

FENOLOGIA REPRODUTIVA DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)

Sousa, V.A.; Daros, T.L.; Sturion, J.A.

Embrapa Florestas-CNPF, Estrada da Ribeira, Km 111,
Caixa Postal 319, CEP: 83411-000. Colombo-PR-Brasil.
Fone: (41) 666-1313 Fax: (41) 666-1276.
Endereço eletrônico: valderes@cnpf.embrapa.br

RESUMO

A erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) ocorre nos estados sul do Brasil e países limítrofes, como a Argentina e Paraguai. Sua importância sócio-econômica está na utilização e exploração das suas propriedades fitoquímicas, como bebida estimulante e produção de fármacos. Devido à crescente demanda, a formação de novos ervais de alta produtividade é imprescindível. O conhecimento da variabilidade genética constitui-se em uma importante ferramenta para o sucesso de programas de melhoramento e conservação do germoplasma da espécie. A mesma encontra-se intimamente ligada ao sistema reprodutivo que, de certa forma, define a participação efetiva dos indivíduos na reprodução. A erva-mate apresenta dioícia críptica, constituindo-se, portanto, em uma espécie alógama obrigatória. Todavia, a proporção de sexo, bem como a distribuição espacial e temporal dos indivíduos em reprodução, pode limitar o tamanho efetivo populacional. Esse trabalho visou o conhecimento da sua fenologia reprodutiva para subsidiar conhecimentos sobre a qualidade fisiológica e genética das sementes produzidas, além de gerar informações necessárias sobre técnicas de coleta e armazenamento de pólen para ser usado na polinização controlada. Esse trabalho foi conduzido em uma área de produção de sementes, constituída por árvores de diferentes procedências, em Colombo-PR. Foi analisado o ciclo reprodutivo, desde o aparecimento do botão floral até a liberação de sementes, nos anos 2002 e 2003. Numa amostra de 82 árvores, a proporção de sexos foi da ordem de 1,2 machos para cada fêmea e um ciclo reprodutivo de aproximadamente 3 e 5 meses nos machos e nas fêmeas, respectivamente. A diferenciação dos botões florais se iniciou na última dezena de setembro, estendendo-se até a última dezena de outubro, nos machos, enquanto que, nas fêmeas, este estágio se prolongou até a primeira quinzena de novembro. A antese ocorreu desde meados de outubro até meados de dezembro. Nas fêmeas, esse período estendeu-se por dez dias além do período de antese dos machos. O início da frutificação foi registrado do final de outubro até o final de dezembro. O desenvolvimento e a maturidade dos frutos ocorreram de fevereiro ao final de março. Não se detectou assincronia do florescimento entre procedências, mas apenas diferenças individuais dentro das mesmas. Sugere-se, para uma contribuição equitativa de gametas entre indivíduos que se proceda à polinização controlada.

Palavras chave: florescimento, frutificação, pólen

ABSTRACT

REPRODUCTIVE PHENOLOGY OF ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)

The erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) is a native tree species in southern Brazil, with natural distribution areas extending to Argentina and Paraguay. Its social and economic importance is in the exploration and use of phytochemical properties in the form of stimulant beverages and pharmaceutical products. In order to meet the growing demand for erva-mate products, it has become important to establish highly productive stands. Further knowledge on genetic variability is crucial for successful genetic improvement and gene conservation programs with this species. Special emphasis is in regard to reproductive system and the extent of individual participation in the reproduction. Because of its cryptic dioecy, it is obligatorily cross-pollinated. Furthermore, the proportion of sexes and both the spatial and temporal distributions of mating individuals can limit the effective population sizes. In this study, it is proposed to generate information on reproductive phenology of erva-mate, as well as information on techniques for collection and storage of pollen to be used in controlled pollination. The reproductive cycle was followed from the time of appearance of flower buds until seed shed in a seed production area established in Colombo-PR, with trees from different provenances. In a sample of 82 trees, the proportion of sexes was in the order of 1.2 males for each female. In male trees, the reproductive cycle lasted three months while in females it lasted five months. Flower bud differentiation began at the end of September and extended until the end of October in males while in females it lasted until mid November. Anthesis took place from mid October until mid December. In females, it extended for ten days longer than in males. The onset of fruiting period was observed from the end of October until the end of December. The fruits developed and reached maturity from February to the end of March.

There was no asynchrony of flowering among provenances. However, this was observed among individuals within provenance. In order to provide nearly equal contribution of gametes, controlled pollination may be necessary.

Key words: flowering; fruiting; pollen.

INTRODUÇÃO

A erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma espécie arbórea típica dos estados sul do Brasil e países limítrofes, como a Argentina e Paraguai. A espécie é explorada, economicamente, especialmente por suas propriedades fitoquímicas e como bebida estimulante e na produção de fármacos.

Para o atendimento da crescente demanda, a constituição de ervais com elevada produtividade e rentabilidade é desejável. Porém, a baixa qualidade genética e fisiológicas das sementes (Zanon, 1988) tem limitado a sua produtividade.

O conhecimento do grau e distribuição da variabilidade genética de uma espécie constitui-se em uma importante ferramenta para o sucesso de programas de melhoramento e conservação genética. No melhoramento, o emprego de uma população com ampla base genética permite a seleção de indivíduos mais adaptados a condições adversas. A variabilidade encontra-se intimamente ligada ao sistema reprodutivo que, por sua vez, determina a participação genética efetiva dos indivíduos na reprodução. A erva-mate apresenta diocia (críptica) com flores díclinas e um dos

sexos abortivos (Ferreira *et al.*, 1983). A contribuição efetiva dos indivíduos de uma população na reprodução é importante para que ocorra a panmixia e, dessa forma, haja participação equitativa dos gametas no pool gênico, para que o tamanho efetivo populacional não fique reduzido. Como espécie dióica, a erva-mate pode ter a panmixia afetada pelo desequilíbrio na proporção de sexo, distribuição espacial e temporal dos indivíduos reprodutivos na população. Diferentes proporções de sexo foram encontradas nessa espécie. Sturion *et al.* (1995) encontraram oito plantas estaminadas para cinco pistiladas, considerando três procedências, num total de 930 indivíduos. Ferreira *et al.* (1983), também, encontraram razão semelhante com sete plantas masculinas para cinco femininas, em ervais cultivados, num total de 1290 indivíduos. Porém, segundo esses autores, essa diferença entre populações pode ser devido à idade precoce das árvores, podendo as plantas femininas florescer tardiamente em relação às masculinas. A razão de uma árvore feminina para cada masculina foi encontrada numa análise em 15 populações naturais por Floss (1994). A proporção de sexo desejável para uma polinização eficiente tem sido discutida por muitos autores e a maioria concorda que 1 :1 (Hartl, 1980; Silvertown e Doust, 1993) é a mais desejável. No entanto, Gregorius (1983) considera que a otimização da polinização em espécies dióicas se dá quando há um leve excesso de fêmeas.

A dioicia, como no caso da erva-mate, é importante para o melhoramento genético, na medida em que possibilita a inclusão de indivíduos selecionados, na proporção de sexo desejada, através da propagação vegetativa (Resende *et al.*, 1995) em pomares de sementes.

Estudos de fenologia reprodutiva fornecem elementos sobre a qualidade fisiológica e genéticas das sementes produzidas nas populações. Essas informações podem subsidiar a coleta e o armazenamento de pólen, visando à hibridação de indivíduos geneticamente superiores, mesmo que apresentem defasagem de floração. Este trabalho teve por objetivo o estudo da fenologia reprodutiva para subsidiar os programas de melhoramento com conhecimentos sobre a qualidade fisiológica e genética das sementes produzidas, além de gerar informações sobre técnicas de coleta e armazenamento de pólen para emprego na polinização controlada.

MATERIAL E MÉTODOS

Árvores da área de produção de sementes (APS), instalado em dezembro de 1988, no município de Colombo – PR foram utilizadas nesse estudo. Essa área localiza-se a 25°20' de latitude S e 49°14' de longitude W e altitude de 920 m. A precipitação média anual é de 1.400 – 1.500 mm, com a temperatura média entre 16 – 17° C. O tipo climático predominante, no sistema de classificação de Koeppen, é Cfb (clima pluvial temperado, com chuvas regulares distribuídas por todos os meses do ano com variações de temperatura do mês mais quente inferior a 22° C).

A seleção das árvores para a implantação da APS foi efetuada com base em seus valores genéticos por meio do software “SELEGEN” (Resende *et al.*, 1994). Esse plantio é constituído por um total de 82 árvores das procedências Cascavel, Toledo, Campo Mourão e Soledade. As observações fenológicas foram efetuadas nos anos 2002/2003 com dados registrados em intervalos de cinco dias durante a floração e, semanalmente, nos demais estágios.

Os métodos de avaliação basearam-se na ausência ou presença das fenofases, seguindo-se os critérios :

1. Botão floral I: surgimento do botão floral (fase inicial) - para machos e fêmeas;
2. Botão floral II: maturação do botão floral (fase intermediária) - para machos e

fêmeas;

3. Botão floral III: desenvolvimento máximo do botão floral, com pétalas visíveis mas ainda aderidas (fase avançada) – para machos e fêmeas;
4. Flor I: Antese : separação das pétalas, com exposição dos órgãos sexuais- para machos e fêmeas;
5. Flor II: receptividade das estruturas reprodutivas – para machos e fêmeas;
6. Flor III: escurecimento da corola, sem sinais atrativos – para machos e fêmeas;
7. Fruto I: fecundação do gineceu, e eliminação da corola – para fêmeas
8. Fruto II: desenvolvimento do ovário – para fêmeas;
9. Fruto III: amadurecimento do fruto, com mudança de coloração – para fêmeas;
10. Fruto IV: fruto maduro preparado para liberação – para fêmeas;

O período fértil foi relacionado aos atrativos florais como a coloração da corola e a secreção de néctar em ambos os sexos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 82 árvores observadas, 45 eram machos e 37 fêmeas, numa proporção de 1,2 machos para cada fêmea, mostrando um equilíbrio na proporção dos sexos. Essa proporção não se constitui, portanto, em fator restritivo à panmixia nessa população.

FENOLOGIA REPRODUTIVA

O ciclo reprodutivo teve uma duração de aproximadamente três meses nos machos e cinco meses para nas fêmeas. Aparentemente, não há defasagem nos períodos de maturação dos pólenes e a receptividade dos estigmas entre procedências (Figuras 1 e 2). Todavia, diferenças individuais foram observadas dentro de procedências.

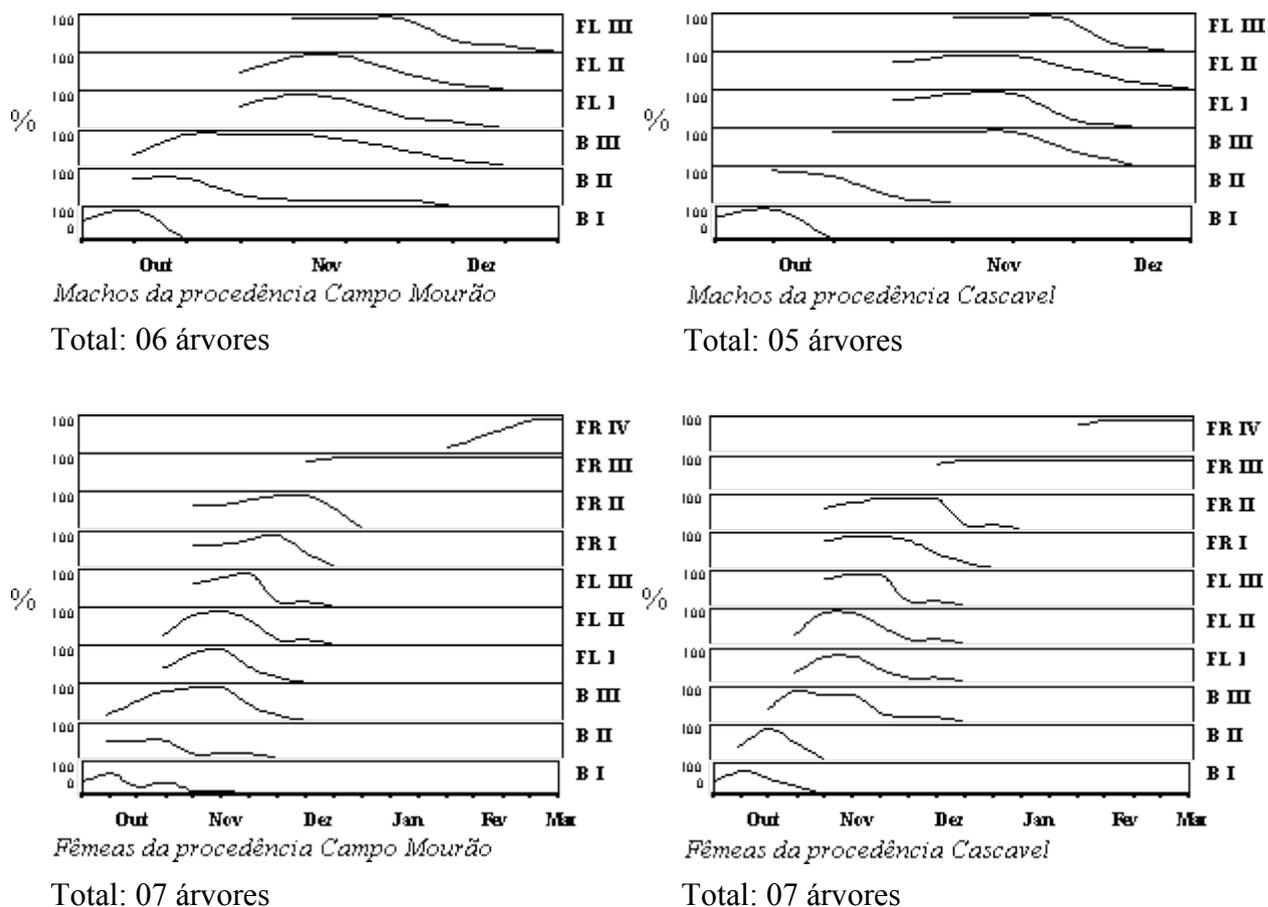
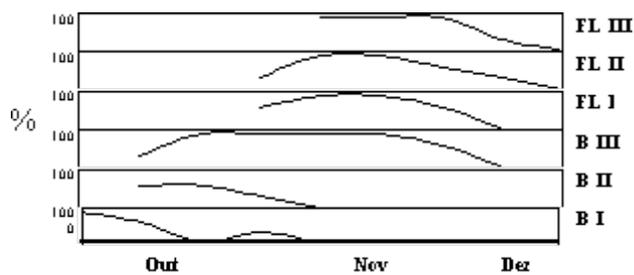


Figura 1. Porcentagem de indivíduos das procedências de Campo Mourão e Cascavel nas diferentes fases reprodutivas. B (botões florais), FL (flor) e FR (frutos),

1. Botões Florais

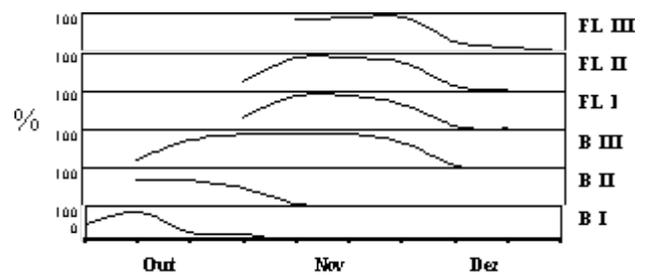
A diferenciação dos botões florais se iniciou na última semana de setembro, estendendo-se até a última semana de outubro, nos machos, enquanto que, nas fêmeas, este estágio se prolongou até a primeira quinzena de novembro. Noventa e um por cento das árvores analisadas exibiram a iniciação do botão floral no princípio de outubro. As árvores masculinas de Soledade apresentaram maior sincronismo na iniciação dos primórdios florais. As árvores femininas apresentaram maior defasagem do que as masculinas nesse estágio mas o final dessa fase foi atingido praticamente ao mesmo tempo em ambos os sexos.

A fase intermediária no desenvolvimento dos botões florais ocorreu, primeiramente, nas árvores masculinas e a seguir nas femininas, especialmente em outubro. A presença de botão floral maduro foi detectada com maior abundância na primeira e última dezenas dos meses de outubro e novembro. O conhecimento do desenvolvimento dos botões florais é importante para o procedimento da polinização controlada (isolamento dos ramos a serem polinizados e manuseio do pólen).



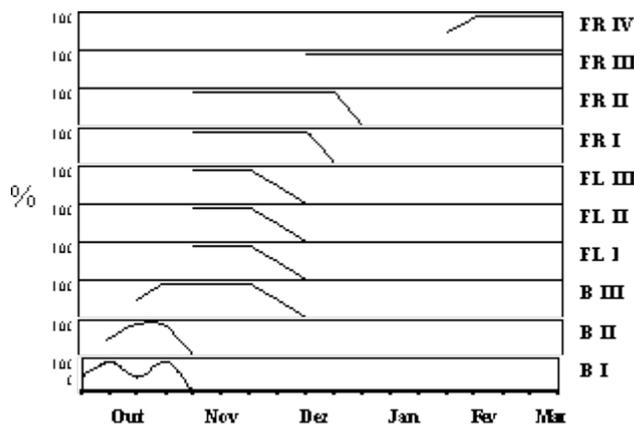
Machos da procedência Soledade

Total: 03 árvores



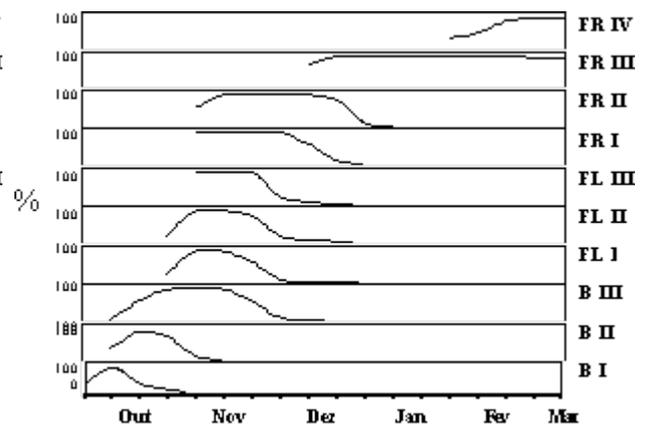
Machos da procedência Toledo

Total: 31 árvores



Fêmeas da procedência Soledade

Total: 02 árvores



Fêmeas da procedência Toledo

Total: 21 árvores

Figura 2. Porcentagem de indivíduos das procedências de Soledade e Toledo nas diferentes fases reprodutivas. B (botões florais), FL (flor) e FR (frutos),

2. Floração

A antese ocorreu desde meados de outubro até meados de dezembro, tendo sido mais intensa nos primeiros dez dias de novembro. Nas fêmeas, esse período estendeu-se por dez dias além do período de antese dos machos. A duração nos estágios da floração variou entre árvores, sexos e procedências.

3. Frutificação

O início da frutificação foi registrado do final de outubro até o final de dezembro. O desenvolvimento e a maturidade dos frutos ocorreram de fevereiro ao final de

março. Esse estágio iniciou-se mais tardiamente na procedência Campo Mourão. A defasagem dos estágios nessa fase foi grande. Enquanto algumas árvores apresentavam queda da corola, outras já apresentavam início da maturação dos ovários.

Os fatores reconhecidos como responsáveis pelo desenvolvimento reprodutivo diferenciado são os genéticos e ambientais. Segundo Semalty & Sharma (1996) e Ferraz et al. (1999), os fatores ambientais, especialmente os climáticos (Wright, 1976), atuam na diferenciação temporal das fenofases. Porém, os fatores genéticos e ecológicos também têm grande influência nos padrões fenológicos (Alencar, 1994). Em *Ilex opaca*, foi constatado (Carr, 1990) que os níveis de recursos naturais influenciam mais diretamente o período de reprodução nas fêmeas e exercem influência entre populações. Portanto, o processo reprodutivo resulta de muitas variáveis interagindo e afetando o sincronismo entre as fases reprodutivas. A manipulação de pólen e polinização controlada podem constituir-se em uma ferramenta útil para superar esse problema, através da polinização com uma mistura de pólen que represente o pool gênico dessa população.

CONCLUSÕES

A proporção de sexo observada nessa população não se desviou significativamente da proporção desejada de 1:1. Observou-se defasagem na maioria das fenofases observadas entre procedências. Todavia, o florescimento, fase mais importante quando os gametas são trocados, mostrou-se homogêneo entre procedências. Como solução para minimizar o efeito da defasagem individual, visando à uma contribuição gamética equitativa, poderá ser empregada a polinização controlada.

BIBLIOGRAFIA

ALENCAR, J. da C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus AM. **Acta Amazonica**, Manaus: AM, n.3/4, p. 161-181, 1994.

CARR, D. E. Sexual dimorphism and fruit production in a dioecious understory tree, *Ilex opaca* Ait. **Oecologia**. Maryland, USA, n.85, p. 381-388, 1991.

FERRAZ, D. K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L. M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo: SP, n. 59, p. 305-317, jun. 1999.

FERREIRA, A. G.; KASPARY, R.; FERREIRA, H. B.; ROSA, L. M. Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Brasil Florestal**, Brasília- DF, n.53, p. 29-33, 1983.

FLOSS, P. A. **Variações genéticas entre populações naturais de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva mate) avaliadas em Chapecó, SC e Três Barras, SC.** 1994. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GREGORIUS, H.- R. Efficiency of random pollination and optimal Sex ratio.

Mathematical Biosciences, 66, p. 263-271, 1983.

HARTL, D.L. 1977. Applications of meiotic drive in animal breeding and population control. Pp 63-68 in: POLLAK, E.; KEMPTHORNE, O; BAILEY, T.B. Jr (eds). **Proc. Int. Conf. Quant. Genet. Iowa State**. University Press, Ames (USA).

RESENDE, M.D.V. de; OLIVEIRA, E.B. de; MELINSKI, L.C.; GOULART, F.S.; OAIDA, G.R. **SELEGEN – Seleção Genética Computadorizada – Best Prediction; manual do usuário**. Colombo: EMBRAPA – CNPF, 1994. 31p.

RESENDE, M.D.V. de; STURION, J. A.; MENDES, S. **Genética e melhoramento da erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Colombo: EMBRAPA – CNPF, 1995. 33p.

SEMALTY, R. K.; SHARMA, C. M. Phenology and floral biology of *Acer caesium* Wall. **The Indian Forester**. India, n.2, 170-180, feb. 1996.

SILVERTOWN, J.W.; DOUST, J.L. Introduction to Plant Population Biology. **Blackwell Science Ltd**. Oxford, 1993, 210 p.

STURION, J. A.; RESENDE, M.D.V. de; MENDES, S. Proporção de sexo e produtividade de massa foliar em erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo: Embrapa – CNPF, n. 30/31, p. 19-27, jan./dez. 1995.

WRIGHT, R. D. Inflorescence development and fruit set in *Ilex cornuta* Lindl. et Paxt. cv. *Burfordii* as influenced by temperature and photoperiod. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Blacksburg, USA, n. 101, p.182-184, 1976.

ZANON, A. **Produção de sementes de erva mate**. Colombo: Embrapa – CNPF, 1988. 7 p.