

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

FENOLOGIA, FRUTIFICAÇÃO E PROPAGAÇÃO
POR ESTAQUIA DA CORTICEIRA-DA-SERRA
(Erythrina falcata Benth.)

LEONILDO BETANIN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, novembro de 2008.

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**FENOLOGIA, FRUTIFICAÇÃO E PROPAGAÇÃO
POR ESTAQUIA DA CORTICEIRA-DA-SERRA
(*Erythrina falcata* Benth.)**

LEONILDO BETANIN

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Nienow

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, novembro de 2008.

DEDICO

À minha família, pelo apoio e pelo companheirismo.

À minha esposa Simone, pela paciência, compreensão e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/UPF, pela oportunidade de estudo, aprimoramento e obtenção do título de mestre.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Dr. Alexandre Augusto Nienow, pela dedicação, compreensão, amizade, orientação e paciência em poder concluir este trabalho.

À Profa. Dra. Maria Irene Baggio, pelo incentivo e colaboração na realização deste trabalho.

À Profa. Dra. Jurema Schons, pela amizade e incentivo ao trabalho.

À Profa. Dra. Cláudia Petry, pelo incentivo, contribuição e participação na banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Nilton Mantovani, pela contribuição e participação na banca examinadora.

Aos funcionários do Laboratório de Biotecnologia Vegetal da FAMV/UPF, em especial à Marilei Suzin e ao Clarício Machado dos Santos, pelo auxílio nas tarefas do trabalho.

Aos funcionários do Setor de Horticultura da FAMV/UPF, Delmar Balz e Christian Maicol Plentz, pela colaboração.

À todos os professores do curso, pela atenção, dedicação e disponibilizar sem medir esforços.

Aos colegas de curso, pela ajuda, amizade e companheirismo em todos os momentos desta caminhada.

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas	v
Listas de figuras.....	vi
RESUMO	01
ABSTRACT	02
1 INTRODUÇÃO	04
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	07
2.1 Taxonomia e descrição botânica.....	07
2.2 Distribuição geográfica e ocorrência.....	10
2.3 Potencialidade de uso.....	12
2.4 Fenologia vegetal.....	13
2.5 Floração e polinização.....	14
2.6 Propagação da corticeira-da-serra.....	19
2.6.1 Propagação vegetativa por estaquia.....	19
2.6.1.1 Bases anatômicas e fisiológicas do enraizamento.....	20
2.6.1.2 Fatores internos que afetam o enraizamento...	22
2.6.1.3 Fatores externos que afetam o enraizamento..	24
CAPÍTULO I – FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E VIABILIDADE DO GRÃO DE PÓLEN DA CORTICEIRA-DA-SERRA (<i>Erythrina falcata</i> Benth.)	27
RESUMO	27
ABSTRACT	28
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAL E MÉTODOS	33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4 CONCLUSÕES	47
CAPÍTULO II – PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA CORTICEIRA-DA-SERRA (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) POR ESTAQUIA CAULINAR E FOLIAR	49
RESUMO	49
ABSTRACT	50

1 INTRODUÇÃO.....	51
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1 Experimento 1 - Propagação da corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) por estaquia caulinar.....	57
2.2 Experimento 2 - Propagação da corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) por estaquia foliar.....	58
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
3.1 Experimento 1 - Propagação da corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) por estaquia caulinar.....	60
3.2 Experimento 2 - Propagação da corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) por estaquia foliar.....	67
4 CONCLUSÕES.....	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela	CAPÍTULO I	Página
1	Floração e frutificação de sete genótipos de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) em 2005 e 2006, em David Canabarro, RS.....	38
2	Observação de corticeiras-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) em floração, em diferentes regiões e municípios do Rio Grande do Sul, em 2005 e 2006.....	42
3	Número médio de flores por inflorescência de três genótipos (1, 6 e 7) de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) localizadas no município de David Canabarro, RS, em 2005.....	43
4	Porcentagem de pólen viável em três genótipos (1, 6 e 7) de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) localizadas no município de David Canabarro, RS, em 2005.....	45
CAPÍTULO II		
1	Porcentagem de estacas caulinares vivas de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) aos 18 e 34 dias após a estaquia na primavera, em 03/12/05, tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS.....	61
2	Porcentagem de estacas caulinares vivas de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) aos 33, 48, 64 e 76 dias após a estaquia no outono, em 13/04/06, tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS.....	62
3	Porcentagem de estacas foliares vivas de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) mantendo o folíolo apical reduzido em 50%, aos 21 e 34 dias após a estaquia na primavera, em 01/12/05, tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS.....	67

4	Porcentagem de estacas foliares vivas de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) mantendo os folíolos laterais reduzidos em 50%, aos 27, 43 e 60 dias após a estaquia na primavera, em 24/11/06, tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS.....	68
5	Porcentagem de estacas foliares enraizadas de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) e massa fresca de raízes por estaca, mantido os dois folíolos laterais reduzidos em 50%, aos 60 dias após a estaquia na primavera, em 24/11/06, tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figuras	REVISÃO DE LITERATURA	Página
1	Vista da árvore (a), casca (b), folhas (c), flores (d), frutos (e) e sementes (f) da corticeira-da-serra.....	09
2	Distribuição da corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) no Brasil (CARVALHO, 2003).....	11
CAPÍTULO I		
1	Mapa de localização, utilizando GPS, dos genótipos de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) utilizadas na pesquisa, no município de David Canabarro, RS.....	34

2	Vista do genótipo 1 (a) e dos genótipos 6 e 7 (b); de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.); inflorescências (c); flor com remoção das pétalas (d); órgão floral masculino (e); e anteras destacadas (f).....	37
3	Corticeiras-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) localizadas no município de David Canabarro, RS, em 2005, em floração (a) e em brotação (b); inflorescências com flores abertas e fechadas (cleistogamia) (c); pólen viável e inviável (d); e pólen viáveis (e).....	46

CAPÍTULO II

1	Estufa com nebulização (a); plantas matrizes de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) podadas em brotação (b); estacas caulinares herbáceas (c); estacas foliares com um folíolo (d); estacas foliares com dois folíolos (e); vista do experimento de 24/11/2006, com estacas foliares com dois folíolos (f). FAMV, Passo Fundo, RS.....	59
2	Estacas caulinares de corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i> Benth.) mortas no experimento de 03/12/2006 (a); estacas brotadas (b); mortalidade das estacas caulinares no experimento de 13/04/2006 (c); enraizamento das estacas caulinares (d); e enraizamento das estacas foliares com dois folíolos em 24/11/2006 (e,f). FAMV, Passo Fundo, RS.....	72

**FENOLOGIA, FRUTIFICAÇÃO E PROPAGAÇÃO POR
ESTAQUIA DA CORTICEIRA-DA-SERRA (*Erythrina falcata*
Benth.)**

Leonildo Betanin¹

RESUMO – A corticeira-da-serra, espécie arbórea nativa do Brasil, apresenta elevado potencial de uso ornamental e na recuperação de áreas de preservação permanentes e degradadas, porém possui baixa capacidade de regeneração natural e dificuldades na formação de sementes para a produção de mudas. A pesquisa investigou, nos anos de 2005 e 2006, a floração e a frutificação de sete genótipos localizados na Região da Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, e a viabilidade dos grãos de pólen de três destes genótipos. Também foi estudada a propagação por estaquia, como alternativa de produção de mudas, realizada em estufa com nebulização intermitente, utilizando casca de arroz carbonizada (50%) + fibra de côco (50%) (v/v) como substrato. Foram testadas estacas herbáceas caulinares (sem folhas) e foliares, coletadas na primavera e no outono, e o efeito dos tratamentos com AIB (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). As estacas foliares (trifoliadas) foram preparadas, na primeira estaquia, retirando os dois folíolos laterais e reduzindo pela metade o folíolo apical e, na segunda estaquia, reduzindo pela metade os dois folíolos laterais, retirando o apical. As observações demonstraram que a corticeira-da-

¹ Biólogo, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de concentração em Produção Vegetal.

serra apresenta variações entre genótipos quanto ao período de floração, decorrentes, possivelmente, da variabilidade genética e condições de temperatura, inclusive sem a emissão de flores em determinados ciclos. O número médio foi de 24 a 25,5 flores por inflorescência. A elevada quantidade de flores que não abrem e expõe os órgãos reprodutivos (cleistogamia) dificultam a polinização, não tendo sido obtidas sementes em nenhum dos genótipos. A porcentagem de grãos de pólen viáveis difere entre genótipos e inflorescências da mesma planta. A viabilidade de 70% a 97,4% dos grãos de pólen demonstra não ser este o impedimento da autofecundação e frutificação. As estacas caulinares apresentaram elevada mortalidade e ausência de enraizamento, com maior sobrevivência no outono, em razão das mais baixas temperaturas. Estacas foliares com dois folíolos laterais reduzidos à metade, com aplicação de AIB, apresentaram enraizamento médio de 35,4%, mas a ausência de brotações sugere a inexistência ou impossibilidade de formarem gemas vegetativas capazes de regenerarem uma planta.

Palavras-chave: floração, pólen, sementes, propagação vegetativa, enraizamento, ácido indolbutírico, AIB.

**FENOLOGY, FRUCTIFICATION AND PROPAGATION
BY CUTTING OF THE BRAZILIAN CORAL (*Erythrina falcata*
Benth.)**

ABSTRACT – The Brazilian coral, native species from Brazil, presents an elevated potential for ornamental use and rehabilitation of

permanent preservation and degraded areas, but it has low capacity of natural renovation and difficulties forming seeds for the seedling production. The research has investigated, in 2005 and 2006, the blossoming and fructification of seven genotypes located in the region of the upper slopes in Northeastern Rio Grande do Sul, and the feasibility of the pollen grains of three of these genotypes. The stem propagation was also studied, as an alternative for seedling production, carried out in a greenhouse with intermittent nebulization, making use of carbonized rice shell (50%) + coconut fiber (50%) (v/v) as substrate. Stem herbaceous and foliar cuttings were used (without leaves), collected in the spring and autumn, and the effect of the treatments with IBA (0, 1000, 2000 and 3000 mg L⁻¹). The foliar cuttings (trifoliated) were prepared, in the first cutting, by removing the two lateral folioles and reducing the apical foliole by half and, in the second cutting, reducing the two lateral folioles by half, removing the apical foliole. The observations showed that the Brazilian coral presents variations between genotypes concerning the blossoming period, due to, possibly, the genetic variability and temperature conditions, even without the flowers emission in determined cycles. The average number was from 24 to 25,5 flowers per inflorescence. The elevated quantity of flowers that don't blossom and expose the reproductive organs (cleistogamy) make pollination difficult, no seeds were obtained from any of the genotypes. The percentage of feasible pollen grains differs between genotypes and inflorescences in the same plant. The feasibility of 70% to 97% of pollen grains show that this is not the restraint for the self-pollination and fructification. The stem cuttings presented elevated mortality and lack of rooting, with a

bigger survival in the autumn, due to the lower temperatures. Foliar cuttings keeping two lateral folioles reduced by half, with IBA application, presented average rooting of 35,4%, but the lack of sproutings suggests the inexistence or impossibility to form vegetative germs capable of renovating a plant.

Key words: blossoming, pollen, seeds, vegetative propagation, rooting, indolbutyric acid, IBA.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por plantas nativas para fins ornamentais em jardins e na arborização de cidades, bem como para a recuperação de matas ciliares ou áreas desmatadas, vem despertando o interesse de viveiristas pela produção de mudas, muitas vezes não oferecidas em quantidade suficiente por dificuldades de produção. Assim, a possibilidade de utilização de espécies nativas depende da disponibilidade de sementes e do conhecimento de protocolos de produção de mudas.

A corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth., Fabaceae) é uma espécie arbórea, secundária tardia, de grande porte (até 35 m de altura), encontrada no Brasil, na Argentina, na Bolívia, no Paraguai e no Peru. No Brasil, ocorre desde a Bahia até o Rio Grande do Sul, em ecossistemas que variam de florestas úmidas a florestas decíduas e semidecíduas, e também no cerrado (CARVALHO, 2003).

Parte do interesse pelo cultivo desta espécie está relacionada ao seu valor ornamental, por apresentar flores vermelhas a alaranjadas

atraentes e vistosas, de grande efeito decorativo para utilização em vias públicas, parques e jardins. Pode também ser usada em sistemas agroflorestais, na restauração da mata ciliar, em locais com freqüente inundação durante o ano, e na recuperação de ecossistemas degradados. É uma espécie de rápido crescimento, característica de espécies pioneiras ou de sucessão secundária inicial. As flores produzem um néctar apreciado por beija-flores e outros pássaros polinizadores (CARVALHO, 2003).

Lorenzi (2002) reafirma que, pela beleza das flores e atratividade de pássaros, a corticeira-da-serra é uma planta extremamente ornamental e útil para o paisagismo, mas infelizmente não tem sido muito utilizada para este fim. Acrescenta que, por ser adaptada a áreas abertas e solos muito úmidos, é recomendada para o plantio em áreas ciliares degradadas.

Além do grande valor ornamental, é considerada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) uma planta imune ao corte, fato que exige imediata reposição da espécie, caso algum exemplar for retirado do ambiente.

Em ambiente natural, a dificuldade da propagação natural por sementes da corticeira-da-serra, apesar da elevada quantidade de flores formadas, é confirmada pelo baixo número de indivíduos presentes. Conforme Etcheverry & Alemán (2005), sendo a corticeira-da-serra uma espécie auto-incompatível, polinizada por pássaros, somente 20% dos óvulos disponíveis produzem sementes, e a relação de flores para frutos é muito baixa, em torno de 1%. Outra dificuldade, segundo Carvalho (2003), é que as sementes são

amplamente atacadas por brocas, que danificam ou inviabilizam grande parte das mesmas.

Portanto, se fazem necessárias maiores investigações a respeito da fenologia, polinização e frutificação da mesma, bem como de formas alternativas de propagação.

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos sobre a propagação vegetativa por estaquia, em razão da necessidade de produção de mudas em viveiros comerciais. A estaquia é um método que apresenta como vantagens garantir a reprodução genética de plantas superiores e permitir maior produção de mudas em menor espaço de tempo. As desvantagens da estaquia incluem a dificuldade de se induzir raízes adventícias em muitas espécies. Os tratamentos das estacas com auxinas sintéticas, como o ácido indolbutírico (AIB), podem auxiliar no enraizamento e se constitui em uma prática bastante difundida. A propagação vegetativa de *E. falcata* por estaquia é uma possível alternativa de produção de mudas, mas poucas são as informações sobre a técnica nesta espécie.

Assim, considerando o potencial da espécie para o uso ornamental e na recuperação de áreas desmatadas ou degradadas, bem como a baixa capacidade de regeneração natural e dificuldades na obtenção de sementes, esta pesquisa foi conduzida para ampliar os conhecimentos sobre a espécie quanto à sua fenologia na Região Norte do Rio Grande do Sul, esclarecendo dificuldades observadas de frutificação, avaliando a viabilidade do pólen, e estudar a possibilidade de se produzir mudas por um processo vegetativo, ou seja, por estaquia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Taxonomia e descrição botânica

A *Erythrina falcata* Benth., segundo Longhi (1995), pertence à família Fabaceae, sub-família Faboideae. Conforme Lorenzi (2002), a espécie é vulgarmente conhecida por diferentes nomes populares, como corticeira-da-serra, mulungu, bico-de-papagaio, canivete, ceibo, sanandu, sananduí, sapatinho-de-judeu, suína, corticeira, corticeira-do-mato, sinhanduva e sinandu. Carvalho (2003) acrescenta outros nomes vulgares para a espécie: bituqueira, butuqueiro, bico-de-arara, bico-de-pato, corticeira-do-mato, camarão-assado, feijão-brabo, machoco, mochoco, muchoco, mochoqueiro, mituqueira, marrequeira, mulungu-coral, mutuqueiro, kuñore, suinã-da-mata, suinã-molambo, suinã-da-serra, suinã-do-brejo, vermelheiro, pau-cebola, sananduva, sananduba, sapato-de-judeu, sibo, suiyva.

A árvore (Figura 1a) é caducifólia, medindo de 10 a 20 m de altura e 30 a 70 cm de DAP (diâmetro a altura do peito – 1,30 m), chegando a atingir 35 m de altura e 100 cm ou mais de DAP na idade adulta. O tronco é reto, com secção cilíndrica, geralmente munido de nódulos e de acúleos. O fuste é geralmente curto, com até 7 m de comprimento, atingindo, na floresta, até 15 m de comprimento. A copa é racemosa, bastante ramificada, com bifurcações e brotações basais, grossas e ascendentes, densifoliada, larga, arredondada, de folhas verde-escuras. A casca (Figura 1b) com espessura de até 2 cm, é externamente castanho-amarela, com ritidoma finamente fissurado e descamação pulverulenta, com presença eventual de acúleos. A casca

interna é amarela-ferrugem (quase laranja), com estrias róseas a avermelhadas, textura fibrosa e estrutura trançada. As folhas (Figura 1c) são compostas, trifolioladas e alternas, com até 15 cm de comprimento e 8 cm de largura, e pecíolo de 5 a 10 cm de comprimento (CARVALHO, 2003).

As flores são vermelhas a alaranjadas (Figura 1d), de 3 a 5 cm de comprimento, reunidas em numerosas inflorescências racemosas, originadas na extremidade dos ramos, partindo da porção axilar, terminal ou lateral, com 10 a 30 cm de comprimento, com flores nunca totalmente abertas, geralmente em grupos de três. A floração ocorre no estado do Rio Grande do Sul de outubro a novembro. O fruto (Figura 1e) é uma vagem ou legume indeiscente, achatado, estipitado, internamente não septado, de coloração pardo-escura, com 10 a 20 cm de comprimento por 2 a 3 cm de largura, com 3 a 15 sementes. As sementes (Figura 1f), na forma reniforme, são achatadas, com hilo curto e oblongo, de coloração castanha-escura, apresentando estrias rajadas de 1 a 1,5 cm de comprimento (CARVALHO, 2003).

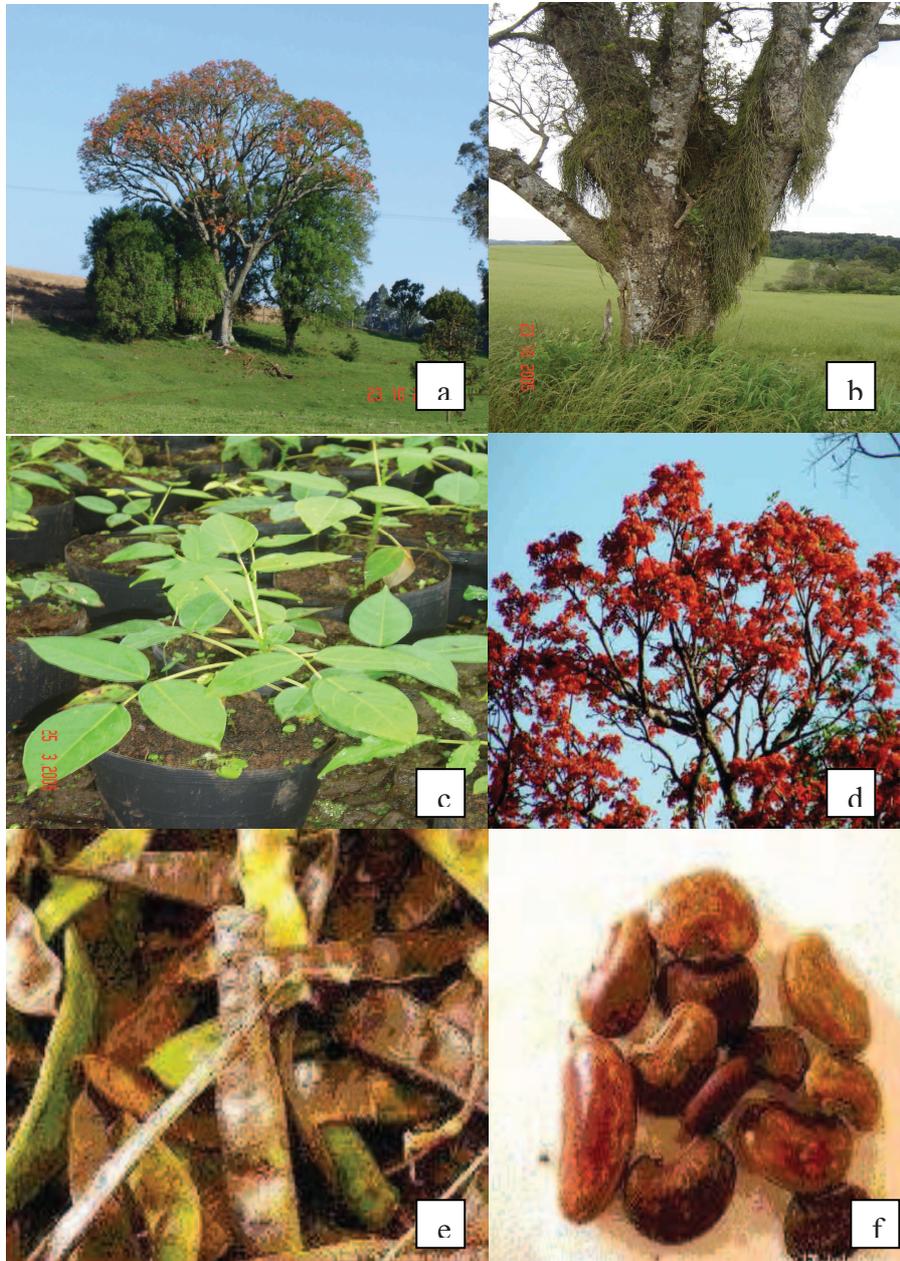


Figura 1 – Vista da árvore (a), casca (b), folhas (c), flores (d), frutos (e) e sementes (f) da corticeira-da-serra.

2.2 Distribuição geográfica e ocorrência

Carvalho (2003) cita vários autores para caracterizar a distribuição geográfica da *Erythrina falcata*, que ocorre de forma natural no norte e no nordeste da Argentina (Martinez-Crovetto, 1963), no sudeste do Paraguai (Lopez et al., 1987) e no Peru (Krukoff e Barneby, 1974). No Brasil (Figura 2), ocorre nos seguintes estados: Bahia (Lewis, 1987), Espírito Santo (Ruschi, 1950), Mato Grosso e Minas Gerais (Brandão et al., 1989; Carvalho et al., 1992; Brandão, 1993; Brandão e Silva Filho, 1994; Carvalho et al., 1995; Rodrigues, 1998; e Rondon Neto et al., 1999), Rio de Janeiro (Carauta e Rocha, 1988; Carauta et al., 1989), São Paulo (Mattos, 1967; Baitello, 1982; Matthes et al., 1988; Robim et al., 1990; Toledo Filho et al., 1993; e Kotchetkoff-Henriques e Joly, 1994), Paraná (Rotta, 1977; 1980; Rotta, 1981; Oliveira, 1991; Nakajima et al., 1996; Soares-Silva et al., 1998; Takeda et al., 1998; e Ziller, 2000), Santa Catarina (Klein, 1969; Reitz et al., 1978) e Rio Grande do Sul (Rambo, 1953; Mattos, 1977; Reitz et al., 1983; Brack et al., 1985; Tabarelli, 1992; Jarenkow, 1994; e Longhi, 1997).

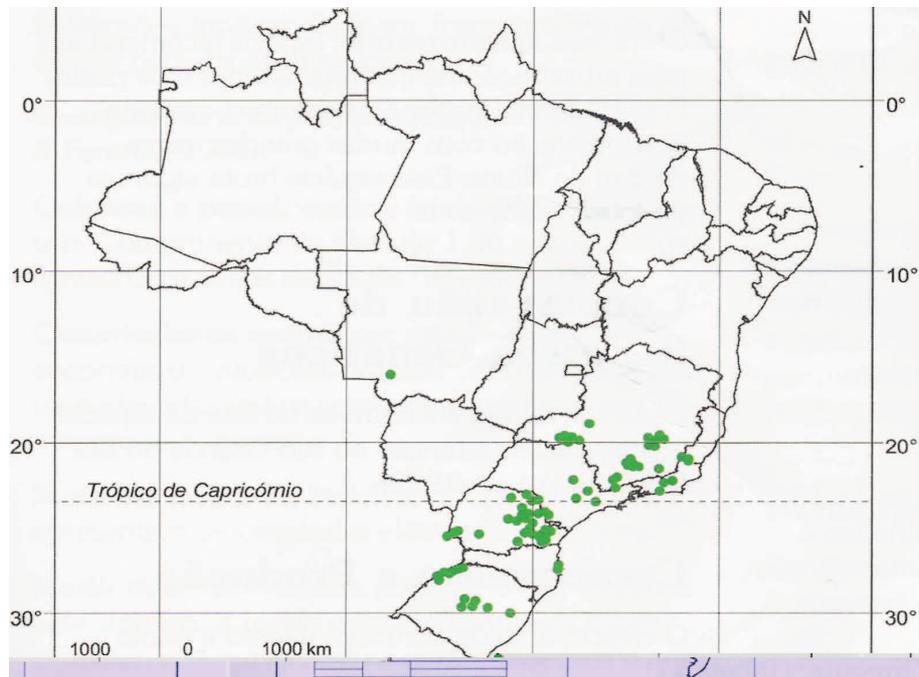


Figura 2 - Distribuição da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) no Brasil (CARVALHO, 2003).

Segundo Lorenzi (2002), no Brasil a espécie ocorre desde Minas Gerais e Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul, principalmente na floresta semidecídua de altitude. Trata-se de uma planta decídua, heliófita ou esciófila, seletiva higrófila, característica de várzeas aluviais muito úmidas e início de encostas. Ocorre tanto no interior da floresta primária densa como em formações abertas e secundárias. Apresenta distribuição irregular e descontínua, ocorrendo em altitudes entre 500 e 900 m.

A corticeira-da-serra, reforça Carvalho (2003), é uma espécie exigente em luz, observada na vegetação secundária, como em

capoeiras, de distribuição irregular, sendo abundante em alguns sítios e escassa em outros. É encontrada em margens dos cursos de água, no sopé das encostas das grandes serras com neblina. Não tolera baixas temperaturas nos primeiros anos e, quando adultas, toleram temperaturas mínimas de até -8 °C.

2.3 Potencialidade de uso

No paisagismo, as flores atraentes e vistosas da corticeira-da-serra conferem excelente efeito decorativo em parques, praças e jardins (CARVALHO, 2003).

A corticeira é recomendada para a restauração da mata ciliar em locais com inundações periódicas de rápida duração (DURIGAN & DIAS, 1990), e para o plantio em áreas com solo permanentemente encharcado (TORRES et al., 1992). Lorenzi (2002) também considera a espécie adaptada a solos muito úmidos, e recomenda o uso em áreas ciliares degradadas.

Carvalho (2003) cita o uso da corticeira para fins medicinais por possuir propriedades na casca, onde é encontrado o alcalóide hiporifina, utilizado pelos índios como droga sedativa para entorpecer os peixes. Na medicina popular, o chá da casca e da semente é usado como calmante de tosses nervosas e para bochechos contra afecções bucais. O chá da casca é também útil nas doenças do fígado, na cura da hepatite e nas dores musculares. Carvalho (2003) cita ainda outros autores, que mencionam o uso do chá da casca para combater a insônia e a hipertensão arterial (Franco & Fontana, 1997; Rodrigues, 1998); a compressa da casca para feridas cancerosas e o chá da flor para o

rejuvenescimento da pele (Franco & Fontana, 1997); o uso da casca por índios de várias etnias do Paraná e de Santa Catarina, no tratamento de dor de dente, primeiro banho do bebê (para prevenir hipertermia), dor na bexiga e hemorróidas (Marquesini et al., 1995); e as folhas e a casca em infusão na menopausa (Rodrigues, 1998). Conforme Longhi (1995), as flores podem ser utilizadas no tratamento de doenças reumáticas.

2.4 Fenologia vegetal

A floração e a brotação marcam o início do ciclo reprodutivo das espécies, com a formação de folhas, flores, frutos e sementes. Esta fase é estimulada, do início da primavera ao final do verão, pelo aumento da temperatura, quando ocorrem as maiores transformações morfológicas. Por sua vez, o outono e o inverno são as estações mais críticas, devido às baixas temperaturas, especialmente no sul do país (LARCHER, 2000).

Larcher (2000) relata que plantas lenhosas adaptam-se ao frio do inverno por meio de mudanças no protoplasma, na atividade metabólica, nos processos de desenvolvimento e na resistência às baixas temperaturas, e podem se tornar pré-condicionadas ao congelamento e desidratação, provocando a queda das folhas. Conforme Hartmann et al. (2002), em espécies perenes, o sinal para a dormência é originado por fatores externos, como o encurtamento dos dias, as baixas temperaturas ou situações de estresse hídrico, elevando os níveis de substâncias inibidoras do crescimento, principalmente o ácido abscísico, o ácido jasmônico e o etileno.

A precisa sinalização do crescimento e do desenvolvimento, em concordância com os eventos ambientais, tem importante significado ecológico para o sucesso reprodutivo de uma planta. O período de floração deve estar sincronizado com as condições favoráveis à polinização, de forma que coincida com a atividade dos polinizadores, devendo haver tempo suficiente para o amadurecimento das sementes e os agentes dispersores dos frutos estarem disponíveis (LARCHER, 2000).

As plantas têm o início e a duração das distintas fases de desenvolvimento variando de ano para ano e geograficamente, dependendo das condições climáticas, sendo considerados fatores decisivos os suprimentos de nutrientes, água, temperatura e fotoperíodo (TONDELLO et al., 1998; LARCHER, 2000).

2.5 Floração e polinização

As angiospermas são as plantas mais abundantes do planeta, cuja característica principal é a presença de flores, que representa não apenas a perpetuação das plantas, mas também propicia, de maneira geral, a evolução das espécies (RAVEN et al., 2001).

Os órgãos reprodutivos masculinos são os estames, compostos por um filamento, o tecido conectivo e as anteras. Os femininos são os carpelos, consistindo de três estruturas: o estigma, o estilete e o ovário. A flor pode ser imperfeita, sem carpelos, ou perfeita, com muitos carpelos, que podem ser livres ou fusionados. O ovário é uma cavidade fechada que comporta os óvulos (BODANESE-ZANETTINI & LAUXEN, 2003).

A transição da fase vegetativa para a fase reprodutiva, ou maturidade, segundo Larcher (2000), é marcada pela capacidade das plantas produzirem flores, como resultado de mudanças estruturais e funcionais das células do meristema dos vegetais. A indução floral pode ocorrer espontaneamente quando a idade geneticamente determinada é alcançada para a floração (regulação temporal endógena), ou após a formação de certo número de primórdios foliares, ou quando a parte vegetativa da planta atinge certo tamanho, ou, ainda, quando ocorre uma relação favorável de carbono/proteína.

Em muitas plantas, entretanto, o início da formação das flores requer a indução por fatores externos, como radiação, temperatura ou diferença hídrica. Os fitohormônios e os nucleotídeos participam da ativação e desopressão ou silenciamento de genes responsáveis pelo desenvolvimento do primórdio da flor (indução). A energia e os materiais de construção requisitados para a formação das flores e frutos são proporcionados pela atividade fotossintética e a incorporação de substâncias minerais, bem como pela mobilização de materiais de reserva e pela reciclagem de produtos degradados de folhas senescentes. A formação de flores e frutos em abundância está, portanto, em competição pelas reservas com o crescimento vegetativo. Dessa forma, a abundância de frutos compete com o crescimento de tecidos de suporte e, se o rendimento fotossintético é insuficiente, somente gemas vegetativas serão formadas no ano seguinte (LARCHER, 2000).

A formação das flores exige certos limites de temperatura. Espécies lenhosas, como o pessegueiro e a oliveira, por exemplo, exigem um período de baixas temperaturas para ocorrer a floração no

ano seguinte (vernalização). A indução da formação de flores nessas espécies ocorre somente após a exposição do meristema apical à temperaturas entre -3 °C e 13 °C, mas, de maneira ideal, entre 3 °C e 5 °C. Se o acúmulo de horas frio for insuficiente, ou ocorrer fora do tempo normal, ou interrompido por temperaturas acima de 15 °C, o efeito não acontece (LARCHER, 2000).

A polinização, processo no qual o gametófito masculino entra em contato com o gametófito feminino, dando início à fecundação, é essencial para a produção da diversidade genética. A autopolinização é realizada por muitas angiospermas, antes ou após a abertura floral, e é especialmente vantajosa em situações ecológicas desfavoráveis, pois os indivíduos ficam independentes dos agentes polinizadores, ocorrendo, também, em populações bem adaptadas à *habitats* específicos (RAVEN et al., 2001; BODANESE-ZANETTINI & LAUXEN, 2003).

Em várias espécies são necessários agentes polinizadores para transportar o pólen ao estigma. É o caso das plantas dióicas, condição pela qual as flores unissexuais masculinas e femininas estão em plantas diferentes; das monóicas, em que as flores masculinas e femininas estão em locais diferentes da planta; das plantas dicogâmicas, em que o amadurecimento dos estames e do carpelo ocorre em momentos diferentes; no caso de flores arrançadas de forma a impedir que o pólen chegue ao estigma; ou quando ocorre incompatibilidade, através de um bloqueio químico, que impede que o pólen da mesma planta ou cultivar complete seu desenvolvimento e fertilize a oosfera (RAVEN et al., 2001; BODANESE-ZANETTINI & LAUXEN, 2003).

A condição da planta durante a fase de formação de flores, particularmente durante a fase de megasporogênese, determina, até certo grau, o destino da futura geração. Plantas sem vigor, senescentes ou estressadas pelo ambiente, produzem óvulos que são subdivididos ou são incapazes de desenvolver sementes normais. Distúrbios adicionais podem ocorrer na microsporogênese, de forma a resultar na produção de poucos grãos de pólen ou mesmo grãos estéreis causados, por exemplo, por baixas temperaturas durante o verão, que paralisam o desenvolvimento do pólen, ou verão muito quente e seco (LARCHER, 2000).

As plantas que se reproduzem sexuadamente podem ser classificadas em autógamas e alógamas. Plantas autógamas são aquelas que realizam preferencialmente autofecundação (acima de 95 %), podendo ocorrer uma baixa taxa de fecundação cruzada. Esta frequência depende da população de insetos polinizadores, intensidade do vento, temperatura e umidade. As plantas autógamas desenvolvem alguns mecanismos que favoreçam a autofecundação. Na soja ocorre a cleistogamia, ou seja, a polinização do estigma ocorre antes da abertura do botão floral ou antese. No feijoeiro, a cleistogamia está associada à quilha, que envolve o estigma e os estames numa estrutura em forma de espiral, facilitando a autofecundação. No tomateiro, os estames formam um cone envolvendo o estigma, de tal forma que a autopolinização é quase garantida (LIMA et al., 2005).

A corticeira-da-serra é uma planta com comportamento cleistogâmico, ou seja, a maioria das flores não apresenta abertura das pétalas e exposição dos órgãos reprodutivos, porém, conforme Etcheverry & Alemán (2005), é uma espécie auto-incompatível, que

necessita ser polinizada por pássaros, sendo que somente 20% dos óvulos disponíveis produzem sementes, e a relação de flores para frutos é muito baixa, em torno de 1%.

Na autoincompatibilidade ocorre uma interação entre os grãos de pólen e o estigma, que impede que o pólen germine no estigma da mesma planta. Na incompatibilidade gametofítica, a mesma é controlada por um único alelo S. Quando um grão de pólen contém um alelo S, presente no estigma, o crescimento do tubo polínico fica paralisado. O grão de pólen somente germinará em um estigma que não contém o mesmo alelo. Na incompatibilidade esporofítica, o que determina a ocorrência ou não da incompatibilidade não será o alelo que o pólen carrega, mas o alelo presente no tecido diplóide da planta mãe (ZANETTINI, 2003).

Assim, nas angiospermas, para que o gametófito masculino (grão de pólen) encontre o gametófito feminino (saco embrionário), é necessário germinar e percorrer o caminho através do tecido esporofítico feminino (pistilo). Portanto, o pistilo é, com poucas exceções, a área onde ocorre o fenômeno da incompatibilidade. É importante lembrar que, como o pistilo é um tecido esporofítico diplóide, sua reação de incompatibilidade será controlada geneticamente por seu genoma esporofítico. Por outro lado, o gametófito masculino (o pólen) porta alguns componentes do tecido esporofítico no qual se desenvolveu. O pólen porta também o citoplasma de seu genitor esporofítico. Assim, a relação de compatibilidade do pólen pode ser controlada geneticamente, ou pelo genoma do próprio gametófito, ou pelo genoma do genitor esporofítico (ZANETTINI, 2003).

2.6 Propagação da corticeira-da-serra

A produção de mudas da corticeira-da-serra é realizada comercialmente por sementes. Os frutos são colhidos da árvore quando adquirem a coloração preta e iniciam a queda espontânea. As vagens podem ser deixadas ao sol para secar e facilitar a abertura manual. O rendimento é de 6.000 sementes kg^{-1} . O ideal é colocar as sementes para germinar após a coleta, em canteiros ou em recipientes, sem necessidade de tratamento de quebra de dormência. A emergência ocorre em 4 a 8 dias, e a taxa de germinação é superior a 90 %. O problema verificado é que muitas sementes são atacadas por insetos (LORENZI, 2002) e, conforme Etcheverry & Alemán (2005), a propagação da corticeira-da-serra por semente é difícil, pois é, basicamente, autoincompatível, sendo polinizada por pássaros, especialmente beija-flores. Assim, a propagação vegetativa apresenta-se como uma das alternativas para produção de mudas.

2.6.1 Propagação vegetativa por estaquia

A estaquia utiliza partes destacadas das plantas matrizes, baseada na capacidade de algumas estruturas vegetais de formarem um novo indivíduo completo (MELLETTI & TEIXEIRA, 2000; GROLLI, 2008). O segmento retirado da planta matriz, com pelo menos uma gema vegetativa, é denominada estaca, podendo ser de ramos, de raízes ou de folhas. Portanto, o método consiste na retirada e propagação de um segmento da planta matriz (estaca), que deve ser colocada em condições ambientais favoráveis e induzida a formar

raízes e brotos. A viabilidade do uso da estaquia na propagação, com objetivo comercial, depende da facilidade de enraizamento da espécie/cultivar, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta (FACHINELLO et al., 2005).

2.6.1.1 Bases anatômicas e fisiológicas do enraizamento

No enraizamento de estacas, dois aspectos do ponto de vista anatômico são considerados fundamentais: a desdiferenciação e a totipotência, onde a desdiferenciação é o processo pelo qual as células de um tecido já diferenciado retornam à atividade meristemática, originando um novo ponto de crescimento. A totipotência é a capacidade que uma célula tem de originar um novo indivíduo, pois contém a informação genética necessária para reconstituir todas as partes da planta e suas funções (HARTMANN et al., 2002; FACHINELLO et al., 2005).

Ao preparar uma estaca ocorre lesão dos tecidos, que induz a cicatrização, consistindo na formação de uma capa de suberina, que reduz a desidratação na área lesionada. Nesta área, em geral, há formação de um calo, constituído de células parenquimatosas pouco diferenciadas, desorganizadas e em diferentes estágios de lignificação, que surge a partir do câmbio vascular, do córtex ou da medula. As células que se tornam meristemáticas se dividem e originam primórdios radiculares. Posteriormente, células adjacentes ao câmbio e ao floema iniciam a formação de raízes adventícias (FACHINELLO et al., 2005).

A localização das raízes é variável, podendo formar na base das estacas, nos nós ou nos nós e nos entrenós. Quando a casca possui um anel de esclerênquima altamente lignificado entre o floema e o córtex, pode constituir-se numa barreira à emergência da raiz e, caso não seja rompido mecanicamente, as raízes podem emergir na base das estacas (FACHINELLO et al., 2005).

Para a formação de raízes em estacas são necessários certos níveis de substâncias naturais, sendo umas mais favoráveis que outras. A auxina de presença natural é o AIA (ácido indolacético), sintetizada principalmente nas gemas apicais e folhas jovens, movendo-se através da planta, de modo geral, do ápice para a base. As citocininas, por sua vez, estimulam a divisão celular e a formação de gemas, mas não de raízes. As giberilinas apresentam efeito inibitório, provavelmente por estimular o crescimento vegetativo, em detrimento das raízes (HARTMANN et al., 2002).

Além dos hormônios, outras substâncias de ocorrência natural, os cofatores de enraizamento, atuam sinergisticamente com as auxinas. São também sintetizados nas gemas e folhas jovens e, em maior quantidade, em estacas provenientes de plantas jovens. Dessa forma, é caracterizada a importância para muitas espécies a manutenção de folhas e gemas em atividade vegetativa, pois são responsáveis pela síntese de cofatores, auxinas e carboidratos (FACHINELLO et al., 2005).

Hartmann et al. (2002) classificam as plantas em três grupos, de acordo com a facilidade de enraizamento: Grupo I – que apresentam todas as substâncias necessárias e são de fácil e rápido enraizamento; Grupo II – que a auxina é limitante e, portanto, exige a

aplicação exógena para que o enraizamento ocorra; e Grupo III – que um ou mais cofatores são limitantes e/ou presença de inibidores, inviabilizando o enraizamento mesmo com o a aplicação de auxina.

A capacidade de uma estaca emitir raízes depende dos fatores endógenos e das condições ambientais proporcionadas ao enraizamento. O conhecimento desses fatores é necessário para que se possa explicar por que uma espécie tem facilidade ou dificuldade em enraizar. Além disso, o adequado manejo dos mesmos permite que haja maior chance de sucesso na produção de mudas por estaquia (FACHINELLO et al., 2005).

2.6.1.2 Fatores internos que afetam o enraizamento

Os fatores endógenos mais importantes na emissão de raízes são o potencial genético de enraizamento, o balanço hormonal, os cofatores de enraizamento, as condições fisiológicas e fitossanitárias da planta matriz, a época do ano e o tipo de estaca (FACHINELLO et al., 2005).

Segundo Hartmann et al. (2002), a capacidade de enraizamento das estacas depende do balanço entre as substâncias promotoras e inibidoras do enraizamento que, de modo geral, varia entre as espécies. As auxinas agiriam como indutores e as citocininas e giberilinas como inibidores.

O equilíbrio entre diversos hormônios de crescimento tem forte influência no enraizamento de estacas. Assim, é necessário que haja um balanço adequado, especialmente entre auxinas, giberilinas e citocininas. Uma das formas mais comuns de favorecer o balanço hormonal é a aplicação exógena de reguladores de crescimento sintéticos, tais como o AIB (ácido indolbutírico), o ANA (ácido naftalenoacético) e o AIA (ácido indolacético), os quais elevam o teor de auxina no tecido (FACHINELLO et al., 2005).

De acordo com Paiva & Gomes (2001), a elevada relação C/N na planta matriz favorece o enraizamento das estacas. Para Fachinello et al. (2005), as reservas mais abundantes de carboidratos correlacionam com maiores porcentagens de enraizamento e sobrevivência de estacas. A importância dos carboidratos refere-se ao fato de que a auxina requer uma fonte de carbono para biossíntese dos ácidos nucleicos e proteínas, e leva a necessidade de energia e carbono para a formação das raízes.

De modo geral, estacas provenientes de plantas jovens enraízam com mais facilidade, especialmente em espécies de difícil enraizamento. Possivelmente este fato esteja relacionado com o aumento no conteúdo de inibidores e a diminuição de cofatores (compostos fenólicos), à medida que aumenta a idade da planta. É recomendável a coleta de brotações jovens em plantas adultas, as quais, mesmo não caracterizando uma verdadeira condição de juvenilidade, têm mais facilidade de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

Paiva & Gomes (2001) corroboram afirmando que, em espécies de difícil enraizamento, como o eucalipto, é útil induzir as

plantas a um estágio juvenil, por meio de corte da árvore e aproveitamento das brotações das cepas. O problema apresentado por material adulto é a produção de substâncias inibidoras de enraizamento.

Conforme Fachinello et al. (2005), a época do ano está estreitamente relacionada com a consistência da estaca. Estacas coletadas no período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão) apresentam estruturas herbáceas e, de modo geral, em espécies de difícil enraizamento, estacas mostram maior capacidade de enraizamento. Já estacas coletadas no inverno possuem maior grau de lignificação e tendem a enraizar menos. A época mais adequada para obtenção das estacas difere entre as espécies.

Como a composição química do tecido varia ao longo do ramo, estacas provenientes de diferentes porções do mesmo tendem a diferir quanto ao enraizamento. Assim, em estacas lenhosas, o uso da porção basal geralmente proporciona os melhores resultados. Fato inverso se observa com estacas semilenhosas e herbáceas, para as quais os maiores percentuais de enraizamento são obtidos com a porção mais apical. Neste caso, a justificativa pode ser atribuída a maior concentração de promotores de enraizamento, pela proximidade dos sítios de síntese de auxinas, e a menor diferenciação dos tecidos, resultando em maior facilidade das células retornarem à condição meristemática (FACHINELLO et al., 2005). Hartmann et al. (2002) afirmam que, no período de intensa atividade vegetativa, as gemas exercem efeito estimulador no enraizamento.

2.6.1.3 Fatores externos que afetam o enraizamento

Os principais fatores ambientais que podem interferir no enraizamento são a temperatura, a luz, a umidade e o substrato. São, ainda, utilizadas técnicas para auxiliar espécies que apresentam certo grau de dificuldade para enraizar, se destacando o uso de nebulização intermitente, a aplicação de fitorreguladores e a lesão na base da estaca (FACHINELLO et al., 2005).

O aumento da temperatura favorece a divisão celular para a formação de raízes, porém, especialmente em estacas herbáceas e semilenhosas, estimula elevada taxa de transpiração, induzindo o murchamento. Também pode favorecer o desenvolvimento de brotações antes do enraizamento, o que é indesejável (FACHINELLO et al., 2005; KÄMPF, 2000). Temperaturas diurnas de 21 °C a 26 °C, e noturnas de 15 °C a 21 °C, são consideradas adequadas ao enraizamento para muitas espécies (FACHINELLO et al., 2005). Temperatura do substrato fosse superior ao do ar ambiente, de modo a proporcionar maior atividade na base da estaca, reduzindo a respiração e a desidratação

da parte aérea, prolongando o bom estado fisiológico das estacas (Gomes, 1987, apud PAIVA & GOMES, 2001).

Conforme Hartmann et al. (2002), os produtos da fotossíntese, particularmente os carboidratos e as auxinas, são importantes para a iniciação e crescimento das raízes, devendo ser fornecida luminosidade máxima para estacas com folhas. Entretanto, Paiva & Gomes (2001) ressaltam que, nas condições de alta insolação, a intensidade luminosa deve ser reduzida, protegendo as estacas com sombrite (50 % de sombreamento).

A presença de folhas nas estacas é um estímulo para a formação de raízes, mas a transpiração é mais elevada. Em espécies de fácil enraizamento, a rápida formação de raízes permite que a absorção de água compense a quantidade perdida pela transpiração (HARTMANN et al., 2002). Para minimizar a transpiração, pode ser adotada a irrigação por nebulização, que forma uma película de água na superfície da folha (PAIVA & GOMES, 2001).

O substrato desempenha importante função no processo de estaquia, basicamente por propiciar sustentação às estacas, mantendo na sua base um ambiente úmido, escuro e suficientemente aerado (HARTMANN et al., 2002; FACHINELLO

et al., 2005). Para FERMINO & BELLÉ (2000), um substrato para estaquia deve apresentar densidade adequada para sustentar as estacas, porém sem problema de compactação; ter estrutura estável; capacidade de reter umidade, para manter as células túrgidas; boa porosidade para drenar a água em excesso, permitindo aeração adequada ao desenvolvimento das raízes; e estar isento de sementes de ervas daninhas, patógenos e substâncias fitotóxicas.

A utilização de fitorreguladores no enraizamento é prática bastante difundida e, em muitas espécies, é o principal fator que viabiliza a produção de mudas por estaquia (FACHINELLO et al., 2005). Os fitorreguladores com efeito comprovado na indução de raízes são o ácido indolacético (AIA), o ácido indolbutírico (AIB), o ácido naftalenoacético (ANA) e o ácido 2-4 diclorofenoxiacético (2-4 D) (PAIVA & GOMES, 2001). Dentre esses, o AIB é tido como o mais eficiente no enraizamento de estacas (ASSIS & TEIXEIRA, 1998; HARTMANN et al., 2002;), pois apresenta maior estabilidade à exposição à luz que os demais e não é tóxico para as plantas numa ampla gama de concentrações, sendo eficiente para estimular o enraizamento em grande número de espécies de plantas. No entanto, a concentração ideal está na dependência de diversos fatores e varia de acordo com a espécie de cultivar a ser reproduzida.

CAPÍTULO I

**FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E VIABILIDADE DO GRÃO
DE PÓLEN DA CORTICEIRA-DA-SERRA (*Erythrina falcata*
Benth.)**

Leonildo Betanin¹

RESUMO – A corticeira-da-serra, espécie nativa do Brasil, apresenta elevado potencial de uso ornamental e na recuperação de áreas de preservação permanentes e degradadas. Porém, possui baixa capacidade de regeneração natural e dificuldades na formação de sementes para a produção de mudas. A pesquisa procurou avaliar a floração, a frutificação e a viabilidade dos grãos de pólen. Nos anos de 2005 e 2006 foi determinado o início de floração e a frutificação de sete genótipos localizados na Região da Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul. Em outubro de 2005 foram marcadas dez inflorescências, de três genótipos, e quantificado o número médio de flores por inflorescência e a porcentagem de formação de vagens (frutos). A viabilidade do pólen foi determinada coletando cinco inflorescências de três genótipos. Para a coleta do pólen foram utilizadas três flores de cada inflorescência e, de cada flor, analisadas cinco anteras. A corticeira-da-serra apresenta variações entre genótipos quanto ao período de floração decorrentes, possivelmente, da variabilidade genética e condições de temperatura durante a dormência, inclusive sem a emissão de flores em determinados ciclos.

¹ Biólogo, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de Concentração em Produção Vegetal.

O número médio foi de 24 a 25,5 flores por inflorescência. A elevada quantidade de flores que não abrem e expõe os órgãos reprodutivos (cleistogamia) dificultam a polinização, não tendo sido obtidas sementes em nenhum dos genótipos. A porcentagem de grãos de pólen viável difere entre genótipos e inflorescências da mesma planta. A viabilidade de 70% a 97,4% dos grãos de pólen demonstra não ser este o impedimento da autofecundação e frutificação.

Palavras-chave: fenologia, frutos, sementes, planta ornamental.

**FLOWERING, FRUCTIFICATION AND FEASIBILITY OF
THE BRAZILIAN CORAL POLLEN GRAIN (*Erythrina falcata*
Benth.)**

ABSTRACT – The Brazilian coral, species native to Brazil, presents an elevated potential for ornamental use and rehabilitation of permanent preservation and degraded areas. However, it has a low capacity of natural renovation and difficulties forming seeds for the seedling production. The research aimed to assess the blossoming, fructification and feasibility of the pollen grains. In 2005 and 2006 was determined the start of blossoming and fructification of seven genotypes located in the region of the upper slopes in Northeastern Rio Grande do Sul. In October 2005 ten inflorescences were marked, three genotypes, the average number of blossoms in each inflorescence and the percentage of pods formation (fruits) were determined. The feasibility of pollen was determined by collecting five inflorescences of three genotypes. For the pollen collection three

blossoms from each inflorescence were used, and, from each blossom, five anthers were analyzed. The Brazilian coral presents variations between genotypes concerning the resulting blossoming period, possibly, due to the genetic variability and temperature conditions during the hibernation, even without the emission of blossoms in specific cycles. The average number was of 24 to 25,5 blossoms per inflorescence. The high quantity of blossoms that don't bloom and expose the reproductive organs (cleistogamy) make the pollination difficult, no seeds were obtained from any of the genotypes. The feasible percentage of pollen grains differs between genotypes and inflorescences in the same plant. The feasibility of 70% to 97,4% of the pollen grains shows this is not the restraint for self-pollination and fructification.

Key words: fenology, fruits, seeds, ornamental plant.

1 INTRODUÇÃO

A *Erythrina falcata* Benth. pertence à família Fabaceae, sub-família Faboideae (LONGHI, 1995). É uma espécie arbórea, secundária tardia, de grande porte (até 35 m de altura), encontrada no Brasil, na Argentina, na Bolívia, no Paraguai e no Peru. No Brasil, ocorre desde a Bahia até o Rio Grande do Sul, em ecossistemas que variam de florestas úmidas a florestas decíduas e semidecíduas, e também no cerrado (CARVALHO, 2003).

Parte do interesse pelo cultivo desta espécie está relacionada ao seu valor ornamental, por apresentar flores vermelhas a alaranjadas

atraentes e vistosas, de grande efeito decorativo para utilização em vias públicas, parques e jardins. Pode também ser usada em sistemas agroflorestais, na restauração da mata ciliar, em locais com freqüente inundação durante o ano, e na recuperação de ecossistemas degradados. É uma espécie de rápido crescimento, característica de espécies pioneiras ou de sucessão secundária inicial. As flores produzem um néctar apreciado por beija-flores e outros pássaros polinizadores (CARVALHO, 2003).

Em ambiente natural, a dificuldade da propagação natural por sementes da corticeira-da-serra, apesar da elevada quantidade de flores formadas, é confirmada pelo baixo número de indivíduos presentes. Conforme Etcheverry & Alemán (2005), sendo a corticeira-da-serra uma espécie auto-incompatível, polinizada por pássaros, somente 20% dos óvulos disponíveis produzem sementes, e a relação de flores para frutos é muito baixa, em torno de 1%. Outra dificuldade, segundo Carvalho (2003), é que as sementes são amplamente atacadas por brocas, que danificam ou inviabilizam grande parte das mesmas.

Portanto, para a maior utilização desta espécie em paisagismo e plantios no meio rural, se fazem necessárias investigações a respeito da fenologia, da polinização e da frutificação da mesma.

Larcher (2000) relata que plantas lenhosas adaptam-se ao frio do inverno por meio de mudanças no protoplasma, na atividade metabólica, nos processos de desenvolvimento e na resistência às baixas temperaturas, e podem se tornar pré-condicionadas ao congelamento e desidratação, provocando a queda das folhas.

Conforme Hartmann et al. (2002), em espécies perenes, o sinal para a dormência é originado por fatores externos, como o encurtamento dos dias, as baixas temperaturas ou situações de estresse hídrico, elevando os níveis de substâncias inibidoras do crescimento, principalmente o ácido abscísico, o ácido jasmônico e o etileno. A floração e a brotação marcam o início do ciclo reprodutivo das espécies, com a formação de folhas, flores, frutos e sementes. (LARCHER, 2000).

As plantas têm o início e a duração das distintas fases de desenvolvimento variando de ano para ano e geograficamente, dependendo das condições climáticas, sendo considerados fatores decisivos os suprimentos de nutrientes, água, temperatura e fotoperíodo (TONDELLO et al., 1998; LARCHER, 2000).

O início da formação das flores requer a indução por fatores externos, como radiação, temperatura ou diferença hídrica. Os fitohormônios e os nucleotídeos participam da ativação e desopressão de genes responsáveis pelo desenvolvimento do primórdio da flor (indução). A energia e os materiais de construção requisitados para a formação das flores e frutos são proporcionados pela atividade fotossintética e a incorporação de substâncias minerais, bem como pela mobilização de materiais de reserva e pela reciclagem de produtos degradados de folhas senescentes. A formação de flores e frutos em abundância está, portanto, em competição pelas reservas com o crescimento vegetativo. Dessa forma, a abundância de frutos compete com o crescimento de tecidos de suporte e, se o rendimento fotossintético é insuficiente, somente gemas vegetativas serão formadas no ano seguinte (LARCHER, 2000).

A indução da formação de flores, em muitas espécies, ocorre somente após a exposição do meristema apical caulinar à baixas temperaturas. Se o acúmulo de frio for insuficiente, ou ocorrer fora do tempo normal, ou interrompido por temperaturas acima de 15 °C, o efeito não acontece (LARCHER, 2000).

Em várias espécies são necessários agentes polinizadores para transportar o pólen ao estigma. É o caso das plantas dióicas, em que as flores unissexuais masculinas e femininas estão em plantas diferentes; das monóicas, em que as flores masculinas e femininas estão em locais diferentes da planta; das plantas dicogâmicas, em que o amadurecimento dos estames e do carpelo ocorre em momentos diferentes; no caso de flores arrançadas de forma a impedir que o pólen chegue ao estigma; ou quando ocorre incompatibilidade, através de um bloqueio químico, que impede que o pólen da mesma planta ou cultivar complete seu desenvolvimento e fertilize a oosfera (RAVEN et al., 2001; BODANESE-ZANETTINI & LAUXEN, 2003).

Plantas sem vigor, senescentes ou estressadas pelo ambiente, produzem óvulos que são subdivididos ou são incapazes de desenvolver sementes normais. Distúrbios adicionais podem ocorrer na microsporogênese, de forma a resultar na produção de poucos grãos de pólen ou mesmo grãos estéreis causados, por exemplo, por baixas temperaturas durante o verão, que paralisam o desenvolvimento do pólen, ou verão muito quente e seco (LARCHER, 2000).

Na autoincompatibilidade ocorre uma interação entre os grãos de pólen e o estigma que impede que o pólen germine no estigma da mesma planta. Na incompatibilidade gametofítica, a

mesma é controlada por um único alelo S. Quando um grão de pólen contém um alelo S presente no estigma, o crescimento do tubo polínico fica paralisado. O grão de pólen somente germinará em um estigma que não contém o mesmo alelo. Na incompatibilidade esporofítica, o que determina a ocorrência ou não da incompatibilidade não será o alelo que o pólen carrega, mas o alelo presente no tecido diplóide da planta mãe (ZANETTINI, 2003).

Outro aspecto importante na dificuldade de frutificação da corticeira-da-serra é o comportamento floral denominado cleistogamia, que se caracteriza pela não abertura das pétalas e exposição dos órgãos reprodutivos aos agentes polinizadores.

Com o objetivo de contribuir com o conhecimento sobre a corticeira-da-serra, o trabalho se propôs, a partir de alguns genótipos, verificar possíveis diferenças na época de floração, na capacidade de frutificação e analisar a frequência de pólenes férteis e inférteis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação da ocorrência do início da floração e da frutificação da corticeira-da-serra, nos anos de 2005 e 2006, foi realizada em sete genótipos (Figuras 1, 2a e 2b) localizados no município de David Canabarro (28°24'37"S, 52°50'32"O, e altitude de 849 m), na Região da Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, **Brasil**.

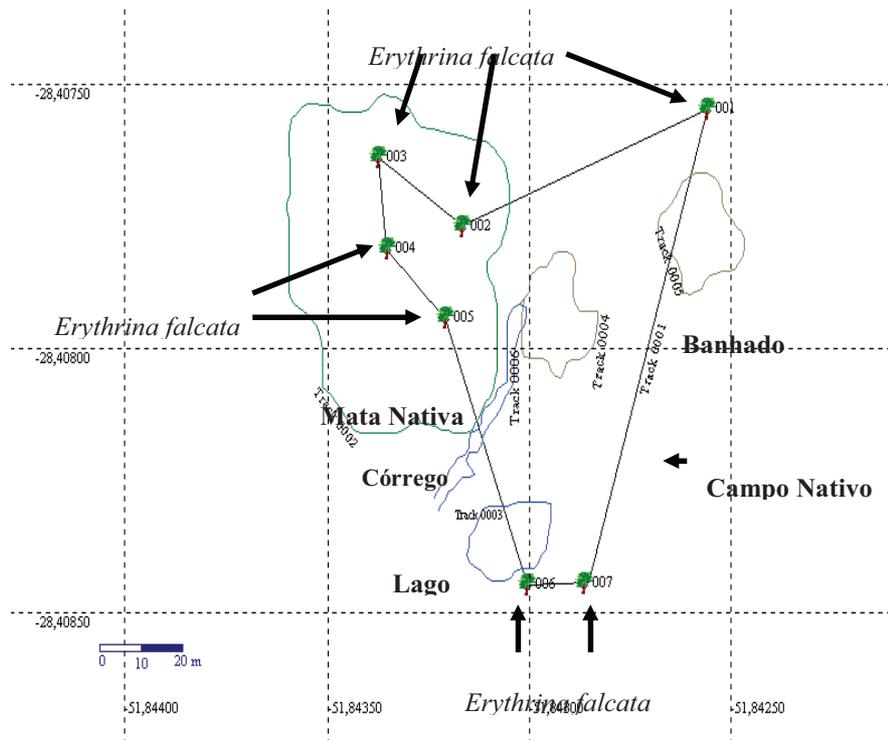


Figura 1 – Mapa de localização, utilizando GPS, dos genótipos de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) utilizadas na pesquisa, no município de David Canabarro, RS.

O clima é do tipo subtropical úmido (Cfa), pela classificação de Köppen, com chuvas bem distribuídas no verão. As normais climatológicas aproximadas da região, com base no município de Passo Fundo, são as seguintes: temperatura média anual de 17,5 °C; média das mínimas de 13,2 °C; média das máximas de 23,6 °C; precipitação média anual de 1.787 mm; média anual da umidade relativa do ar de 72 %; insolação total de 2.329,6 h; média anual de

horas de frio com temperaturas $\leq 7,0$ °C de 422 h, variando de 214 h a 554 h (CUNHA, 1997).

Para caracterizar as inflorescências e avaliar a frutificação, em outubro de 2005 foram marcadas 9 inflorescências nos genótipos 1, 6 e 7, determinando as seguintes variáveis: número médio de flores por inflorescência e porcentagem de formação de vagens (frutos).

A avaliação da viabilidade do pólen foi realizada no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da FAMV/UPF. Foram coletadas cinco inflorescências (Figura 2c) dos genótipos 1, 6 e 7, acondicionadas em sacos de polietileno e levadas para o laboratório, onde foram mantidas por duas horas em recipientes de vidro com álcool:ácido acético na proporção de 3:1 (v/v), e após colocadas no *freezer*. Posteriormente, os materiais foram transferidos para uma solução de álcool 70% e conservados durante o experimento em refrigerador.

Para a coleta do pólen foram utilizadas 3 flores de cada inflorescência e, de cada flor (Figura 2e), analisadas 5 anteras. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em parcela subdividida, constituindo os genótipos as parcelas principais e as inflorescências as subparcelas, com três repetições (flores), sendo a média de cada flor obtida da análise de cinco anteras.

As flores tiveram suas pétalas removidas (Figura 2d), expondo os órgãos masculinos (Figura 2e), e destacadas as anteras (Figura 2f). Cada antera foi disposta sobre uma lâmina e macerada com uma gota de carmim acético 2%, para o rompimento e liberação do pólen. Sobre o material foi depositada uma lamínula, pressionada

para dar vazão à presença de ar e vedada com luto (cera de abelha e breu na proporção de 1:1).

A análise da viabilidade dos grãos de pólen foi feita utilizando microscópio óptico modelo Zeiss. De cada antera foram avaliados 400 grãos de pólen, considerados viáveis aqueles que apresentavam coloração avermelhada, devido à absorção do carmim acético, e inviáveis quando se apresentavam translúcidos.

Os dados de porcentagem de pólen viável foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa estatístico Estat – Sistema para Análises Estatísticas – versão 2.0 (Unesp/FCAV-Jaboticabal).

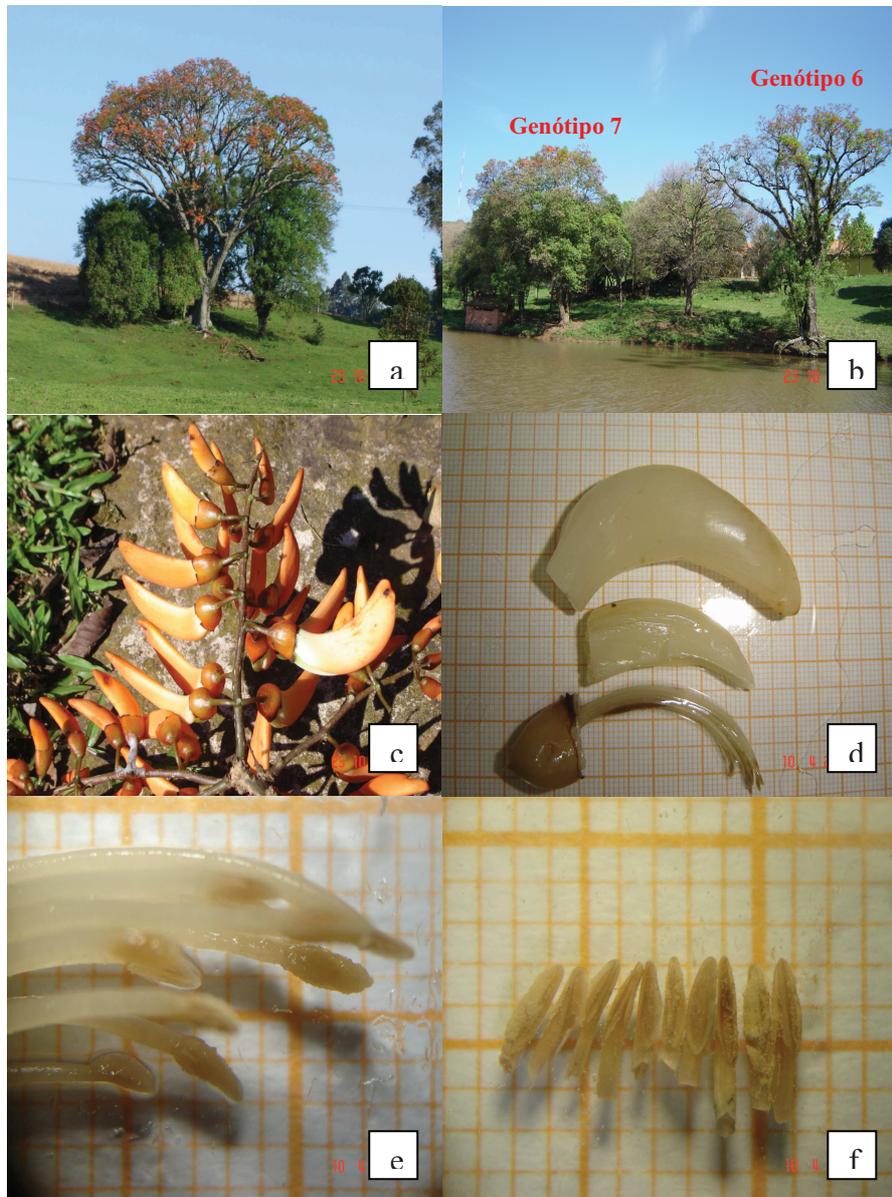


Figura 2 – Vista do genótipo 1 (a) e dos genótipos 6 e 7 (b) de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.); inflorescências (c); flor com remoção das pétalas (d); órgão floral masculino (e); e anteras destacadas (f).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variações nas datas de início da floração (Tabela 1) foram verificadas entre os genótipos, mesmo situados relativamente próximos na área em estudo. Este comportamento, considerando a variabilidade genética entre plantas multiplicadas por semente, possivelmente é gerenciado pelas diferentes necessidades em frio para completar a diferenciação das gemas floríferas durante a dormência, e variações nas concentrações de substâncias promotoras e inibidoras de crescimento. Assim, genótipos com maior concentração de inibidores necessitam de maior acúmulo de frio para reduzir estas concentrações a níveis inferiores aos dos promotores, para induzir a quebra de dormência. Ainda, os genótipos possivelmente diferem quanto às necessidades térmicas (calor) para romper a dormência, florescer e brotar (Figuras 3a e 3b).

Tabela 1 - Floração e frutificação de sete genótipos de corticeira-da-serra em 2005 e 2006, em David Canabarro, RS

Genótipos	2005		2006	
	Início de floração	Ocorrência de frutificação	Início de floração	Ocorrência de Frutificação
4	20/09	Não	-	Não
1	01/10	Não	07/09	Não
5	01/10	Não	-	Não
6	01/10	Não	-	Não
2	23/10	Não	02/09	Não
3	23/10	Não	-	Não
7	23/10	Não	-	Não

Conforme Hartmann et al. (2002), em espécies perenes, o sinal para a dormência é originado por fatores externos, como o encurtamento dos dias, as baixas temperaturas ou situações de estresse hídrico, elevando os níveis de substâncias inibidoras do crescimento, principalmente o ácido abscísico, o ácido jasmônico e o etileno. Petri et al. (2002) ratificam que a dormência de gemas são controladas por condições ambientais (temperatura e luz), interferindo no balanço de substâncias reguladoras de crescimento, que controlam as mudanças metabólicas. Na entrada da dormência, a substância mais importante é o ácido abscísico, que inibe determinados tipos de RNA, impedindo a formação de proteínas necessárias ao crescimento. A concentração diminui à medida que se aproxima o fim da dormência, e o aumento da concentração de hormônios promotores, como as giberilinas, auxinas e citocininas, contribuem para a saída da dormência. Acrescentam que, para tanto, é necessário que as plantas sejam expostas à baixas temperaturas, sendo que a regularidade e a intensidade podem influenciar o tempo que permanecem em dormência ou a uniformidade da brotação e da floração, podendo permanecer gemas dormentes.

Conforme Larcher (2000), a localização das plantas no ambiente pode interferir na fenologia. Assim, plantas de ambientes secos podem apresentar uma antecipação na floração e, no ambiente úmido, as folhas demorando mais para cair, retardar o novo ciclo. Na maioria das plantas de ambiente seco a floração ocorre em todos os ramos da planta, de forma quase homogênea. Porém, se está competindo com outras árvores, a parte que se encontra próxima aos

ramos das demais, sombreadas, pouco florescem ou não emitem flores. No presente trabalho, embora tenham sido avaliadas plantas localizadas na beira de um açude (genótipos 6 e 7), no interior de uma mata nativa (genótipos 2, 3, 4 e 5) e isolada (genótipo 1), não foi possível correlacionar com o comportamento apresentado.

Em 2005, todos os genótipos floresceram, com início entre 20 de setembro e 23 de outubro, ou seja, num intervalo de 33 dias. Contudo, em nenhuma das plantas foi observada a presença de frutos (vagens). Em 2006, apenas os genótipos 1 e 2 floresceram, também não apresentando frutificação. É interessante observar que o genótipo 1, localizado em uma coxilha a campo aberto, floresceu em data muito próxima ao do ano anterior (Tabela 1), mas o genótipo 2, localizado no interior da mata nativa, antecipou a floração em 51 dias, talvez por influência desta condição.

Também o fato da floração, em 2006, ter ocorrido em somente dois genótipos, caracterizando uma típica alternância de floração, encontra justificativa apenas na redução de 122 horas de frio ($\leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}$), em relação a 2005, o que pode ter comprometido a diferenciação das gemas floríferas da maioria dos genótipos, dada a variabilidade genética. Conforme a Embrapa (2008) foram acumuladas no município de Passo Fundo, distante 72 km de David Canabarro, em 2005, 361 horas de frio $\leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 833 horas $\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, entre os meses de maio a setembro. Em 2006, o acúmulo foi de 239 horas de frio $\leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 755 horas $\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Percorrendo o estado do Rio Grande do Sul no ano seguinte, em 2007, foram também observados raríssimos exemplares de corticeira-da-serra em floração, embora tenham ocorrido 447 horas de frio $\leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}$, e outras espécies de

exigências climáticas possivelmente semelhantes, como os ipês amarelo, roxo e rosa, tenham apresentado excelente floração.

Nas plantas avaliadas foi constatado, ainda, que o genótipo 7, localizado na margem de um açude, apresentou atraso na queda de folhas, em relação às demais plantas, possivelmente decorrente do menor estresse hídrico. A queda das folhas ocorreu de maneira contínua, a partir das mais velhas, restando no final do ciclo as localizadas na porção mais apical dos ramos. Após a ocorrência da primeira geada houve a queda total das folhas, em poucos dias.

O efeito da variabilidade genética sobre o período de floração da corticeira-da-serra, combinado com condições meteorológicas diferenciadas, principalmente de temperatura, foi possível ser constatada também ao percorrer diferentes regiões do Rio Grande do Sul, em 2005 e 2006. Na Tabela 2, são apresentados registros de plantas em floração em diversos municípios e regiões, demonstrando uma ampla faixa de ocorrência, variando de setembro a novembro. Embrapa (2004) relata que, em Colombo, Paraná, região metropolitana de Curitiba, também foi constatada variações na época de floração das corticeiras, podendo ocorrer entre outubro e janeiro.

De acordo com Larcher (2000), as plantas têm o início e a duração das distintas fases de desenvolvimento variando de ano para ano, e geograficamente, dependendo das condições climáticas, sendo considerados fatores decisivos os suprimentos de nutrientes, água, temperatura e fotoperíodo, em conjunto com a regulação dos mecanismos endógenos.

Tabela 2 – Observação de corticeiras-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) em floração, em diferentes regiões e municípios do Rio Grande do Sul, em 2005 e 2006

Ano	Município	Região	Data de
-----	-----------	--------	---------

			Observação
2005	David Canabarro	Encosta Superior do Nordeste	01/10
	Caçapava do Sul	Serra do Sudeste	16/10
	Santa cruz	Encosta Superior do Nordeste	16/10
	Fontoura Xavier	Encosta Superior do Nordeste	16/10
	Mormaço	Planalto Médio	16/10
	Mato Castelhano	Planalto Médio	28/10
	Coxilha	Planalto Médio	02/11
	Casca	Encosta Superior do Nordeste	10/11
	Boa Vista Cadeado	Planalto Médio	13/11
2006	David Canabarro	Encosta Superior do Nordeste	07/09
	Passo Fundo	Planalto Médio	30/09
	Mato Castelhano	Planalto Médio	02/10
	Bento Gonçalves	Encosta Superior do Nordeste	17/11
	Farroupilha	Encosta Superior do Nordeste	17/11

Observou-se que as inflorescências começam a expor as flores a partir da região basal, seguindo até a porção apical. No período de floração, as mesmas se mostram sensíveis à ação dos ventos e aves, se desprendendo facilmente das inflorescências. Portanto, é curta a duração de cada flor e do período de florescimento, mas de exuberante beleza pela elevada quantidade de flores de coloração alaranjada a avermelhada, o que a torna uma espécie de elevado potencial ornamental.

As inflorescências da corticeira-da-serra, em elevado número, apresentam variações quanto ao comprimento, ao arranjo floral e ao número de flores. A caracterização das inflorescências, quanto ao número médio de flores, foi realizada nos genótipos 1, 6 e 7 (Tabela 3), com base em nove inflorescências por genótipo. Verificou-

se que a média foi similar entre os genótipos, variando entre 24 e 25,8 flores. Nos genótipos 1, 6 e 7 a variação observada foi, respectivamente, de 19 a 29, de 20 a 31 e de 22 a 27 flores por inflorescência.

Tabela 3 - Número médio de flores por inflorescência de três genótipos (1, 6 e 7) de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) localizadas no município de David Canabarro, RS, em 2005

Inflorescências	Nº de flores por inflorescência		
	Genótipo 1	Genótipo 6	Genótipo 7
1	19	20	22
2	20	21	23
3	22	24	23
4	23	24	24
5	25	27	25
6	25	28	25
7	26	28	26
8	27	29	26
9	29	31	27
Média	24,0	25,8	24,5

A frutificação nas inflorescências avaliadas foi nula, o mesmo sendo constatado em toda a copa, demonstrando a dificuldade desta espécie em se multiplicar naturalmente de forma sexuada ou fornecer sementes para os viveiristas executarem a propagação.

Apesar das flores serem hermafroditas (EMBRAPA, 2004), esta dificuldade de frutificação da corticeira-da-serra é

relatada por Etcheverry & Alemán (2005), que afirmam ser a mesma, basicamente, auto-incompatível e polinizada por pássaros, sendo que, em condições naturais, somente 20% dos óvulos disponíveis produzem sementes, com apenas 1% das flores transformadas em frutos.

O outro problema está no fato de que esta espécie apresenta o fenômeno conhecido como cleistogamia, ou seja, a maioria das flores não apresenta a abertura das pétalas para permitir a polinização cruzada (Figura 3c).

De acordo com Embrapa (2004), muitas árvores que florescem mais tardiamente na região de Curitiba, PR, nos meses de dezembro e janeiro, conseguem emitir alguns frutos, principalmente na área basal da planta, por abrirem as pétalas, facilitando a polinização. Nesse período, a antese e a fecundação estariam relacionadas com a temperatura e a umidade relativa do ar. Nos períodos anteriores, não ocorre a antese, com as flores caindo por um mecanismo natural da planta ou por danos pelas aves que as visitam, podendo causar quedas de até 60% das flores.

Os autores relatam, ainda, que a antese ocorre 45 dias após o início do crescimento do botão floral, durando em torno de 5

dias, quando as estruturas masculinas começam a escurecer e cair.

As flores que não sofrem a antese permanecem na inflorescência por um período médio de 12 dias. Após a fecundação, o fruto leva, em média, 40 dias para a maturação, sendo encontradas de uma a três sementes.

Procurando esclarecer se a dificuldade de frutificação estava relacionada com a viabilidade dos grãos de pólen, três genótipos (1, 6 e 7) foram estudados, através da análise do pólen (Figuras 3d e 3e) de flores de cinco inflorescências por genótipo (Tabela 4). Comparando as inflorescências, é possível constatar diferenças na porcentagem de grãos de pólen viável, variando de 70% a 97,4%. Na média, a maior porcentagem de pólen considerado viável foi encontrada no genótipo 7 (95,5%), e menor no genótipo 6 (79,5%).

Tabela 4 – Porcentagem de pólen viável em três genótipos (1, 6 e 7) de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) localizadas no município de David Canabarro, RS, 2005

Inflorescências	Pólen viável (%)			Médias
	Genótipos			
	1	6	7	
1	70,2	70,2	92,7	77,7 b
2	70,0	75,1	93,9	79,7 ab
3	75,6	82,8	97,4	85,3 ab
4	93,5	90,7	96,1	93,4 a
5	95,9	78,6	97,4	90,6 ab
Médias	AB 81,1	B 79,5	A 95,5	

CV parcelas (%)	14,8
CV subparcelas (%)	12,5

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula na linha e seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

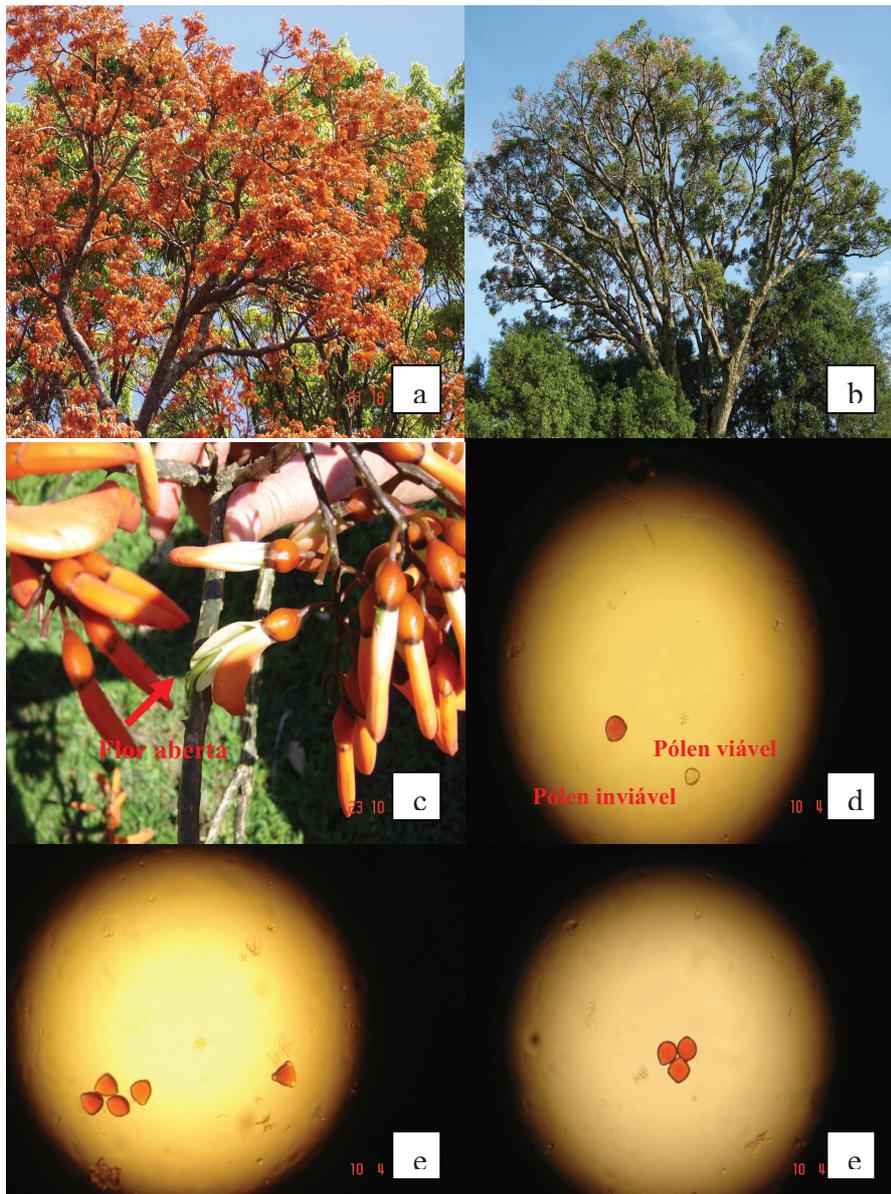


Figura 3 - Corticeiras-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) localizadas no município de David Canabarro, RS, em 2005, em floração (a) e em brotação (b); inflorescências com flores abertas e fechadas (cleistogamia) (c); pólen viável e inviável (d); pólen viável (e).

Os resultados demonstram, assim, que a dificuldade de frutificação não está relacionada com a viabilidade dos grãos de pólen, mas sim com outro mecanismo, possivelmente de incompatibilidade fisiológica do pólen com a própria flor, limitando o desenvolvimento do tubo polínico para a fecundação dos óvulos.

O fenômeno da incompatibilidade fisiológica é verificada em várias espécies, como na maioria das cultivares comerciais de macieiras, pereiras e ameixeiras. Conforme Larcher (2000), a auto-incompatibilidade pode ocorrer por uma interação entre os grãos de pólen e o estigma, que impede que o pólen germine e desenvolva o tubo polínico no estigma da mesma planta. A auto-incompatibilidade pode ser controlada por um único alelo S. Assim, quando o grão de pólen contém um alelo S que também está presente no estigma, o crescimento do tubo polínico é paralisado, impedindo a autofecundação.

4 CONCLUSÕES

a) A corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) apresenta variações no período de floração decorrentes, possivelmente, da

variabilidade genética, distribuição geográfica e condições de temperatura.

b) A espécie, em determinados anos, pode não apresentar a formação e emissão de flores, com variação entre genótipos.

c) A elevada quantidade de flores que não abrem e expõe os órgãos reprodutivos (cleistogamia) dificultam a polinização, não tendo sido obtidas sementes em nenhum dos genótipos.

d) A porcentagem de grãos de pólen viável difere entre genótipos e inflorescências da mesma planta.

e) A viabilidade acima de 70% dos grãos de pólen demonstra não ser esta a característica que impede a autofecundação e a frutificação.

CAPÍTULO II

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA CORTICEIRA-DA-SERRA (*Erythrina falcata* Benth.) POR ESTAQUIA CAULINAR E FOLIAR

Leonildo Betanin¹

RESUMO – Com elevado potencial de uso ornamental e na recuperação de áreas de preservação permanentes e degradadas, a corticeira-da-serra apresenta, no entanto, baixa capacidade de regeneração natural e dificuldades na formação de sementes para a produção de mudas. A propagação vegetativa, assim, se apresenta como alternativa. O estudo, conduzido em estufa com nebulização intermitente (8 segundos a cada 10 minutos), teve por objetivos avaliar a sobrevivência e a capacidade de enraizamento de estacas caulinares (sem folhas) e foliares, coletadas na primavera e no outono

¹ Biólogo, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de Concentração em Produção Vegetal.

de 2005 e 2006, e o efeito dos tratamentos com AIB (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹), com imersão por 10 segundos nas soluções. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e doze estacas por parcela. As estacas foliares (trifoliadas) foram preparadas retirando os dois folíolos laterais e reduzindo pela metade o folíolo apical, na primeira estaquia, e reduzido pela metade os dois folíolos laterais e retirado o apical na segunda estaquia. A estaquia foi realizada em bandejas alveoladas de isopor, com 72 células, utilizando como substrato casca de arroz carbonizada (50%) + fibra de côco (50%) (v/v). Estacas caulinares herbáceas sem folhas apresentaram elevada mortalidade e ausência de enraizamento, com sobrevivência superior no outono, em razão das mais baixas temperaturas. Estacas foliares mantendo dois folíolos laterais reduzidos à metade, com aplicação de AIB, apresentaram enraizamento médio de 35,4%, mas a ausência de brotações sugere a inexistência ou impossibilidade de formarem gemas vegetativas capazes de regenerarem uma planta.

Palavras-chave: mudas, estacas, enraizamento, ácido indolbutírico, AIB.

VEGETATIVE PROPAGATION OF THE BRAZILIAN CORAL (*Erythrina falcata* Benth.) BY STEM AND FOLIAR CUTTING

ABSTRACT – With elevated potential for ornamental use and permanent preservation and degraded areas, the Brazilian coral presents low capacity of natural renovation and difficulties forming

seeds for seedling production. The vegetative propagation, thus, is presented as an alternative. The study, carried out in a greenhouse with intermittent nebulization (8 seconds every 10 minutes), aimed to assess the survival and the rooting capacity of stem and foliar cuttings (without leaves), collected in the spring and autumn of 2005 and 2006, and the effect of the treatments with IBA (0, 1000, 2000 and 3000 mg L⁻¹), with immersion in the solution for 10 minutes. The experimental outlining was the casualized blocks, with four repetitions and twelve cuttings by portion. The foliar cuttings (trifoliar) were prepared by the means of taking the two lateral folioles and reducing the apical foliole by half, in the first cutting, the two lateral folioles reduced by half and the apical foliole being removed from the second cutting. The cutting was carried out in polystyrene alveolated trays, with 72 cells, making use of carbonized rice shells (50%) + coconut fiber (50%) (v/v). Herbaceous stem cuttings without leaves presented elevated mortality and lack of rooting, with a higher survival in the autumn, due to the lower temperatures. Foliar cuttings keeping two lateral folioles reduced by half, with IBA application, presented medium rooting of 35,4% but the lack of sprouting suggests the inexistence or impossibility to form vegetative germ capable of renovating a plant.

Key words: young plants, cuttings, rooting, indolbutiric acid, IBA.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda de plantas nativas para fins ornamentais, bem como para a recuperação de matas ciliares ou áreas degradadas, vem despertando o interesse de viveiristas pela produção de mudas de várias espécies. Contudo, a dificuldade de obtenção de sementes e de sucesso nas técnicas de propagação, entre outros fatores, tem conduzido a uma insuficiente disponibilidade de mudas de algumas espécies.

A corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) é uma espécie arbórea encontrada no Brasil, na Argentina, na Bolívia, no Paraguai e no Peru. No Brasil, ocorre desde a Bahia até o Rio Grande do Sul, em ecossistemas que variam de florestas úmidas a florestas decíduas e semidecíduas, e também no cerrado. Parte do interesse pelo cultivo desta espécie está relacionada ao seu valor ornamental, por apresentar flores vermelhas a alaranjadas, para utilização em vias públicas, parques e jardins. Pode também ser usada em sistemas agroflorestais, na recuperação de matas ciliares e ecossistemas degradados, e em locais com freqüente inundação durante o ano. As flores, produtoras de néctar, atraem a avifauna (CARVALHO, 2003).

Em ambiente natural, a dificuldade da propagação natural, por sementes, apesar da elevada quantidade de flores formadas, é confirmada pela baixa ocorrência de indivíduos na área.

A corticeira-da-serra é, basicamente, auto-incompatível, polinizada por pássaros, sendo que, em condições naturais, somente 20% dos óvulos disponíveis produzem sementes, com apenas 1% das flores transformadas em frutos (ETCHEVERRY & ALEMÁN,

2005). Além disso, a espécie apresenta o fenômeno conhecido como cleistogamia, ou seja, a maioria das flores não apresenta a abertura das pétalas para permitir a polinização cruzada. Quando frutificam, Carvalho (2003) relata que as sementes são amplamente atacadas por brocas, que danificam ou inviabilizam grande parte das sementes.

Apesar das dificuldades, a produção de mudas ainda é realizada por sementes. Os frutos são colhidos da árvore quando adquirem a coloração preta e iniciam a queda espontânea. A emergência ocorre em 4 a 8 dias, e a taxa de germinação é superior a 90 % (LORENZI, 2002).

Na dificuldade de se realizar a propagação sexuada, as técnicas de propagação vegetativa se apresentam como alternativas. A estaquia se constitui em um dos métodos, possuindo a vantagem de garantir a reprodução das características de genótipos superiores; reduzir o período de juvenilidade, ou seja, o tempo até as plantas iniciarem a fase reprodutiva (floração e frutificação), desde que utilizadas as estacas de matrizes adultas, já capazes de florescer; além de permitir elevada produção de mudas em tempo e espaço reduzido. As desvantagens incluem a dificuldade de se induzir raízes adventícias em muitas espécies.

A viabilidade do uso da estaquia na propagação, com objetivo comercial, depende da facilidade de enraizamento da espécie/cultivar, da qualidade do sistema radicular formado e do

desenvolvimento posterior da planta na área de produção (FACHINELLO et al., 2005).

Fatores internos e externos à planta matriz ou às estacas podem interferir no processo de enraizamento. São considerados fatores internos as condições fisiológicas da planta matriz, a idade da planta ou das estacas, o tipo de estaca (apical, mediana ou basal; herbácea, semi-lenhosa ou lenhosa), a época de coleta, o potencial genético de enraizamento, a sanidade da planta, o balanço hormonal e a possibilidade de oxidação de compostos fenólicos. Como fatores externos cita-se a temperatura, a luz, a umidade, o substrato e os condicionamentos (lesão na base da estaca e a aplicação de reguladores de crescimento). O leito de enraizamento e as estacas, por sua vez, devem manter-se com umidade, minimizando ou impedindo a desidratação e o aquecimento exagerado, sendo a adoção de um sistema de irrigação por nebulização intermitente o mais indicado. De modo geral, a interação entre fatores permite melhor explicar as causas do enraizamento, ou seja, quanto mais difícil o enraizamento de uma espécie ou cultivar, maior será a importância dos fatores que afetam (FACHINELLO et al., 2005).

A formação de raízes adventícias em estacas envolve várias substâncias, mas as auxinas são as de maior efeito no enraizamento, cuja síntese ocorre nas gemas apicais e folhas novas. A auxina natural das plantas é o ácido indol-3-acético (AIA). O ácido indol-3-butírico (AIB), embora menos abundante que o AIA, ocorre também naturalmente nas plantas. Dentre os reguladores de crescimento (sintéticos), os mais eficientes e utilizados são o ácido AIB e o ácido naftalenoacético (ANA), sendo o AIB tido como o mais eficiente. Há

trabalhos que demonstram que a aplicação exógena de AIB sintético pode, no tecido vegetal, simplesmente elevar a sua concentração interna ou se converter parcialmente em AIA. Ainda, apresentar efeito sinérgico, modificando a ação ou a síntese do AIA ou aumentar a sensibilidade dos tecidos ao AIA. No entanto, a concentração ideal está na dependência de diversos fatores e varia de acordo com a espécie e cultivar a ser reproduzida (HARTMANN et al., 2002).

Os cofatores de enraizamento são substâncias de ocorrência natural que atuam sinergicamente com as auxinas, sintetizadas também em gemas e folhas jovens, destacando-se a importância da manutenção, em muitas espécies, das folhas e gemas em atividade vegetativa para a produção de reguladores de crescimento e nutrientes (FACHINELLO et al., 2005).

De acordo com Paiva e Gomes (2001), a elevada relação C/N na planta matriz favorece o enraizamento. Para Fachinello et al. (2005), a importância dos carboidratos refere-se ao fato de que a auxina requer uma fonte de carbono para biossíntese dos ácidos nucléicos e proteínas, e leva a necessidade de energia e carbono para a formação das raízes.

De modo geral, estacas provenientes de plantas jovens enraízam com mais facilidade, especialmente em espécies de difícil enraizamento, fato possivelmente relacionado com o aumento no conteúdo de inibidores e a diminuição de cofatores à medida que aumenta a idade da planta (FACHINELLO et al., 2005).

Conforme Fachinello et al. (2005), estacas coletadas no período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão) se apresentam mais herbáceas e, de modo geral, em espécies de difícil

enraizamento, mostram maior capacidade de enraizamento. Já estacas coletadas no inverno possuem maior grau de lignificação e tendem a enraizar com menor frequência. Hartmann et al. (2002) afirmam que, no período de intensa atividade vegetativa, as gemas exercem efeito estimulador no enraizamento.

A presença de folhas nas estacas é um forte estímulo para a formação de raízes, mas a transpiração se tornar mais elevada. Em espécies de fácil enraizamento, a rápida formação de raízes permite que a absorção de água compense a quantidade perdida pela transpiração (HARTMANN et al., 2002). Para minimizar a transpiração, pode ser adotado um sistema de irrigação por nebulização, que proporciona a formação de uma película de água na superfície da folha (PAIVA & GOMES, 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento de estacas caulinares e foliares de *Erythrina falcata* Benth., coletadas na primavera e no outono, e o efeito do tratamento com AIB.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa, dividida em dois experimentos, foi desenvolvida no Setor de Horticultura da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF).

As estaquias foram realizadas em uma estufa (Figura 1a) medindo 210 m², com 2,5 m de altura (pé direito), em estrutura de alumínio galvanizado, teto em arco, revestida com polietileno de baixa

densidade (PEBD), dotada de cortinas laterais móveis, instalada no sentido nordeste-sudeste. Para a redução da temperatura e a insolação foi instalada uma tela tipo sombrite, com capacidade de 75 % de sombreamento, disposta internamente a 2,5 m de altura e nas laterais.

O sistema de irrigação, do tipo intermitente, constava de seis linhas distanciadas 1,5 m, com bicos nebulizadores dispostos a cada 1 m. O sistema, controlado por um *timer*, era acionado a cada 10 minutos, com período de molhamento de 8 segundos.

As estacas foram retiradas de 28 plantas matrizes, oriundas de semente, com idade de dois anos, mantidas em vaso sob nebulização intermitente, na estufa onde foram realizadas as estaquias.

Para estimular brotações laterais (Figura 1b), utilizadas como estaca, a altura das plantas e ramos secundários foram encurtados em torno de 1/3, cerca de um mês e meio antes da coleta, bem como realizada adubação com 200g de uréia por matriz.

As coletas das estacas e a estaquia foram realizadas sempre no período da manhã. Após a coleta, as estacas foram submetidas à desinfecção, mediante imersão, por 5 minutos, em hipoclorito de sódio a 0,6%, com posterior lavagem em água corrente.

No preparo das soluções de AIB, o produto puro ($C_{12}H_{13}NO_2$ – cristalino), da marca Vetec, foi primeiramente dissolvido em 50 mL de álcool etílico 98 ° GL, e o volume da solução completado até 100 mL com água destilada. O tempo de imersão da base das estacas (3 cm) nas soluções concentradas foi de 5 segundos.

A estaquia foi realizada em bandejas alveoladas de isopor, com 72 células (6 x 12 células), utilizando como substrato casca de

arroz carbonizada (50%) + fibra de côco (50%) (v/v). As estacas foram enterradas a uma profundidade média de 4 cm.

Para efeito de análise estatística, os dados de porcentagem obtidos foram transformados em arc seno [raiz (x + 0,5/100)] e submetidos à análise de variância. Quando significativa, as diferenças entre médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância utilizando o programa estatístico Estat – Sistema para Análises Estatísticas – versão 2.0 (Unesp/FCAV-Jaboticabal).

2.1 Experimento 1 - Propagação da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caular

A estaquia foi realizada em duas épocas, ou seja, em 03/12/2005, no final da primavera, e em 13/04/2006, no outono. As estacas caulinares herbáceas (Figura 1c) foram cortadas com 15 cm de comprimento, em média, eliminando-se as folhas.

As estacas foram submetidas a tratamentos com ácido indolbutírico (AIB) nas doses de 0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e 12 estacas por parcela.

Após 18 e 34 dias, na estaquia de primavera, e 33, 48, 64 e 76 dias, na estaquia de outono, foi avaliada a porcentagem de estacas vivas. Ao final do experimento de outono (76 dias) foi avaliado, também, o número de estacas enraizadas, e o número e comprimento de raízes.

2.2 Experimento 2 - Propagação da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia foliar

A estaquia foi realizada no final das primaveras de 2005 e 2006 (01/12/2005 e 24/11/2006). Em 2005, as estacas foliares (trifoliadas) foram preparadas retirando os dois folíolos laterais e reduzido em 50 % o folíolo apical (Figura 1d). Em 2006 foi reduzido em 50 % os dois folíolos laterais e retirado o apical (Figura 1e).

As estacas foram submetidas a tratamentos com AIB nas doses de 0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e 12 estacas por parcela (Figura 1f).

Na estaquia realizada em 2005 foi avaliada a porcentagem de estacas vivas aos 21 e 34 dias. Em 2006, foi determinada a porcentagem de estacas vivas aos 27, 43 e 60 dias após a estaquia e, aos 60 dias, a porcentagem de estacas enraizadas e massa fresca de raízes por estaca.



Figura 1 - Estufa com nebulização (a); plantas matrizes de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) podadas em brotação (b); estacas caulinares herbáceas (c); estacas foliares com um folíolo (d); estacas foliares com dois folíolos (e); vista do experimento de 24/11/2006, com estacas foliares com dois folíolos (f). FAMV, Passo Fundo, RS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimentos 1 - Propagação da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar

A sobrevivência das estacas caulinares, nas duas épocas estudadas, foi considerada muito baixa. No estaqueamento realizada na primavera (Tabela 1), já aos 18 dias restavam, em média, 33,3% de estacas vivas, não havendo diferença entre os tratamentos. Aos 34 dias, sem AIB e com 1000 mg L⁻¹, a totalidade das estacas se apresentava morta (Figura 2a), restando 12,5% e 22,9% de estacas vivas nos tratamentos com 3000 e 2000 mg L⁻¹ de AIB, respectivamente. O enraizamento foi nulo nesta época.

Considerando que as estacas eram de consistência herbácea, e que apresentaram brotação poucos dias após a estaquia (Figura 2b), o resultado pode ser atribuído ao estresse térmico e possível desidratação proporcionado pela elevada temperatura a que foram submetidas, superior a 36 °C nos períodos mais quentes, mesmo utilizando cobertura com sombrite (75%) e nebulização intermitente. Este comportamento é relatado por Fachinello et al. (2005), afirmando que, mesmo sob sistema de nebulização intermitente, a perda de água pode ser a causa da mortalidade de estacas herbáceas. Neves et al. (2006), realizando na primavera a estaquia de estacas herbáceas de corticeira-da-serra, também verificaram a ocorrência de brotação uma semana após, com morte das estacas e brotações após 30 dias, possivelmente pela elevada taxa de transpiração das folhas jovens, que provocaram desidratação.

Tabela 1 – Porcentagem de estacas caulinares vivas de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) aos 18 e 34 dias após a estaquia na primavera, em 03/12/05, tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS

Doses de AIB (mg L ⁻¹)	Estacas vivas (%)	
	18 dias	34 dias
0	29,2 ^{ns}	0,0 b
1000	43,8	0,0 b
2000	31,2	22,9 a
3000	29,2	12,5 a
Médias	33,3	8,8
CV (%)	39,64	40,95
Desvio padrão	18,54	8,12

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância. ns – não significativo a 5 % pela análise de variância.

Carpanezi et al. (2001), estudando a *Erythrina cristagalli* L. (corticeira-do-banhado), afirmam que a desinfecção das estacas é fundamental. Se não realizada, ocorre o escurecimento e morte das estacas de cima para baixo, associado ao orifício da medula, que favorece o dessecamento e a entrada de patógenos. Os autores recomendam a imersão das estacas em hipoclorito de sódio a 2% por 5 minutos, seguido de lavagem com água corrente por 5 minutos, seguido de imersão de 50% do comprimento das estacas em fungicida sistêmico (0,25 g de benomyl por litro d'água) por 5 minutos Além desta assepsia, indicam ainda a aplicação, na extremidade das estacas,

no início e a cada dois meses, de pasta fúngica composta da mistura de 100 g de tinta látex e 0,5 g de benomyl. No presente trabalho a desinfecção foi realizada com hipoclorito de sódio a 0,6%, sem aplicação de pasta fúngica, o que pode ter contribuído para a elevada mortalidade, além das elevadas temperaturas.

Realizando a estaquia em período menos quente, no outono, esperava-se obter maior sucesso, mas o que se verificou foram resultados semelhantes ao da primavera (Tabela 2), exceto pelo fato das estacas permanecerem vivas por período mais prolongado. Nas datas avaliadas não foram observadas diferenças entre os tratamentos na porcentagem de estacas vivas, restando, em média, 55,6%, 44,2%, 30,6% e 17,6% aos 33, 48, 64 e 76 dias, respectivamente (Figura 2c).

Tabela 2 – Porcentagem de estacas caulinares vivas de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) aos 33, 48, 64 e 76 dias após a estaquia no outono, em 13/04/06, tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS

Doses de AIB (mg L ⁻¹)	Estacas vivas (%)			
	33 dias	48 dias	64 dias	76 dias
0	60,4 ^{ns}	45,8 ^{ns}	31,2 ^{ns}	22,1 ^{ns}
1000	60,4	49,9	35,4	10,7
2000	47,9	37,5	22,9	10,4
3000	54,2	43,7	33,3	10,7
Médias	55,6	44,2	30,6	17,6
CV (%)	20,02	31,48	26,58	25,95
Desvio padrão	15,21	20,79	13,90	6,64

ns – não significativo a 5 % pela análise de variância.

Ao final do experimento, foi verificado que apenas quatro estacas apresentavam enraizamento, todas com aplicação de AIB, sendo três estacas com uma raiz cada, medindo 8 cm, 4,7 cm e 4,3 cm, respectivamente, e uma estaca com três raízes (0,7 cm, 0,6 cm e 0,3 cm de comprimento) (Figura 2d).

Variações na resposta da época de realização da estaquia, tipo de estaca e do uso do AIB sobre a sobrevivência e enraizamento foram verificadas por vários autores, nesta e em outras espécies.

Carpanezi et al. (2001), estudando a *Erythrina cristagalli* L. (cortiçeira-do-banhado), obtiveram melhores resultados de enraizamento em estacas mais jovens e finas (3 a 6 mm), oriundas de brotações de estacas mais grossas e de plantas adultas. Estacas grossas (30 a 50 mm), retiradas da copa, mostraram baixo enraizamento, inferior a 40%.

Gratieri-Sossella et al. (2008), em Passo Fundo, RS, também na estaquia da cortiçeira-do-banhado, concluiu que o uso de AIB reduziu a mortalidade de mini-estacas herbáceas coletadas de plantas jovens (menos de um ano de idade) em janeiro, possivelmente por ter acelerado o processo de enraizamento das mesmas, que foi de 93,3%, em média. Por sua vez, utilizando estacas lenhosas, coletadas em junho, apenas 2,5% do total de estacas enraizaram e, com estacas semilenhosas, coletadas em janeiro, a mortalidade foi total. Em todos os experimentos foram utilizadas estacas sem folhas.

Na estaquia da quaresmeira *Tibouchina sellowiana*, realizada por Bortolini (2006), testando doses de AIB na primavera, foi verificada maior mortalidade de estacas (40%) sem o uso do AIB, em relação a 1500 e 3000 mg L⁻¹. Porém, estudando outra espécie de

quaresmeira (*Tibouchina pulchra*), Knapik et al. (2003) não observaram influência dos tratamentos na mesma época de estaquia, com média de 30% de mortalidade. No outono, por sua vez, diferenças entre os tratamentos não foram observadas pelos autores, com mortalidades de 60,4% (BORTOLINI, 2006) e 54,3% (KNAPIK et al., 2003).

Neves et al. (2006), em Colombo, Paraná, entre outubro de 2003 e dezembro de 2004, estudaram o enraizamento da corticeira-da-serra utilizando estacas herbáceas, semilenhosas e de rebrote, retiradas de plantas adultas, e estacas de mudas obtidas sexuadamente com sete meses de idade (50 cm de altura). A pesquisa foi conduzida nas quatro estações do ano, exceto com as estacas semilenhosas, avaliadas apenas no inverno. Foram testadas, ainda, três concentrações de AIB (0, 1500 e 3000 mg L⁻¹), utilizando como substrato vermiculita de granulometria média. Exceto nas estacas semilenhosas, foram mantidos dois pares de folhas reduzidas pela metade. Os resultados demonstraram que a época de coleta e o tipo de estaca interferiram na porcentagem de sobrevivência e enraizamento, mas os tratamentos com AIB não apresentaram efeito significativo.

Segundo os mesmo autores, as estacas oriundas de mudas foram as que proporcionaram maior sobrevivência (60,9%, 86,9% e 76,4%) e taxa de enraizamento (47,6%, 73,3% e 56,9%), nas respectivas estações (primavera, verão e outono), com destaque para as coletadas no verão, avaliadas após 45 dias. As estacas de rebrotos coletadas no verão apresentaram resultados inferiores, mas com algum destaque, resultando em 48,5% de sobrevivência e 20,4% de enraizamento. Por sua vez, a sobrevivência das estacas herbáceas e

semilenhosas variou de 9,8% a 39,9%, e o enraizamento entre 0% e 5,8%, avaliadas após 80 dias.

Os resultados obtidos, especialmente com as estacas de mudas, superam aos obtidos no presente trabalho, sendo necessário ressaltar, como diferenciais importantes, que as mudas utilizadas por Neves et al. (2006) eram mais jovens e foram mantidos dois pares de folhas pela metade nas estacas, o que deve ter contribuído para o melhor resultado. Conforme Fachinello et al. (2005), possivelmente estacas provenientes de plantas mais jovens apresentam maior possibilidade de enraizamento pelo menor conteúdo de inibidores e aumento do conteúdo de cofatores. Por sua vez, a presença de folhas nas estacas contribuem com a produção de fotoassimilados, auxinas e cofatores (HARTMANN et al. 2002).

Esta observação pode ser confirmada pelos próprios resultados obtidos por Neves et al. (2006), que verificaram maior retenção das folhas nas estacas oriundas de mudas e de rebrota, que justamente tiveram melhores resultados de enraizamento.

A manutenção de um par de folhas reduzidas em 1/3, em miniestacas (3 cm a 5 cm) de *E. falcata* coletadas de minicepas cultivadas em sistema hidropônico (areia), proporcionou, após 30 dias, conforme Cunha et al. (2003), maior sobrevivência e enraizamento em relação às estacas sem folhas. O substrato utilizado foi casca de arroz carbonizada (35%) + vermiculita fina (30%) + substrato orgânico (30%), sem aplicação de AIB. Wendling et al. (2005) e Cunha et al. (2008), realizando a estaquia da *E. falcata* nas mesmas condições anteriores, porém comparando miniestacas coletadas de minicepas jovens obtidas de sementes cultivadas em hidroponia e em tubetes,

obtiveram alta porcentagem de enraizamento (média de 85,5%), com as mudas prontas para plantio em 4 a 5 meses.

Knapik et al. (2003) e Bortolini (2006), respectivamente com as quaresmeiras *Tibouchina pulchra* e *Tibouchina sellowiana*, observaram estreita relação entre a morte das estacas caulinares e a abscisão das folhas no início do processo, apresentando enraizamento apenas aquelas que mantinham as folhas.

A influência positiva da presença das folhas em estacas caulinares foi constatada por vários autores, com diferentes espécies, como Pio et al. (2004), em estacas herbáceas de figueira, e Mindêllo Neto (2006), com o pessegueiro cv. Charme. Xavier et al. (2003), comparando tipos de mini-estacas caulinares de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) verificaram que as estacas caulinares apicais desfolhadas apresentaram menor enraizamento (37,5%) que as demais, com folhas, as quais variaram de 75% a 100% de enraizamento.

Fochesato et al. (2006), na estaquia do louro (*Laurus nobilis* L.), mantendo 0, 2 ou 4 folhas, obtiveram, após 173 dias, 100% das estacas mortas na ausência de folhas, enquanto com 2 e 4 folhas a mortalidade foi de 16,7% e 11,5%, respectivamente. Os autores atribuíram ao esgotamento das reservas, por ocasião da brotação, e à ausência de hormônios produzidos nas folhas, a mortalidade total das estacas sem folhas. Diante dos resultados obtidos, fica evidente a necessidade de desenvolver outras pesquisas testando, por exemplo, além de épocas de coleta das estacas, comparações entre estacas com e sem folhas, doses e formas de aplicação de AIB e o rejuvenescimento de plantas matrizes, entre outras possibilidades.

3.2 Experimento 2 - Propagação da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia foliar

Na primavera de 2005 as estacas foram mantidas com apenas o folíolo apical reduzido em 50%. Não houve enraizamento, com morte à medida que ocorria a queda do folíolo. A senescência foi rápida, com apenas 45,3% de sobrevivência já aos 21 dias, e aos 34 dias 18,7%, não diferindo os tratamentos nas datas avaliadas (Tabela 3). Após 34 dias a mortalidade continuou, não restando estacas vivas.

Tabela 3 – Porcentagem de estacas foliares vivas de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.), mantendo o folíolo apical reduzido em 50%, aos 21 e 34 dias após a estaquia na primavera, em 01/12/2005, tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS

Doses de AIB (mg L ⁻¹)	Estacas vivas (%)	
	21 dias	34 dias
0	29,6 ^{ns}	14,6 ^{ns}
1000	51,7	16,6
2000	47,9	20,8
3000	52,1	22,9
Médias	45,3	18,7
CV (%)	22,97	32,98
Desvio padrão	15,80	9,63

ns – não significativo a 5 %

Na primavera seguinte, em 2006, a estaquia foliar foi implementada desta vez com a eliminação do folíolo apical e redução

em 50 % do limbo dos dois folíolos laterais. Os resultados foram superiores aos obtidos na primavera anterior, quando foi mantido apenas o folíolo apical, reduzido em 50%. A aplicação de AIB refletiu positivamente na sobrevivência das estacas (Tabela 4). Aos 27 dias após a estaquia, 72,9% das estacas tratadas com 3000 mg L⁻¹ de AIB se mantinham vivas, diferindo apenas da testemunha (33,3%), sem AIB. Aos 43 dias, embora estatisticamente os tratamentos não tenham diferido (média de 43,1%), foi observada a tendência de menor sobrevivência das estacas não tratadas com AIB. Aos 60 dias, como constatado aos 27 dias, as estacas com AIB permaneceram vivas em maior porcentagem (37,5 a 43,7%), em relação à testemunha (10,4%).

Tabela 4 – Porcentagem de estacas foliares vivas de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.), mantendo os dois folíolos laterais reduzidos em 50%, aos 27, 43 e 60 dias após a estaquia na primavera, em 24/11/06, tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS

Doses de AIB (mg L ⁻¹)	Estacas vivas (%)		
	27 dias	43 dias	60 dias
0	33,3 b	22,9 ^{ns}	10,4 b
1000	62,5 ab	52,1	43,7 a
2000	62,5 ab	47,9	37,5 ab
3000	72,9 a	49,9	39,6 a
Médias	57,7	43,1	32,8
CV (%)	16,63	28,42	27,88
Desvio padrão	13,34	17,25	14,44

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância. ns – não significativo a 5 %

Ao final do experimento, verificou-se que o uso do AIB proporcionou um estímulo ao enraizamento das estacas foliares (Tabela 5), não diferindo as doses entre si (37,5% a 45,8%) (Figura 2e e 2f). Nas estacas não tratadas, o enraizamento foi de apenas 8,3%. Por sua vez, a maior massa fresca de raízes foi proporcionada pelo tratamento com 2000 mg L⁻¹ de AIB (0,41 g), não diferindo das demais doses, mas superior ao sistema radicular das estacas testemunhas (0,04 g).

Tabela 5 – Porcentagem de estacas foliares enraizadas de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) e massa fresca de raízes por estaca, mantidos os dois folíolos laterais reduzidos em 50%, aos 60 dias após a estaquia na primavera (24/11/06), tratadas com doses de AIB. FAMV, Passo Fundo, RS

Doses de AIB (mg L⁻¹)	Estacas enraizadas (%)	Massa fresca de raízes (g)
0	8,3 b	0,04 b
1000	37,5 a	0,24 ab
2000	37,5 a	0,41 a
3000	45,8 a	0,27 ab
Médias	22,5	0,24
CV (%)	25,63	55,40
Desvio padrão	11,86	0,13

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Gratieri-Sossela et al. (2008), em Passo Fundo, RS, testando o enraizamento de estacas foliares de corticeira-do-banhado coletadas no verão (primeira semana de março) de plantas jovens e adultas, em substrato de casca de arroz carbonizada (CAC) e solo+CAC+composto orgânico (2:1:1), obteve também baixa porcentagem de enraizamento sem o uso de AIB (1,4%).

O maior sucesso na segunda estaquia, com dois folíolos laterais reduzidos à metade, possivelmente está associado à maior produção de fotoassimilados, auxinas e cofatores, ainda que tenha havido resposta à aplicação de AIB. Esta justificativa pode ser reforçada comparando com as estacas mantidas com menor área foliar, ou seja, com apenas um folíolo (apical) reduzido à metade, que embora tenha sido a estaquia realizada em outro momento, na primavera de 2005, apresentaram alta mortalidade e ausência de enraizamento.

Por sua vez, o maior potencial de enraizamento das estacas foliares, corrobora para destacar a importância da presença de folhas também nas estacas caulinares, que por terem sido retiradas, muito possivelmente tenham prejudicado o enraizamento das estacas caulinares testadas nesta pesquisa, e que foram destacadas por vários autores, como Cunha et al. (2003), Wendling et al. (2005), Neves et al. (2006) e Cunha et al. (2008), com a corticeira-da-serra, e Knapik et al. (2003) e Bortolini (2008), com as quaresmeiras.

O efeito benéfico das folhas é relatado por Hartmann et al. (2002), citando que a presença pode proporcionar melhor enraizamento, pois são fontes de promotores de enraizamento (auxinas e cofatores) e de fotoassimilados. O excedente da síntese de energia e

nutrientes, deduzindo os gastos no processo respiratório, é canalizado para a iniciação e o desenvolvimento do sistema radicular. Porém, ressaltam que a presença de folhas pode ser importante no enraizamento, mas a retenção de folhas é mais uma consequência do enraizamento que um pré-requisito para que o mesmo ocorra.

Apesar do relativo sucesso no enraizamento de estacas foliares, comparativamente com as estacas caulinares, não foi verificada nenhuma estaca brotada durante o período de realização da estaquia, o que sugere a inexistência ou impossibilidade das folhas formarem gemas vegetativas capazes de regenerarem uma planta.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que a pesquisa foi conduzida, pode-se concluir que:

a) Estacas caulinares herbáceas sem folhas de corticeira-da-serra apresentam elevada mortalidade e ausência de enraizamento na estaquia em final de primavera e início de outono, com sobrevivência pouco maior no outono, em razão das temperaturas mais amenas.

b) Estacas foliares mantendo dois folíolos laterais reduzidos à metade, com aplicação de AIB, apresentam enraizamento médio de 35,4%, mas a ausência de brotações sugere a inexistência ou impossibilidade de formarem gemas vegetativas capazes de regenerarem uma planta.

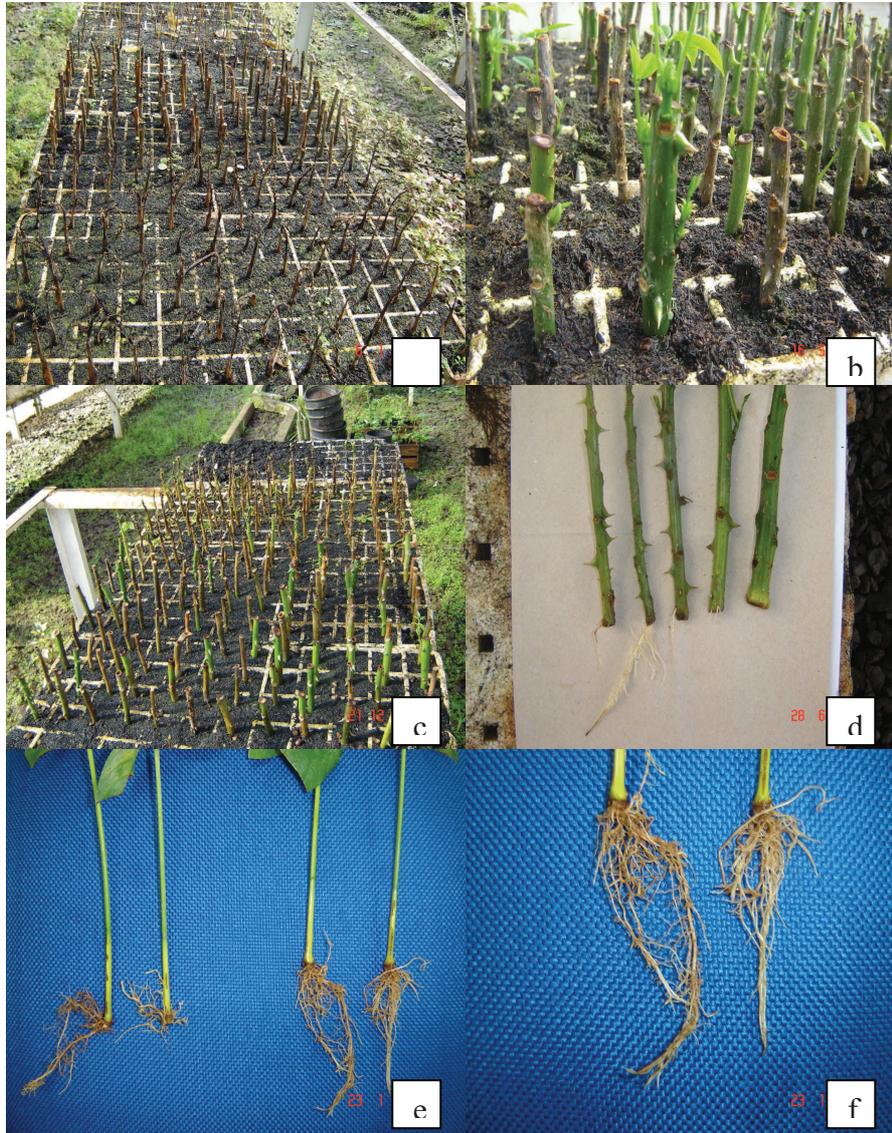


Figura 2 – Estacas caulinares da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) mortas no experimento de 03/12/2006 (a); estacas brotadas (b); mortalidade das estacas caulinares no experimento de 13/04/2006 (c); enraizamento de estacas caulinares (d); enraizamento das estacas foliares com dois folíolos em 24/11/2006 (e,f). FAMV, Passo Fundo, RS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A corticeira-da-serra é, sem dúvida, uma espécie de extraordinário valor ornamental, ainda muito pouco utilizada na área urbana e rural. A disponibilidade de mudas é, inquestionavelmente, um enorme entrave para a sua maior utilização.

A realização deste trabalho permitiu constatar que existe na natureza grande variabilidade genética entre as plantas de corticeira-da-serra, evidenciada, por exemplo, pelo comportamento fenológico. Embora não constatado nos genótipos estudados, tem sido verificadas diferenças entre plantas na capacidade de produzir sementes, possivelmente também influenciada pela época de floração e condições ambientais. Portanto, mostra-se necessário a condução de trabalhos de maior abrangência geográfica, bem como o aprofundamento no estudo do mecanismo de autoincompatibilidade que esta espécie apresenta.

Na propagação da espécie, os trabalhos conduzidos e outros consultados indicam que a juvenilidade das matrizes e a presença de folhas nas estacas são fatores determinantes no sucesso da propagação por estaquia. Porém, outros trabalhos devem ser conduzidos no sentido de aprimorar a técnica e elevar a porcentagem de estacas enraizadas, como: a aplicação do AIB em outras concentrações e tempos de imersão; a utilização do AIB em pó; e o emprego de outras substâncias com capacidade de induzir raízes. Também as técnicas de alporquia e mergulhia de cepa merecem alguns estudos de viabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A.C; CALDAS, L.S; BUSO, J. A. *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq, v.1, 1998. 261p.

BODANESE-ZANETTINI, M. H.; LAUXEN, M. S. da. Reprodução sexual nas angiospermas. In: FREITAS, L. B. de; BERED, F. (Org.). *Genética & Evolução Vegetal*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. p.13-27.

BORTOLINI, M. F. *Uso do ácido indol butírico na estaquia de Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências/Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CARPANEZZI, A.A.; TAVARES, F.R.; SOUSA, V.A. de. *Estaquia de corticeira-do-banhado (Erythrina crista-galli L.)*. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 6p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 64).

CARVALHO, P.E.R. *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v.2. 1036p.

CUNHA, A. C. M. C. M. da; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. *Influência da presença ou ausência de folhas no enraizamento de miniestacas de corticeira-do-mato (Erythrina falcata Benth) obtidas em sistema hidropônico*. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 5p. (Comunicado Técnico, 89).

CUNHA, A. C. M. C. M. da; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.18, n.1, p.85-92, 2008.

CUNHA, G. R. *Meteorologia: fatos e mitos*. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1997. 268 p.

DURIGAN, G.; DIAS, H. C. de S. Abundância e diversidade da regeneração natural sob mata ciliar implantada. *Silvicultura*, São Paulo, n.42, v.3, p.308-312, 1990.

EMBRAPA. *Corticeira-do-seco (Erythrina falcata Benth.)*. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 2p. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/folders/CorticeiraSeco_2004.pdf>. Acesso em: 08 set. 2008.

ETCHEVERRY, A. V.; ALEMÁN, C. E. T. Reproductive biology of *Erythrina falcata* (Fabaceae: Papilionoideae). *Biotrópica*, v.37, p.54-63, 2005.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. *Propagação de plantas frutíferas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FERMINO, M. H; BELLÉ, S. Substratos hortícolas. In: PETRY, C. (Org.) *Plantas ornamentais: aspectos para produção*. Passo Fundo: Ed. Universitária, 2000. p.29-40.

FOCHESATO, M. L.; MARTINS, F. T.; SOUZA, P. V. D.; SCHWARZ, S. F.; BARROS, I. B. I. Propagação de louro (*Laurus nobilis* L.) por estacas semilenhosas com diferentes quantidades de folhas e tratadas com ácido indolbutírico. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v.8, n.3, p.72-77, 2006.

GRATIERI-SOSSELLA, A.; PETRY, C.; NIENOW, A. A. Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (FABACEAE) pelo processo de estaquia. *Revista Árvore*, v.32, n.1, p.163-171, 2008.

GROLLI, P. R. Propagação de plantas ornamentais. In: PETRY, C. (Org.) *Plantas ornamentais: aspectos para produção*. Passo Fundo: Ed. Universitária, 2008. p.41-51.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. *Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practices*. 7.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. (Coord.). *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agropecuária, 2000. p.45-72.

KNAPIK, J. G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. Influência da época de coleta e da aplicação de ácido indol butírico na propagação por estaquia da *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (quaresmeira). *Iheringia*, Porto Alegre, v.58, n.2, p.171-179, 2003.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Ed. Rima. 2000.

LIMA, N. A. S.; VIEIRA, M. F.; OKANO-CARVALHO, R. M.; ALVES, A. Cleistogamia e *Ruellia menthoides* (Nees) Hiern e *Ruellia brevifolia* (Pohl) C. Ezcurra (Acanthaceae) em fragmento florestal do sudeste do brasileiro. *Acta Botânica Brasileira*, São Paulo, v.19., n.3, 2005.

LONGHI, R. A. *Livro das árvores: árvores e arvoretas do sul*. Porto Alegre: Ed. L e PM.1995. p.79-82.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras*. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 1. p.219.

MELLETTI, L. M. M.; TEIXEIRA, L. A. J. Propagação de plantas. In: MELLETTI, L. M. M. (COORD.) *Propagação de frutíferas tropicais*. Guaíba: Agropecuária, 2000. p.13-49

MINDÉLLO NETO, U. R. Estaquia herbácea de pessegueiro cv. Charme, em função de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e número de folhas. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.12, n.1, p.27-29, 2006.

NEVES, T. dos S.; CARPANEZZI, A.A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variação sazonal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.12, p.1699-1705, 2006.

PAIVA, H. N. de; GOMES, J. M. *Propagação vegetativa de espécies florestais*. Viçosa: UFV, 2001. 46 p. (Série Cadernos Didáticos, 83).

PETRI, J. L.; PALLADINI, L.A.; POLA, A. C. Dormência e indução da brotação da macieira. In: EPAGRI. *A cultura da macieira*. Florianópolis: Epagri, 2002. p.261-298.

PIO, R.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; GONTIJO, T. C A.; TOLEDO, M.; CARRIJO, E. P. Presença de folhas e gema apical no enraizamento de estacas herbáceas de figueira oriundas de desbrota. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.10, n.1, p.51-54, 2004.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. EICHHORN, S. E. *Biologia vegetal*. 6.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 2001. 728 p. IL.

TONDELLO, V. M.; COELHO, M. de F. B.; PEDRALLI, G. Estudos fenológicos em *Lafoensia pacari* ST. HIL. (Lythraceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. 49., 1998, Salvador. *Resumos...* Salvador: Sociedade Brasileira de Botânica, 1998.

TORRES, R. B.; MATTHES, L. A. F.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. Espécies florestais nativas para plantio em áreas de brejo. *O Agrônomo*, Campinas, v.44, n.1/3, p.13-16, 1992.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. *Produção de mudas de corticeira-do-mato por miniestaquia a partir de propágulos juvenis*. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 5p. (Comunicado Técnico, 130).

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. dos; OLIVEIRA, M. L. de. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). *Revista Árvore*, Viçosa, v.27, n.3, p.351-356, 2003.

ZANETTINI, M. H. B. Sistemas de incompatibilidade. In: FREIRAS, L. B. de; BERED, F. *Genética e evolução vegetal*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2003. p.57-70.