33 b	5,83 a	5 a	72,50 c	0,22 ab
21	99,17 c	99,17 c	0 a	0,83 a	1,05 c
28	41,42 b	38,89 b	38,58 b	20,00 b	0,40 b

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Means followed by the same letter at the same column do not differ by Tukey at 5%.

As maiores porcentagens de germinação e de plântulas normais foram encontradas nas sementes colhidas aos 21 dias. Neste estágio a porcentagem de sementes não íntegras foi mínima e o índice de velocidade de germinação foi máximo, sendo que todos os parâmetros apresentaram diferenças estatísticas.

A figura 5 reúne os principais parâmetros utilizados na determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes. Nota-se que o teor de água sofre uma queda acentuada entre os 14 e 21 dias. A porcentagem de germinação e a massa seca aumentam no decorrer do processo de maturação, atingindo os maiores valores aos 21 dias, quando começam a decair.

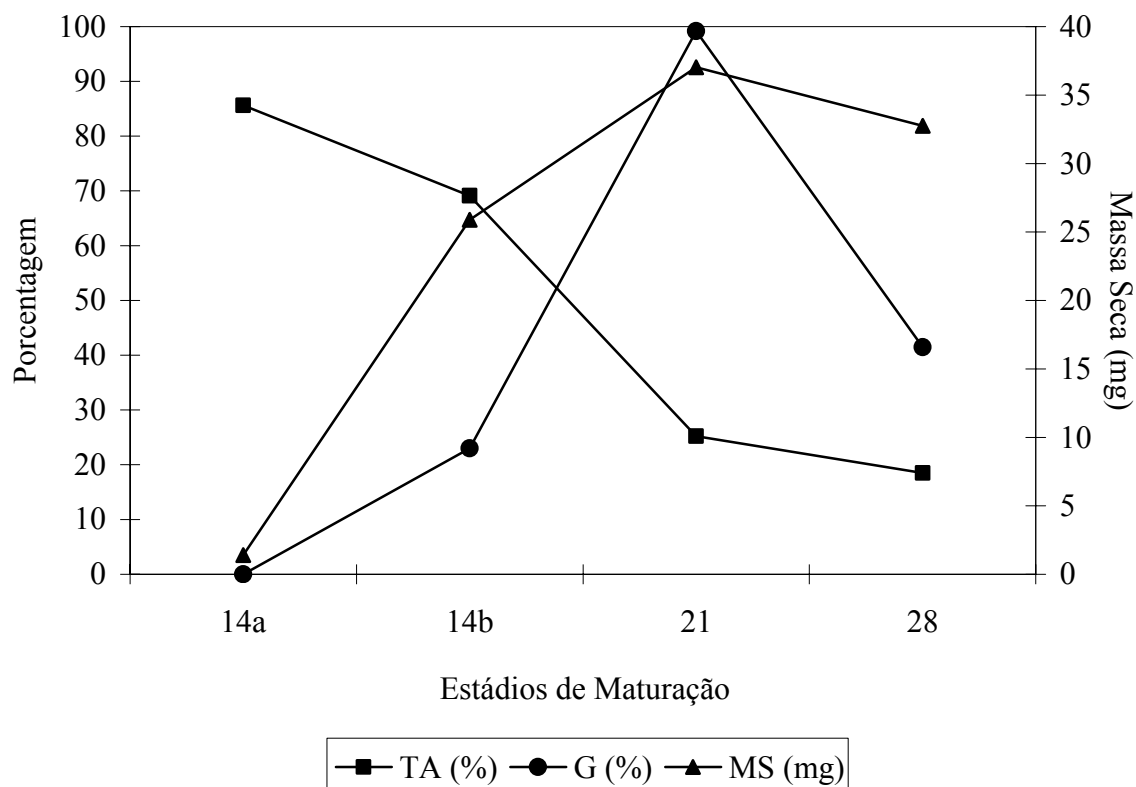


Figura 5. Representação dos valores médios do teor de água (TA), germinação (G) e massa seca (MS) de sementes de *Clitoria laurifolia* em diferentes estádios de maturação (14a: sementes em formação; 14b: sementes totalmente formadas).

Figure 5. Representation of water content (TA), germination (G) and dry matter content (MS) of *Clitoria laurifolia* seeds in different maturation stages (14a: seeds in formation; 14b: seeds completely formed).

Longevidade das sementes no solo da área de estudo – Após quinze dias sob o solo verificou-se que a maioria das sementes de todos os sacos já havia germinado. Sendo assim, o material foi desenterrado e levado ao laboratório, onde foi constatado que 98% das sementes haviam germinado e que as plântulas eram vigorosas e homogêneas, medindo cerca de 7 cm de comprimento.

Dispersão de sementes – Foram observadas quatro espécies de formigas interagindo com as sementes de *Clitoria laurifolia* na área de estudo. *Dorymyrmex pr. brunneus* (Dolichoderinae) e *Solenopsis* sp. (Myrmicinae) apenas examinaram e ignoraram as sementes. Já *Camponotus*

pr. *melanoticus* (*Taenamyrmex*) e *Atta sexsdens* (*Myrmicinae*) foram observadas tentando remover e efetivamente removendo as sementes (figura 4).

A figura 6 apresenta todas as remoções ocorridas, inclusive as que não foram observadas, indicando que até 30% das sementes foram removidas entre 10:00 e 11:00 horas.

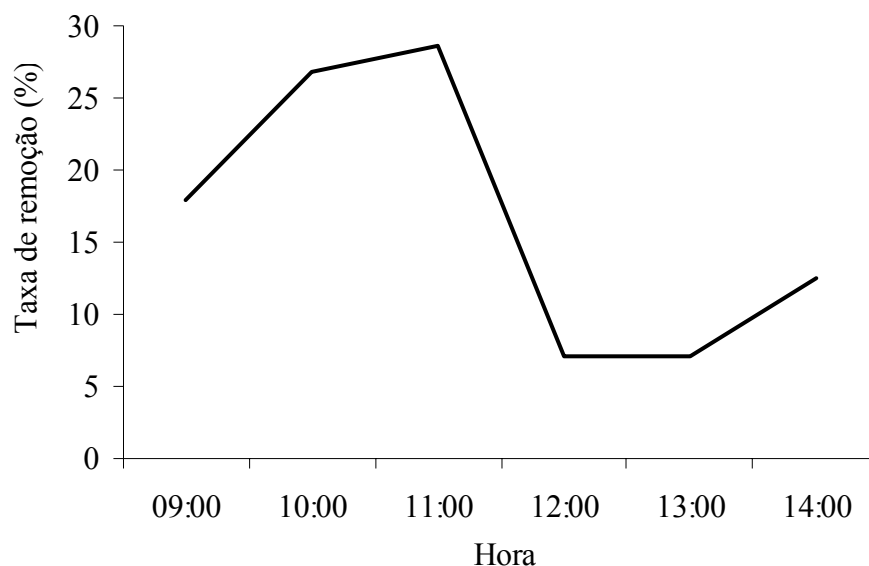


Figura 6. Taxa de remoção de sementes de *Clitoria laurifolia* na área de estudo.

Figure 6. Removal of *Clitoria laurifolia* seeds at the study area.

Foram observadas diretamente apenas 46,5% das remoções e todas as sementes removidas foram depositadas sobre a turfa que cobre o solo da área de estudo. Destas, 80% foram carregadas por até 15 cm, 15 % por cerca de 20 cm e 5% foram transportadas a mais de um metro de distância.

O maior número de interações observadas ocorreu às 9:00 horas. Em todos os horários os comportamentos mais comuns foram “examinar” e “ignorar”. Entre as quatro categorias de comportamento, as remoções foram observadas apenas às 9:00, 11:00 e 12:00 horas, em baixa frequência (figura 7).

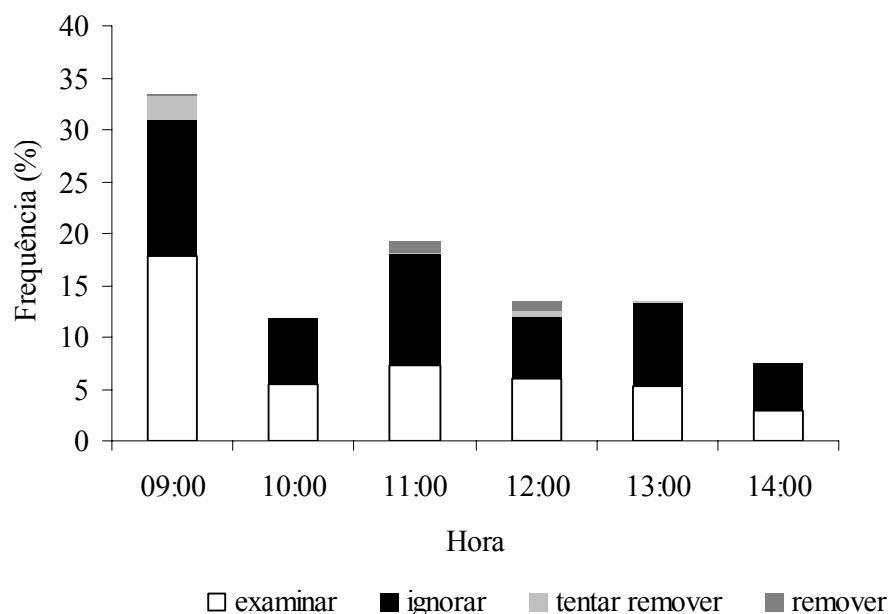


Figura 7. Frequência relativa da interação entre formigas e sementes de *Clitoria laurifolia* na área de estudo.

Figure 7. Relative frequency of the interaction between ants and *Clitoria laurifolia* seeds at the study area.

Discussão

A maturidade fisiológica das sementes é, normalmente, acompanhada por modificações visíveis no aspecto externo dos frutos e das sementes, destacando-se a coloração, odor, tamanho e textura (Figliolia e Aguiar 1993, Carvalho e Nakagawa 2000, Carrasco 2003). Na literatura são encontrados diversos trabalhos que procuram relacionar os aspectos externos do fruto com a maturidade das sementes, uma vez que estes parâmetros práticos são mais facilmente utilizáveis em campo. Entretanto, sua aplicação tem sido discutida, pois, além de serem estimativas subjetivas, nem sempre estão associados à maturação (Figliolia 1995).

A cor dos frutos de *Clitoria laurifolia* mudou ao longo do processo de maturação, principalmente do primeiro para o segundo estágio, revelando-se um índice visual eficaz que pode ser utilizado como parâmetro auxiliar na colheita das sementes. Resultados semelhantes foram encontrados para frutos de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) e *Machaerium brasiliense* Vogel (Fabaceae), cuja coloração permitiu a identificação do ponto de maturidade fisiológica das sementes, indicando a época ideal de colheita (Corvello *et al.* 1999, Guimarães e Barbosa

2007). Borges *et al.* (2005) consideram a coloração um bom indicador do estágio de maturação de *Caesalpinia echinata* Lam. (Fabaceae) e ressaltam a importância da caracterização deste estágio o mais próximo possível da deiscência para a obtenção de sementes com o máximo vigor, uma vez que, depois deste evento, as mesmas ficam sujeitas às condições ambientais, perdendo qualidade fisiológica.

Em relação ao tamanho das sementes, é esperado que as mesmas atinjam o valor máximo no ponto de maturidade fisiológica (Popinigs 1985, Otegui *et al.* 2007). Todavia, as sementes de *Clitoria laurifolia* alcançaram o tamanho máximo antes deste ponto, evidenciando que este parâmetro não foi um indicador eficiente para a espécie. Uma possível explicação para o comportamento encontrado é dada por Carvalho e Nakagawa (2000) que afirmam que, de maneira geral, as sementes crescem rapidamente de tamanho, atingindo o máximo num período curto em relação à duração total do período de maturação. Para sementes de *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard, Silva e Carvalho (2008) não encontraram relação entre o tamanho das sementes e a porcentagem e velocidade de germinação.

A diminuição no tamanho de frutos e sementes entre o 14º e o 21º dia após a antese deve-se, provavelmente, à redução acentuada do teor de água registrada para o mesmo período. Logo após a formação do zigoto, o teor de água das sementes normalmente varia entre 70 e 80%, decrescendo à medida que a mesma se desenvolve (Popinigs 1985, Carvalho e Nakagawa 2000). Durante essa fase os vacúolos diminuem de tamanho e o conteúdo de água diminui, à medida que é substituído nas células por matéria seca (Castro *et al.* 2004). Estas duas variáveis estão, portanto, relacionadas, sendo que no ponto de maturidade fisiológica as sementes normalmente apresentam teor de água mínimo e massa seca máxima, como foi evidenciado por Corvello *et al.* (1999), Borges *et al.* (2005) e Iossi *et al.* (2007).

No presente estudo, a massa seca das sementes aumentou em cerca de 9,5 vezes entre os estádios 14a e 14b, sendo, provavelmente, o fator responsável pelo aumento no tamanho das mesmas neste período. Aos 21 dias foram encontrados os maiores valores para este parâmetro, tanto em relação aos frutos quanto às sementes.

Diversos autores sugerem que no ponto de maturidade fisiológica as sementes exibem os valores máximos de capacidade germinativa e de vigor (Piña-Rodrigues e Aguiar 1993, Corvello *et al.* 1999, Carvalho e Nakagawa 2000, Iossi *et al.* 2007, Guimarães e Barbosa 2007, Otegui *et al.* 2007). As sementes de *Clitoria laurifolia* apresentaram vigor máximo, evidenciado pelo índice de velocidade de germinação (IVG), e maior porcentagem de germinação aos 21 dias (99,17%), sendo que todas as sementes germinadas neste estágio originaram plântulas normais. Estes resultados, associados à massa seca e ao teor de água das

sementes, permitem concluir que o ponto de maturidade fisiológica das sementes de *Clitoria laurifolia* foi alcançado próximo aos 21 dias após a antese, quando os frutos apresentavam coloração castanha clara e as sementes cerca de 25% de teor de água.

Comparando-se as sementes com 14b e com 28 dias observa-se que este último estágio apresentou melhor desempenho em relação à germinação, à formação de plântulas normais e ao IVG. Além disso, a alta porcentagem de sementes íntegras ao final do teste sugere que as mesmas estariam dormentes. A dormência corresponde à última etapa do processo de maturação das sementes (Tompsett e Pritchard 1993, Vertucci e Farrant 1995) e, de acordo com este estudo, teria se estabelecido provavelmente entre os 21 e 28 dias após a antese.

A conversão da fase de maturação para a de germinação (*switch*) é relacionada por diversos autores à secagem (Jiang e Kermod 1994, Barbedo e Marcos Filho 1998). Segundo Barbedo e Marcos Filho (1998), as sementes ortodoxas não só toleram como dependem desta secagem para redirecionar os processos metabólicos do desenvolvimento à germinação. Considerando o alto teor de água apresentado pelas sementes com 14b dias (cerca de 70%), a ausência da secagem pode ter sido responsável pela baixa taxa de germinação nesse estágio.

Rodrigues *et al.* (2007) estudou a germinação desta mesma espécie testando o efeito de diferentes temperaturas e substratos e relacionou as baixas porcentagens de germinação obtidas (no máximo 46%) à possível presença de dormência. De acordo com o presente estudo, o teor de água das sementes utilizadas pelo autor (16,54%) indica que os frutos foram coletados próximo aos 28 dias (Figura 5). Desta forma, é importante considerar estes aspectos no momento da colheita das sementes, especialmente quando se utiliza semeadura direta. Neste método a obtenção de plântulas vigorosas é essencial para garantir o estabelecimento das espécies vegetais introduzidas na área degradada a partir das sementes (Nalon *et al.* 2008).

Segundo Almeida-Cortez (2004), banco de sementes é o estoque de sementes viáveis existentes no solo. Ele varia de acordo com a entrada (dispersão) e saída (germinação, morte) de sementes e estas controlam diretamente a densidade e reserva genética das espécies. Nakagawa *et al.* (2007) e Paiva *et al.* (2008) encontraram dormência causada pela impermeabilidade do tegumento em *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland e *Macrotyloma axillare* (E. Mey.) Verdc., ambas Fabaceae, destacando que esta característica favorece sua permanência no banco de sementes do solo. Ferreira *et al.* (2004), Meneghello e Mattei (2004) e Souza *et al.* (2006) estudaram seis espécies de leguminosas que formam banco de sementes permanente, recomendando sua utilização em trabalhos de revegetação a partir de semeadura direta.

Na área de estudo as sementes enterradas germinaram em menos de quinze dias,

evidenciando que a espécie não forma banco de sementes no solo, mas sim banco de plântulas. Rodrigues (2006) trabalhando com banco de sementes nesta mesma área observou que *Clitoria laurifolia* não forma banco persistente. Entretanto, vale ressaltar que foram utilizadas sementes com 21 dias de idade, que, assim como as sementes de *Clitoria fairchildiana* (Silva e Carvalho 2008), não apresentam dormência tegumentar.

Ainda assim, as sementes de *Clitoria laurifolia* também apresentam potencial de utilização através de semeadura direta, uma vez que possuem taxa de germinação elevada, rápida e uniforme, permitindo um recobrimento relativamente rápido da área a ser recuperada e eliminando os custos com a produção de mudas. Além disso, a espécie não apresenta restrições quanto às características do solo, uma vez que se associa a bactérias nitrificantes que o enriquecem com compostos nitrogenados (Faria e Lima 1998).

A predação por formigas representa um empecilho à aplicação do método de semeadura direta, tendo sido desenvolvidos protetores de sementes, como os utilizados por Ferreira *et al.* (2007) e Santos Júnior *et al.* (2004), para protegê-las destes animais. Mas este não parece ser um problema para *Clitoria laurifolia* uma vez que os resultados deste trabalho demonstraram que as formigas não são predadoras, mas sim dispersoras de suas sementes.

Entre as duas espécies de formigas observadas removendo as sementes, *Atta sexsdens* (saúva-limão) foi mais freqüente que *Camponotus pr. melanoticus*, sendo considerada a principal dispersora secundária da espécie na área. O gênero *Camponotus* não foi considerado um dispersor eficiente por Peternelli *et al.* (2004), enquanto as formigas do gênero *Atta*, apesar de consideradas pragas agrícolas, exercem importante papel na dispersão de sementes de diversas espécies (Leal e Oliveira 1998, Pizo e Oliveira 2000).

Peternelli *et al.* (2004) encontraram 16 espécies de formigas interagindo com sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae) em fragmentos em Viçosa, com taxas de remoção superiores a 85%. Estas divergências podem estar associadas ao grau de degradação da área de estudo, ou talvez às diferenças na morfologia das sementes destas espécies, uma vez que *Clitoria laurifolia* não apresenta nenhuma adaptação à mirmecocoria. Entretanto, de acordo com Leal e Oliveira (1998), as formigas podem atuar como dispersores secundários de frutos não mirmecocóricos, alterando a deposição de sementes gerada pela autocoria, diminuindo as taxas de predação e a competição de plântulas embaixo da planta-mãe, podendo influenciar o sucesso reprodutivo das plantas e a estrutura espacial de suas populações.

Embora a distância de remoção na área de estudo seja aparentemente pequena, as formigas geralmente depositam as sementes sobre a turfa, que apresenta condições microclimáticas mais favoráveis à germinação, como maior umidade e temperatura mais

amena. Segundo Pizo e Oliveira (1998), ao transportar as sementes para sítios potencialmente mais seguros, as formigas aumentam as chances de sobrevivência das mesmas.

Assim pode-se considerar que *Clitoria laurifolia* apresenta sementes pequenas e dispersão abiótica (autocoria) ou conduzida por animais generalistas (formigas). Tais características foram relacionadas por Melo *et al.* (2004) como sendo peculiares às espécies pioneiras das florestas tropicais, que participam dos estágios iniciais da regeneração após uma perturbação. Além disso, quase 100% das sementes maduras (colhidas 21 dias após a antese) germinaram, tanto em laboratório quanto no solo degradado da restinga estudada, revelando o potencial da espécie para ser utilizada na recuperação de áreas fortemente degradadas em solos arenosos de baixa fertilidade, especialmente a partir de semeadura direta.

Referências Bibliográficas

- AGUIAR, I.B. & BARCIELA, F.J.P. 1986. Maturação de sementes de cabreúva. *Revista Brasileira de Sementes* 8: 63-71.
- ALMEIDA-CORTEZ, J.S. 2004. Dispersão e banco de sementes. In: FERREIRA, G.F. & BORGHETTI, F. (Orgs.) 2004. *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed, Porto Alegre.
- BATALHA, M.A. & MANTOVANI, W. 2001 Floristic composition of the cerrado in the pé-de-gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, southeastern Brazil) *Acta Botanica Brasílica* 15: 289-304.
- BARBEDO, C.J. & MARCOS FILHO, J. 1998. Tolerância à dessecação em sementes. *Acta Botanica Brasília* 12: 145-164.
- BORGES, I.F., GIUDICE NETO, J.D., BILIA, D.A.C., FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. & BARBEDO, C.J. 2005. Maturation of Seeds of *Caesalpinia echinata* Lam. (Brazilwood), an Endangered Leguminous Tree from the Brazilian Atlantic Forest. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48: 851-861.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 1992. Regras para análise de sementes. SNDA/DNDV/CLAV, Brasília.
- CARRASCO, P.G. 2003. Produção de mudas de espécies florestais de restinga, com base em estudos florísticos e fitossociológicos, visando a recuperação de áreas degradadas em Ilha Comprida – SP. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4^a ed. FUNEP, Jaboticabal.
- CARVALHO JÚNIOR, A.A., FIGUEIREDO, M.B., FURTADO, E.L. & HENNEN, J.F. 2006. Uredinales sobre Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Marantaceae e Moraceae da Reserva Florestal “Armando de Salles Oliveira”, São Paulo, SP, Brasil. *Hoehnia* 33: 317-329.
- CASTRO, R.D., BRADFORD, K.J. & HILHORST, H.W.M. 2004. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, G.F. & BORGHETTI, F. (Orgs.) 2004. *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed, Porto Alegre.
- CORVELLO, W.B.V., VILLELA, F.A., NEDEL, J.L. & PESKE, S.T. 1999. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis*) Vell. *Revista Brasileira de Sementes* 21: 23-27.

- FARIA, S.M. & LIMA, H.C. 1998. Additional studies of the nodulation status of legume species in Brazil. *Plant and Soil* 200: 185-192.
- FERREIRA, R.A., DAVIDE, A.C. & MOTTA, M.S. 2004. Vigor e viabilidade de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn. e *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. num banco de sementes em solo de viveiro. *Revista Brasileira de Sementes* 26: 24-31.
- FERREIRA, R.A., DAVIDE, A.C., BEARZOTI, E. & MOTTA, M.S. 2007. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. *Cerne* 13: 271-279.
- FIGLIOLIA, M.B. 1995. Colheita de sementes. In: Manual técnico de sementes florestais. Instituto Florestal, São Paulo.
- FIGLIOLIA, M.B. & AGUIAR, I.B. 1993. Colheita de sementes. In: AGUIAR, I.B., PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) 1993. Sementes florestais tropicais. ABRATES, Brasília.
- GOMES, F.P. 1978. Curso de estatística experimental. 8ª ed. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- GUIMARÃES, D.M. & BARBOSA, J.M. 2007. Coloração dos frutos como índice de maturação para sementes de *Machaerium brasiliense* Vogel (Leguminosae – Fabaceae). *Revista Brasileira de Biociências* 5: 567-569.
- IOSSI, E., SADER, R., MORO, F.V. & BARBOSA, J.C. 2007. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. *Revista Brasileira de Sementes* 29:147-154.
- JIANG, L. & KERMODE, A.R. 1994. Role of desiccation in the termination of expression of genes for storage proteins. *Seed Science Research* 4: 149-173.
- LEAL, I.R. & OLIVEIRA, P.S. 1998. Interactions between fungus-growing ants (attini), fruits and seeds in Cerrado vegetation in southeast Brazil. *Biotropica* 30: 170-178.
- MELO, F.P.L., AGUIAR NETO, A.V., SIMABUKURO, E.A. & TABARELLI, M. 2004. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, G.F. & BORGHETTI, F. (Orgs.) 2004. Germinação: do básico ao aplicado. Artmed, Porto Alegre.
- MENEGHELLO, G.E. & MATTEI, V.L. 2004. Semeadura direta de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), canafistula (*Peltophorum dubium*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. *Ciência Florestal* 14: 21-27.
- NAKAGAWA, J., CAVARIANI, C., MARTINS, C.C. & COIMBRA, R.A. 2007. Intensidade de dormência durante a maturação de sementes de mucuna-preta. *Revista Brasileira de Sementes* 29: 165-170.

- NALON, C.F., ATTANASIO, C.M., BOURLEGAT, J.M.G., SANTOS, M.B. E GANDOLFI, S. 2008. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas ciliares em recuperação: algumas observações. In: BARBOSA, L.M. (coord.) 2008. II Simpósio de atualização em recuperação de áreas degradadas. Instituto de Botânica, São Paulo.
- OTEGUI, M., SOROL, C., FLECK, A. & KLEKAILO, G. 2007. Madurez fisiológica, germinación y conservación de semillas de guayabito (*Psidium cuneatum* CAMB. – MYRTACEAE). Revista Brasileira de Sementes 29: 142-150.
- PAIVA, A.S., RODRIGUES, T.J.D., CANCIAN, A.J., LOPES, M.M. & FERNANDES, A.C. 2008. Qualidade fisiológica da leguminosa forrageira *Macrotyloma axillare* CV. Java. Revista Brasileira de Sementes 30: 130-136.
- PETERNELLI, E.F.O., LUCIA, T.M.C.D. & MARTINS, S.V. 2004. Espécies de formigas que interagem com as sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (EUPHORBIACEAE). Árvore 28: 733-738.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & AGUIAR, I.B. 1993. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I.B., PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. 1993. Sementes florestais tropicais. ABRATES, Brasília.
- PIZO, M.A. & OLIVEIRA, P.S. 1998. Interaction between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (meliaceae), in the atlantic forest of southeast Brazil. American Journal of Botany 85: 669–674.
- PIZO, M.A. & OLIVEIRA, P.S. 2000. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic Forest of Southeast Brazil. Biotropica 32: 851-861.
- POPINIGIS, F. 1985. Fisiologia da semente. 2ª ed. ABRATES, Brasília.
- PRUDENTE, C.M. 2005. Produção e germinação de sementes, morfologia de plântulas e regeneração natural de *Tibouchina clavata* (Pers.) Wurdack. (Melastomataceae) em área de restinga degradada pela mineração. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- REZENDE, D.V. & DIANESE, J.C. 2002. Aspectos taxonômicos de Uredinales infetando leguminosas utilizadas na arborização urbana do Distrito Federal. Fitopatologia Brasileira 27:361-371.
- RODRIGUES, M. A. 2006. Avaliação da chuva e banco de sementes em áreas de restinga, morfoecologia e potencial biótico de espécies ocorrentes nestes locais. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- RODRIGUES, M. A., PAOLI, A. A. S., BARBOSA, J. M., BARBOSA, L.M. & SANTOS JUNIOR, N. A. 2007. Caracterização de aspectos do potencial biótico (capacidade

- reprodutiva) de espécies importantes para a recuperação de áreas degradadas de restinga. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 633-635.
- SACRAMENTO, A.C., ZICKEL, C.S. & ALMEIRA JÚNIOR, E.B. 2007. Aspectos florísticos da vegetação de restinga no litoral de Pernambuco. *Árvore* 31:1121-1130.
- SANTOS JÚNIOR, N.A., BOTELHO, S.A. & DAVIDE, A.C. 2004. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar. *Cerne* 10: 103-117.
- SÃO PAULO (Secretaria de Estado do Meio Ambiente). 2004. Lista oficial das espécies da flora do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção. Resolução SMA 48, de 21 de setembro de 2004. *Diário Oficial do Estado de São Paulo - Meio Ambiente*. Publicado em 22.09.2004.
- SILVA, B.M.S. & CARVALHO, N.M. 2008. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard. – Fabaceae) de diferentes tamanhos. *Revista Brasileira de Sementes* 30: 55-65.
- SOUZA, P.A., VENTURIN, N., GRIFFITH, J.J. & MARTINS, S.V. 2006. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. *Cerne* 12: 56-67.
- TOMPSETT, P.B. & PRITCHARD, H.W. 1993. Water status changes during development in relation to the germination and desiccation tolerance of *Aesculus hippocastanum* L. seeds. *Annals of Botany* 71: 107-116.
- VERTUCCI, C.W. & FARRANT, J.M. 1995. Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: KIGEL, J. & GALILI, G. (eds.) 1995. Seed development and germination. New York, Marcel Dekker.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Clitoria laurifolia é uma espécie pioneira e autocompatível, capaz de produzir frutos também através de autopolinização espontânea, além de apresentar propagação vegetativa, características que favorecem sua perpetuação em ambientes com escassez de polinizadores e outras restrições que possam causar limitação polínica.

Esta espécie atrai e estabelece relações com a fauna nectarívora e apresenta dispersão secundária por formigas, aumentando o número das interações biológicas atualmente consideradas essenciais para o funcionamento e a sustentabilidade dos projetos de restauração ecológica.

Além disso, possui taxa de germinação elevada, rápida e uniforme, podendo ser empregada em técnicas de semeadura direta. Entretanto, as sementes a serem utilizadas deverão ser colhidas o mais próximo possível do ponto de maturidade fisiológica, que ocorre cerca de 21 dias após a antese, quando os frutos se encontram com coloração castanha clara e o teor de água das sementes em torno de 25%.

A espécie estudada reúne varias características que permitem a sua recomendação para trabalhos de recuperação de áreas fortemente degradadas, especialmente as que possuam solos arenosos e baixa fertilidade, como incremento da colonização.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Os resultados deste trabalho permitiram concluir que *Clitoria laurifolia* é, possivelmente, uma espécie adequada para a recuperação de áreas fortemente degradadas, onde a restauração deva ser encarada como um processo de sucessão primária.

Antes, porém, algumas questões precisam ser respondidas:

A espécie sofre limitação polínica em áreas onde a fauna de polinizadores é escassa? Quais fatores são responsáveis pela mesma?

Como a quantidade e a qualidade dos recursos oferecidos pela espécie e outros fatores restritivos em áreas degradadas, como a falta de local adequado à nidificação, interferem na composição da fauna de polinizadores?

Caso necessário, como realizar de modo adequado o manejo de polinizadores nas áreas a serem recuperadas?

Qual é a composição e a função da mucilagem observada envolvendo as sementes de *Clitoria laurifolia*? Como esta influencia a germinação das mesmas?

Que parâmetros considerar ao avaliar a qualidade das sementes formadas em condições naturais?

Quais são as técnicas mais indicadas para utilização da espécie em projetos de repovoamento vegetal?

A espécie é eficiente no restabelecimento das funções e estrutura do solo?

Até que ponto aspectos relacionados à rusticidade e adaptabilidade de *Clitoria laurifolia* podem prejudicar a continuidade do processo de sucessão e dificultar futuras ações de recuperação?