

Desenvolvimento de Estacas de *Raulinoa echinata* R.S.Cowan, Espécie Endêmica do Vale do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina, Brasil

Adriano Antonio Darosci¹, Alexandre Uhlmann²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG

²Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - Embrapa Florestas

RESUMO

Espécies endêmicas desempenham papel importante na preservação dos ambientes naturais. As matas ciliares são locais de endemismo e são importantes para a manutenção de todo um aporte hídrico. *Raulinoa echinata* é uma espécie endêmica das matas ciliares do rio Itajaí-Açu. A partir de indivíduos adultos dessa espécie, foram produzidas estacas com comprimentos similares. O trabalho teve duas fases: a primeira com seis tratamentos, testando a resposta da espécie a diferentes concentrações de água e a diferentes substratos; e a segunda com oito tratamentos, testando a resposta da espécie a diferentes concentrações de água, a presença de injúrias nas estacas e a tipos de estacas (basal ou apical). A presença da água foi significativa apenas na primeira fase do trabalho, quando associada ao substrato organossolo. Já na segunda fase, diferenças significativas apenas entre as estacas basais e apicais. Os resultados obtidos não descartam o uso da estaquia para a conservação da espécie.

Palavras-chave: propagação, ciliar, endemismo.

Development of Stem Cuttings of *Raulinoa echinata* R.S.Cowan, Endemic Species from the Itajai-Açu River Valley, State of Santa Catarina, Brazil

ABSTRACT

Endemic species play an important role in the preservation of natural environments. Riparian forests are common places for endemism and are important for keeping water supply. *Raulinoa echinata* is an endemic species from the riparian forest of the Itajai-Açu River. Stem cuttings of similar length were produced from adult individual trees. This study was divided in two phases: the first phase comprised six treatments with species response assessment in different water concentrations and substrates; the second phase comprised eight treatments with species response assessment in different water concentrations, presence of injuries in the stem cuttings and apical and basal cutting types. The different water concentrations were significant just for the first phase, when associated with histosol substrate. In the second phase, there were significant differences only between the types of stem cuttings (apical or basal). The results obtained do not preclude the use of stem cuttings for the species conservation.

Keywords: propagation, riparian, endemism.

1. INTRODUÇÃO

Espécies endêmicas apresentam uma forte relação ambiente-espécie, em razão da alta especificidade ao habitat e da alta especialização ecológica (Casazza et al., 2005). O endemismo pode estar relacionado com uma história de distúrbios extremos (geológicos e climáticos) vivida no passado, o que permitiu às espécies se isolarem em seus ambientes, tornando-os mais ricos em espécies (Casazza et al., 2005) ou não (Médail & Verlaque, 1997). Além disso, em seus ambientes, as espécies endêmicas podem constituir uma íntima relação ecológica com outras espécies endêmicas, como, por exemplo, os insetos (Prado & Lewinsohn, 2000). Dessa forma, o fato de um endemismo ocorrer em um ambiente o torna também único.

Plantas endêmicas e respectivos ambientes estão ameaçados, especialmente pelo desenvolvimento humano (Cancino et al., 1995; Casazza et al., 2005), acompanhado da competição com plantas exóticas (Casazza et al., 2005), da perda do habitat (Cancino et al., 1995) e da pouca flexibilidade ecológica apresentada por essas espécies (Kruckeberg & Rabinowitz, 1985). Medidas práticas para a conservação devem ser aplicadas antes que ocorra a regressão de endêmicas, preservando as potencialidades adaptativas e evolutivas dessas espécies (Médail & Verlaque, 1997). Entre essas medidas práticas, é possível citar a conservação *in situ* (Médail & Verlaque, 1997), o incentivo à busca de conhecimento (Contreras & Valverde, 2002) e a sua propagação vegetativa, que permite a conservação *ex situ* e o favorecimento de características importantes, como a proteção a patógenos e o aproveitamento dos recursos do ambiente (Eldridge et al., 1994). As técnicas de propagação vegetativa, amplamente utilizadas visando manter espécies de interesse econômico (Ehlert et al., 2004), devem ser utilizadas, também, para a conservação de espécies de interesse ecológico, como é o caso da *Raulinoa echinata* R.S.Cowan (Rutaceae).

Raulinoa echinata é uma espécie endêmica do vale do Itajaí, no Estado de Santa Catarina (Pirani, 2010). Essa espécie é apenas encontrada nas margens rochosas e nas ilhas fluviais do rio Itajaí-Açu, em uma região situada entre os municípios catarinenses

de Indaial e Ibirama, onde boa parte dos indivíduos pode permanecer parcialmente submersa (Cowan & Smith, 1973), quando ocorrem as enchentes (Arioli et al., 2008). Esse ambiente ciliar, de acordo com Rodrigues (2000), é classificado como floresta ombrófila densa ribeirinha com influência fluvial sazonal, visto que a vegetação que margeia o rio não está constantemente inundada. Nessa floresta, a espécie ocorre em agrupamentos densos, quase homogêneos, compondo uma faixa que, em geral, não vai além de cinco metros em relação à linha da margem do rio (Cowan & Smith, 1973). A população de *R. echinata* apresenta, assim, alta densidade local e distribuição restrita, por ser endêmica. Esse tipo de população expressa adaptações às condições ambientais específicas e também restritivas, e são mais vulneráveis à extinção em curto prazo (Durigan et al., 2000). A espécie figura na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2008).

Os estudos sobre *R. echinata* tornam-se ainda mais relevantes quando se considera, também, o fato de a espécie possuir limonóides com ação inibitória sobre a forma tripomastigota de *Trypanosoma cruzi* e farmacológica, com ação analgésica (Biavatti et al., 2002).

As matas ciliares ou florestas ripárias garantem a estabilidade das áreas que margeiam os rios, evitando o assoreamento de reservatórios, a erosão e o empobrecimento do solo que, por sua vez, ocasionam redução da biodiversidade local (Carrenho et al., 2001). Trata-se de sistemas frágeis à ação do homem e vêm sendo erradicadas em várias partes do Brasil (Dias-Filho e Carvalho, 2000; Silva et al., 2011). As constantes cheias, às quais estão submetidas as plantas de matas ciliares, podem estimular a reprodução assexuada (Bo et al., 2006) e promover alterações visíveis na fisiologia (Lytle & Poff, 2004).

Observações realizadas no local de ocorrência da *R. echinata* permitiram constatar que a espécie pode ser capaz de se propagar vegetativamente, produzindo ramificações prostradas que podem desenvolver estruturas tuberosas capazes de desenvolver novos ramos aéreos e prostrados. Darosci & Paulilo (2011) perceberam que *R. echinata* pode dispersar suas sementes por autocoria, ejetando suas sementes a

longas distâncias quando ocorre a deiscência dos frutos. Os mesmos autores perceberam, ainda, que as sementes possuem capacidade de flutuação, suscitando, assim, dispersão, também, por hidrocoria, e que, quando submetidas à germinação na água e no escuro, não apresentaram altas taxas de germinação (40 e 53%, respectivamente). Testes feitos em laboratório mostraram que a reprodução por meio de sementes e plântulas não foi eficiente para *R. echinata*, visto que apenas 20% de sementes germinadas se tornaram plântulas (Darosci & Paulilo, 2011).

A preservação de uma espécie pode estar relacionada com a preservação de todo um ambiente, ainda mais se essa espécie for endêmica. Alguns programas destinados à recuperação de matas ciliares realizam o plantio de espécies nativas, cultivadas em viveiros e transplantadas para o campo (Carrenho et al., 2001). Porém, o sucesso de reflorestamento, com espécies nativas, de áreas degradadas depende da aquisição de um conhecimento prévio a respeito das respostas dessas espécies às condições impostas pelo ambiente (Gonçalves et al., 2010).

A estaquia corresponde a um processo que promove o enraizamento de alguma parte da planta: ramos, raízes ou folhas (Ferrari et al., 2004). Estudos em propagação vegetativa por meio de estaquia têm-se concentrado na verificação dos melhores tipos de estaca e nos substratos mais adequados para o enraizamento (Costa et al., 2007; Kratz et al., 2010), visto que a formação de raízes em estacas é influenciada por um grande número de fatores, que podem atuar isoladamente ou em conjunto (Bastos et al., 2004). Souza & Lima (2005) citam, ainda, como fatores que influenciam no processo de estaquia, a sazonalidade, o diâmetro das estacas, o estado nutricional e a fenofase das plantas matrizes.

O presente estudo visou conhecer o comportamento do desenvolvimento de diferentes tipos de estacas de *R. echinata* quando submetidas a diferentes condições de estresse ambiental, como o substrato e a ausência ou excesso de água. O conhecimento sobre espécies de mata ciliar é importante quando se almeja a restauração dessas áreas e a preservação das espécies que ali ocorrem (Carvalho et al., 2009). Apesar disso, poucos são

os trabalhos sobre *R. echinata* disponíveis na literatura, sendo apenas os trabalhos de Arioli et al. (2008) e Darosci & Paulilo (2011), que relacionam a que relacionam a espécie com as características ambientais da mata ciliar, mas nenhum estudo sobre a propagação vegetativa da mesma.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta de dados

O trabalho foi dividido em duas fases. Tanto na primeira quanto na segunda fase, os ramos de *R. echinata* foram coletados, aleatoriamente, de uma mesma população natural localizada no município de Ibirama, às margens do rio Itajaí-Açu, Estado de Santa Catarina. Foram realizadas duas coletas de ramos, uma para cada fase do trabalho: a primeira coleta ocorreu no mês de março de 2005 e a segunda, no mês de outubro de 2005. As estacas possuíam dimensões de aproximadamente 25 cm de comprimento e entre 2 e 3 cm de diâmetro, e não apresentavam folhas. Para a segunda fase, foi preciso separar as estacas originadas dos ramos apicais daquelas originadas dos ramos basais.

2.2. Primeira fase

Na primeira fase, foram testados dois tipos de substrato (areia e organossolo), e três quantidades diferentes de água nos vasos plásticos de jardinagem que foram utilizados para acomodar o substrato e as estacas: sem saturação hídrica (0% do volume do pote preenchido por água), com saturação hídrica parcial (50% do volume do pote preenchido por água) e com saturação hídrica plena (100% do volume do pote preenchido por água).

Todas as estacas eram fixadas em vasos plásticos de jardinagem, com capacidade para meio litro, já preenchidos com substrato esterilizado em autoclave a 120 °C. Vasos plásticos de jardinagem, com capacidade para dois litros, foram utilizados apenas nos tratamentos que apresentavam água: saturação hídrica parcial e plena. Os vasos de meio litro eram colocados no interior dos vasos de dois litros para então serem preenchidos com água. Os vasos de dois litros eram vedados com massa de calefação a fim de se manter sempre a mesma quantidade de água

nos vasos correspondentes aos tratamentos com saturação contínua. Esse controle da quantidade de água era feito a cada dois dias, quando toda a água estocada nos vasos era renovada. Também, a cada dois dias, os vasos do tratamento sem saturação eram regados com quantidade de água suficiente para saturar temporariamente o substrato. Todos os tratamentos possuíam, cada um, dez vasos, distribuídos aleatoriamente.

Os tratamentos foram mantidos em casa de vegetação aberta nas laterais, sem controle sob as condições naturais de temperatura e umidade do ambiente.

2.3. Segunda fase

Na segunda fase, foram testadas: duas quantidades diferentes de água nos vasos (sem saturação hídrica, ou seja, 0% do volume do pote preenchido por água, e com saturação hídrica de 100% do volume do pote preenchido por água); duas origens diferentes das estacas (ramos basais e ramos apicais); e a presença ou não de dano (lesão causada por quatro leves batidas de martelo) na extremidade basal das estacas. Constituíram-se, então, oito tratamentos, em fatorial $2 \times 2 \times 2$, distribuídos em cinco blocos completamente casualizados, sendo 16 vasos por bloco e dois vasos por tratamento. Para essa fase, optou-se por não avaliar a influência do substrato; assim, o substrato areia foi escolhido por ser pobre em nutrientes (Fachinello et al., 1995) e, além disso, ser de fácil obtenção.

Assim como na primeira fase, o substrato utilizado foi esterilizado em autoclave a 120 °C, com a utilização dos mesmos vasos plásticos de meio e de dois litros, sendo adotado o mesmo procedimento para se obter a saturação hídrica contínua. O controle da quantidade de água e o procedimento de regas também são os mesmos descritos para a primeira fase. A casa de vegetação onde o experimento foi mantido também é a mesma da primeira fase.

Todas as avaliações, nas duas fases, foram feitas a cada dois dias durante dois meses, quantificando o número de brotos e anotando a data em que cada broto surgia. Passado esse período, as estacas eram retiradas do substrato, a fim de analisar a ocorrência do enraizamento e secá-las em estufa (60 °C durante 48 horas). Após a secagem, os brotos formados eram

extraídos e a massa seca desses brotos era obtida em balança de precisão (Ohaus®, modelo Adventurer).

2.4. Análise dos dados

Para avaliar os resultados (número de brotos e massa seca dos brotos de cada tratamento), foram utilizados o teste não paramétrico de Wilcoxon, considerando-se a presença dos blocos na segunda fase, e o teste F, a fim de verificar se existiam diferenças entre os tratamentos descritos. Procedeu-se também a Análise da Variância Bifatorial, a fim de buscar a interação entre os fatores. O comportamento do processo de emissão de brotações foi avaliado adaptando cálculos para a germinação, propostos por Santana & Ranal (2000): I.V.B. = $\frac{\sum n_i}{t_i}$, índice de velocidade de emissão de brotações, cuja unidade é brotos/dia, e $t(\text{tempo}) = \frac{\sum n_i \times t_i}{\sum n_i}$ tempo médio para o início da emissão de brotações, cuja unidade é dias, sendo, n_i = número de brotos novos no enésimo dia; t_i = quantidade de dias decorridos desde o dia do início do experimento até o dia da emissão de brotações.

Para a segunda fase do trabalho, foram avaliadas também as correlações entre o diâmetro das estacas e o número de brotos, e entre o diâmetro das estacas e a massa seca dos brotos, por meio dos gráficos de regressão linear. Para a realização dos testes estatísticos citados, gráficos e cálculos, foram usados o programa Microsoft Office Excel, versão 2003 (Microsoft Corporation, 2003) e o programa JMP, versão 5.1.2 (SAS Institute, 2004).

3. RESULTADOS

3.1. Primeira fase

O IVB (brotos/dia) aparenta ser maior nos tratamentos com saturação hídrica (100%), sendo o substrato areia aquele em que, possivelmente, a emissão de brotações é mais contínua (brotos/dia). Porém, foi no substrato organossolo, sem saturação hídrica (0%), que os brotos, aparentemente, surgiram primeiro [$t(\text{tempo})$](Tabela 1).

A presença de água não foi importante para diferenciar, em número de brotos, os três tratamentos com substrato areia. Isso ocorreu apenas

Tabela 1. Influência dos tratamentos “substrato × quantidade de água” na emissão de brotações em estacas de *Raulinoa echinata* R.S. Cowan, considerando o índice de velocidade de emissão de brotações (IVB), o tempo médio para o início da emissão de brotações [t (*tempo*)], a quantidade de brotos e a massa seca total dos brotos (g) (letras iguais na linha indicam que os valores não diferem estatisticamente segundo o teste de Wilcoxon) (N.S. = 5%).

Table 1. Influence of treatments “substrate × amount of water” on the emergence of shoots in stem cuttings of *Raulinoa echinata* R.S. Cowan, considering the speed rate of emission of shoots (I.V.B), average time to start of emission of shoots (t (*tempo*)), the amount of shoots and total dry mass of shoots (g) (Same letters in the same line indicate that values are not statistically different according to test of Wilcoxon) (S.L. = 5%).

	Areia - 0%	Areia - 50%	Areia -100%	Organossolo - 0%	Organossolo -50%	Organossolo -100%
IVB (brotos/dia)	2	1,71	3,29	0,27	0,77	2,77
t (<i>tempo</i>) (dias)	17,44	18,12	17,14	11	18,5	22,25
Quantidade de brotos	32 ^{ab}	26 ^{ab}	43 ^a	3 ^c	12 ^b	36 ^a
Massa seca total dos brotos (g)	0,0569 ^{bc}	0,2336 ^{ab}	0,7284 ^a	0 ^{*c}	0 ^{*c}	0,4663 ^{ab}

*Valores inexpressivos ou não possíveis de se obter por causa do tamanho dos brotos.

com os tratamentos com substrato organossolo, que apresentaram maior quantidade de brotos de acordo com a maior quantidade de água. O único tratamento com substrato organossolo que apresentou quantidade de brotos equivalente aos tratamentos com substrato areia foi aquele que estava submetido à saturação hídrica plena (100% de água). A água, ao se considerar apenas sua total ausência (0%) e sua saturação (100%), influenciou no desenvolvimento de brotos, com maior massa seca total em ambos os substratos que apresentavam saturação hídrica (Tabela 1).

Não houve interação entre os fatores (substratos e concentrações de água), não havendo valores significativos nem para a quantidade de brotos ($F = 0,963$; $P = 0,388$), nem para a massa seca dos brotos ($F = 0,222$; $P = 0,801$).

3.2. Segunda fase

Houve diferença estatística entre os valores da segunda fase do trabalho, obtidos com os diferentes tratamentos, para a quantidade de brotos ($F = 5,8912$; $P < 0,01$; N.S. = 5%), porém não para a massa seca dos brotos ($F = 2,16$; $P = 0,0696$; N.S. = 5%). Já o teste de Wilcoxon revelou diferença estatística entre os valores obtidos com os diferentes tratamentos, tanto para a quantidade de brotos quanto para a massa seca dos brotos (N.S. = 5%).

É possível notar que os brotos nos tratamentos com estacas de ramos apicais surgem mais brevemente [t (*tempo*)] e em maior quantidade ao longo do experimento (IVB) do que aqueles das

estacas de ramos basais. O mesmo vale para os brotos em estacas com dano ao serem comparados com aqueles em estacas sem dano. A água apenas aparentou não influenciar nos tratamentos que não apresentavam dano e com estacas apicais, ao se considerar o IVB, sendo o excesso de água favorável para o desenvolvimento dos brotos apenas nos tratamentos com estacas apicais e com a presença do dano (Tabela 2).

Os maiores valores para a quantidade de brotos foram registrados em tratamentos com estacas apicais e os menores, em tratamentos com estacas basais. Porém, em relação à massa seca total dos brotos, os tratamentos com ramos apicais e ramos basais não diferiram quando não apresentavam saturação hídrica (100%). Vale ressaltar que o tratamento com saturação hídrica e com estacas basais sem o dano não apresentou nenhum broto (Tabela 2).

Podem-se somar a esses resultados as diferenças encontradas entre os valores para a quantidade de brotos e entre os valores para a massa seca dos brotos apenas nos tratamentos com ramos apicais e basais, sendo que os ramos apicais foram aqueles com a maior quantidade de brotos e com a maior massa seca dos brotos (Tabela 3).

O teste ANOVA bifatorial demonstrou não haver interação entre os tratamentos da segunda fase do trabalho, tanto para a quantidade de brotos quanto para a massa seca dos brotos (Tabela 4).

A média do diâmetro das estacas da segunda fase do trabalho foi de 1,15 cm ($\pm 0,206$) para as apicais e de 2,73 cm ($\pm 0,404$) para as basais. As correlações

Tabela 2. Influência dos tratamentos “quantidade de água × injúria × origem da estaca” na emissão de brotações em estacas de *Raulinoa echinata* R.S. Cowan, considerando o índice de velocidade de emissão de brotações (IVB), o tempo médio para o início da emissão de brotações [$t(\text{tempo})$], a quantidade de brotos e a massa seca total dos brotos (g) (letras iguais na linha indicam que os valores não diferem estatisticamente segundo o teste de Wilcoxon) (N.S. = 5%).

Table 2. Influence of treatments “amount of water × injury × source of cuttings” on the emergence of shoots in stem cuttings of *Raulinoa echinata* R.S. Cowan, considering the speed rate of emission of shoots (I.V.B), average time to start of emission of shoots ($t(\text{tempo})$), the amount of shoots and total dry mass of shoots (g) (Same letters in the same line indicate that values are not statistically different according to test of Wilcoxon) (S.L. = 5%).

	100% - Dano - Base	100% - Dano - Ápice	100% - Sem dano - Base	100% - Sem dano - Ápice	0% - Dano - Base	0% - Dano - Ápice	0% - Sem dano - Base	0% - Sem dano - Ápice
IVB (brotos/dia)	0,054	1,9	0	0,85	0,107	1,28	0,114	0,715
$t(\text{tempo})$ (dias)	55,67	22,175	0	31,42	38	38,85	35,25	30,8
Quantidade de brotos	3 ^{bc}	40 ^a	0 ^c	24 ^{ab}	4 ^{bc}	33 ^a	4 ^{bc}	20 ^{ab}
Massa seca total dos brotos (g)	0,0048 ^c	1,4393 ^a	0 ^c	0,7357 ^{ab}	0,2868 ^{abc}	1,3021 ^{ab}	0,2037 ^{bc}	0,5427 ^{abc}

Tabela 3. Quantidade de brotos e massa seca total dos brotos (g) das estacas de *Raulinoa echinata* R.S. Cowan, considerando a presença (100%) ou não (0%) de água, a presença (Dano) ou não (Sem dano) de dano e a origem basal (Base) ou apical (Ápice) das estacas nos diferentes tratamentos (letras diferentes na linha denotam diferença estatística segundo o teste F) (N.S. = 5%).

Table 3. Number of shoots and total dry mass of the shoots (g) of the stem cuttings of *Raulinoa echinata* R.S. Cowan, relating the presence (100%) and the absence (0%) of water, the presence (Injury) and absence (Less injury) of injury and the stem basal cuttings (Basal) and stem apical cuttings (Apical) with the different treatments (Different letters in the same line mean values statistically different according to test F) (S.L. = 5%).

	100%	0%	Total
Quantidade de brotos	67 ^a	61 ^a	128
Massa seca total dos brotos (g)	2,1798 ^a	2,3353 ^a	4,5151
	Dano	Sem dano	Total
Quantidade de brotos	80 ^a	48 ^a	128
Massa seca total dos brotos (g)	3,033 ^a	1,482 ^a	4,515
	Base	Ápice	Total
Quantidade de brotos	11 ^a	117 ^b	128
Massa seca total dos brotos (g)	0,4953 ^a	4,0198 ^b	4,5151

Tabela 4. Valores de F e de P para a quantidade de brotos e para a massa seca total dos brotos (g) das estacas de *Raulinoa echinata* R.S. Cowan, segundo o teste ANOVA bifatorial entre os tratamentos 100 e 0 % água, Com e Sem dano, e Base e Ápice (N.S. = 5%).

Table 4. Values of F and of P to the number of shoots and to the total dry mass of the shoots (g) of the stem cuttings of *Raulinoa echinata* R.S. Cowan, according the ANOVA bifactorial with the treatments 100 and 0% water; Injury and less injury; and Stem basal cuttings and stem apical cuttings (S.L. = 5%).

	Quantidade de brotos	Massa seca total dos brotos (g)
100 e 0% água × Com e sem dano; Base e Ápice	F = 0,28; P = 0,82	F = 0,18; P = 0,91
Com e sem dano × 100 e 0% água; Base e Ápice	F = 0,80; P = 0,50	F = 0,51; P = 0,68
Base e Ápice × 100 e 0% água; Com e sem dano	F = 0,96; P = 0,43	F = 0,70; P = 0,56

lineares entre o diâmetro das estacas e a quantidade de brotos, e entre o diâmetro das estacas e a massa seca dos brotos não foram significativas ($r^2 < 0,01$ e $r^2 = 0,02$, respectivamente).

Em nenhum dos tratamentos das duas fases, foi observado o enraizamento das estacas; contudo, foi possível visualizar a presença de lenticelas nas regiões submersas das estacas.

4. DISCUSSÃO

Em nenhuma das fases do trabalho, houve a formação e o desenvolvimento de raízes ou de calos nas estacas de *Raulinoa echinata*; porém, a emissão de brotações foi considerável nas duas fases. A espécie poderia, assim, tratar-se de uma espécie adaptada às condições de alagamento, visto que tais espécies, para Haddade et al. (2002), apresentam maior produção de matéria verde e aumento da área caulinar. Além disso, para Voeselek et al. (2006) e Lowe et al. (2010), o investimento de biomassa da raiz para os brotos é uma resposta típica de espécies adaptadas aos regimes de cheia das matas ciliares. *Genipa americana* L. (Rubiaceae), quando submetida ao excesso de água, como estratégia de alocação de biomassa, aumentou a massa do caule em relação às folhas e às raízes (Andrade et al., 1999). Por outro lado, *Cytherexylum myrianthum* Cham. (Verbenaceae) aumentou a massa das raízes e das folhas, quando submetidas, também, à saturação hídrica (Andrade et al., 1999). Já para Yamamoto et al. (1995), uma característica comum em plantas com tolerância ao alagamento é a formação de raízes adventícias na porção do caule que está submersa. Dessa forma, a exposição das espécies vegetais às diferentes concentrações de água revela diferentes estratégias para a sobrevivência a esse tipo de estresse.

A falta do enraizamento nas estacas de *R. echinata*, nas duas fases do trabalho, pode ser explicada pela submissão destas ao estresse hídrico, visto que este altera vários processos bioquímicos e fisiológicos, que acabam por interferir no comportamento da planta; o estresse hídrico pode, por exemplo, induzir o declínio da taxa de crescimento e de desenvolvimento (Carvalho & Ishida, 2002). O estresse hídrico, por falta de água, leva à formação de vários radicais livres (superóxido,

peróxido de hidrogênio e radicais hidroxila), capazes de reagir diretamente com a membrana lipídica celular, desativando enzimas e degradando ácidos nucleicos, o que leva à morte celular (Mittler, 2002). A falta de água também tem ação inibitória sobre a formação de gemas (Kozłowski & Pallardy, 1997). Já o estresse por excesso de água, em uma prolongada inundação, prejudica o crescimento e a formação de novas raízes (Kozłowski, 2002).

O substrato também pode influenciar na formação das raízes, já que, para Lima et al. (2003), os substratos com maior capacidade de retenção de água, maior espaço poroso e menor densidade são aqueles que permitem o bom desenvolvimento das raízes; nota-se que o substrato areia não apresenta tais características (Bona et al., 2005). Além disso, o enraizamento de estacas necessita da ativação dos meristemas radiculares a partir de tecidos relacionados ao tecido vascular, o que irá depender da espécie, do genótipo e do nível de maturação da planta doadora (Malavasi, 1994); ressalta-se que quanto mais adulta a planta doadora, mais difícil será o enraizamento da estaca (Ferrari et al., 2004). O grau de lignificação dos tecidos pode influenciar como barreira física ao enraizamento, considerando-se que quanto mais lignificado o tecido, menor o nível de auxina, pelo fato de a peroxidase ser a enzima responsável pela síntese da lignina e pela degradação da auxina (Hartmann et al., 2002).

Para Costa-Filho et al. (2006), estacas com uma maior disponibilidade hídrica podem apresentar um número maior de brotos. Contudo, a quantidade de água foi importante na quantidade dos brotos apenas na primeira fase do trabalho e apenas no substrato organossolo, em que uma maior quantidade de água produziu uma maior quantidade de brotos (Tabela 1). Dias-Filho & Carvalho (2000) observaram um maior investimento em massa do que em área foliar em espécies de *Brachiaria* submetidas ao excesso de água. Esse comportamento foi observado na primeira fase do trabalho, ao se considerarem as diferenças significativas entre as massas dos brotos das estacas submetidas aos tratamentos Areia 0 e 100% e Organossolo 0 e 100% (Tabela 1). Contudo, na segunda fase do trabalho, as estacas dos tratamentos com saturação hídrica (100%) não produziram brotos com massas superiores àqueles produzidos

pelas estacas dos tratamentos sem saturação (0%) (Tabela 3).

Diferentes tipos de substrato não influenciaram na propagação vegetativa da caramboleira (Bastos et al., 2004) e do atoveran (Costa et al., 2007). Já com as estacas de maniçoba, alguns substratos foram importantes para determinar o desenvolvimento de raízes e outros para o desenvolvimento das partes vegetativas (Ferreira et al., 2010). Ehlert et al. (2004) recomendam o uso de substrato com maior teor de matéria orgânica para o melhor desenvolvimento das estacas de alfavaca-cravo. Apesar disso, na primeira fase do trabalho, o substrato organossolo, com maior teor de matéria orgânica em relação ao outro substrato, areia, foi importante para o desenvolvimento das estacas apenas quando saturado de água (Tabela 1).

R. echinata, aparentemente, possui elevada resistência à flutuação hídrica sazonal típica do seu local de ocorrência, haja vista que a presença ou não de água não teve efeitos significativos no brotamento da espécie (quantidade de brotos e massa seca total dos brotos) na segunda fase do trabalho.

Características dessa espécie que podem estar associadas ao habitat reofítico já foram citadas por Arioli et al. (2008) – tais como cristais de fosfato de cálcio no mesófilo e depósito de suberina nas paredes periclinais internas e anticlinais das células epidérmicas – e por Darosci & Paulilo (2011), como plântulas do tipo cripto-hipógeo-reserva, germinação em água e no escuro, e dispersão balística e hidrocórica.

Na segunda fase do trabalho, as estacas com um maior número de brotos e com uma maior massa seca foram aquelas produzidas a partir de ramos apicais (Tabela 3). Tal resultado talvez se deva ao fato de estas terem sido extraídas de regiões muito próximas ao ápice caulinar, sofrendo, assim, forte ação da dominância apical e apresentando baixo grau de diferenciação em suas células. A quebra da dominância apical sobre esses ramos ocorreu quando se cortou a gema apical (Erig & Schuch, 2002). Para Corrêa & Biasi (2003), são as estacas lenhosas, como as basais utilizadas na segunda fase do trabalho, que podem apresentar células com maior grau de diferenciação; pode-se, assim, ocorrer dificuldade em retomar a condição

meristemática, algo que diminuiria a rapidez de brotação. Fisiologicamente, as brotações são resultantes da interrupção do fluxo de auxina produzida na região apical, cujo desenvolvimento e crescimento apresentam relação íntima com as reservas de hidratos de carbono armazenados na região do sistema radicular. Esse processo químico induz modificações anatômicas na região do câmbio, que favorecem o desenvolvimento dos novos brotos (Souza et al., 1991). Estacas produzidas com os ápices caulinares já foram citadas como aquelas com maior capacidade de enraizamento e de formação de parte aérea (Bona et al., 2005; Garbuio et al., 2007). Valmorbidia et al. (2008), trabalhando com a espécie *Trichilia catigua* A.Juss., recomendam o uso de estacas das porções medianas e apicais dos ramos, e Giampan et al. (2005), no trabalho com mamoeiros, constataram que os brotos das gemas do terço inferior do caule não se desenvolveram bem a ponto de constituírem estacas adequadas à propagação das espécies.

O tratamento com ou sem lesões, na segunda fase do trabalho, não apresentou diferenças significativas no desenvolvimento das estacas de *R. echinata* (Tabela 3). Esse tipo de tratamento já foi citado em outros trabalhos, com poucos brotos formados sob a presença de lesões nas raízes ou nos ramos, em *Diodia virginiana* L. (Rubiaceae) (Baird et al., 1992), e sob a presença de áreas avariadas, em *Araucaria cunninghamii* A.Cunn. (Araucariaceae) (Burrows, 1990). Já Baggio et al. (1989) encontraram que estacas lesionadas produziam mais brotos do que estacas sem lesão, algo que pode ser explicado pela formação de calos e raízes na região lesionada, visto que ocorre até o local o transporte de auxinas, etileno e carboidratos, que estimulam as células a se diferenciarem e, assim, a formarem raízes (Biasi et al., 2000). Estacas com maior percentagem de enraizamento por estarem lesionadas também foram evidenciadas por Souza et al. (1995), trabalhando com ameixeira cultivar Frontier, e por Camolesi et al. (2007), trabalhando com pessegueiro 'Okinawa'. Porém, Bastos et al. (2009) demonstraram que o ferimento na base de estacas de caramboleira prejudicou a formação de raízes.

Apesar de o diâmetro das estacas de *R. echinata* não estar relacionado com o número de brotos e a massa seca total dos brotos, estacas com diâmetros maiores apresentam maior quantidade de reservas, o que pode influenciar no enraizamento e no desenvolvimento dessas estacas (Costa et al., 2007). Estacas de maniçoba com diâmetro maior foram aquelas que apresentaram maior percentual de enraizamento e número de brotos (Ferreira et al., 2010).

Neste trabalho, as estacas de *R. echinata* foram submetidas a um alagamento com água estagnada, o que leva, em relação à água corrente, à perda de benefícios, pois, em água corrente, há maior troca gasosa e suplemento de nutrientes na área radicular e ao longo da coluna de água (Puijalon et al., 2005). Assim, essa perda de benefícios pode ter influenciado em alguns resultados, visto que a hipóxia pode levar à morte das raízes (Coutts, 1982).

A espécie, ainda, apresentou lenticelas na porção submersa em todos os tratamentos submetidos ao alagamento. A formação de lenticelas, quando ocorre a inundação induzida, é muito comum em um grande número de espécies (Kozłowski, 1984). Para Opik (1980), as lenticelas permitem a troca de gases dissolvidos na água e a liberação de compostos tóxicos para o exterior da planta, como acetaldeído, etanol e etileno.

5. CONCLUSÃO

A espécie *R. echinata* demonstrou ser capaz de desenvolver brotos em suas estacas em diferentes concentrações de água e sobre a presença ou não de lesões em seu caule, tendo apresentado os melhores resultados com o substrato areia e com os ramos de origem apical.

Apesar do brotamento, a propagação vegetativa para a espécie *R. echinata*, da forma como foi conduzida no presente trabalho, não se mostrou eficaz em razão da falta do enraizamento em todos os tratamentos. Dessa forma, tornam-se necessários outros estudos para analisar a ontogênese dos brotos e das raízes, levando em consideração alguns aspectos anatômicos e bioquímicos, e a aplicação exógena de reguladores de crescimento sintéticos, os quais elevam o teor de auxinas nos tecidos.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 05/09/2011

Aceito: 10/02/2012

Resumo publicado online: 16/02/2012

Artigo completo publicado: 31/03/2012

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Adriano Antonio Darosci

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG,
Campus Formosa, Rua 64 esquina com
Rua 11, Parque Lago,
CEP 73813-816, Formosa, GO, Brasil
e-mail: solacost@gmail.com

REFERÊNCIAS

- Andrade ACS, Ramos FN, Souza AF, Loureiro MB, Bastos R. Flooding effects in seedlings of *Cyatharexylum myrianthum* Cham. and *Genipa Americana* L.: responses of two neotropical lowland tree species. *Revista Brasileira de Botânica* 1999; 22(2): 281-285.
- Arioli T, Voltolini CH, Santos M. Morfoanatomia foliar da reófito *Raulinoa echinata* R.S. Cowan - Rutaceae. *Acta Botanica Brasílica* 2008; 22(3): 723-732. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062008000300010>
- Baggio AJ, Carpanezzi OB, Graça MEC. Propagação vegetativa da aroeira para palanques vivos: resultados preliminares. *Boletim de Pesquisa Florestal* 1989; 18-19: 63-66.
- Baird JH, Dute RR, Dickens R. Ontogeny, anatomy and reproductive biology of vegetative reproductive organs of *Diodia virginiana* L. (Rubiaceae). *International Journal of Plants Sciences* 1992; 153(3): 320-328. <http://dx.doi.org/10.1086/297035>
- Bastos DC, Martins ABG, Scaloppi-Júnior EJ, Sarzi I, Fatinansi JC. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais e basais de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) sob condições de nebulização intermitente. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2004; 26(2): 284-286. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452004000200025>
- Bastos DC, Scarpore-Filho JÁ, Libardi MN, Pio R. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso do ácido indolbutírico na propagação da caramboleira por estacas lenhosas. *Ciência e agrotecnologia* 2009; 33(1): 313-318.
- Biasi LA, Stolte RE, Silva MF. Estaquia de ramos semilenhosos de pessegueiro e nectarina. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2000; 22(3): 421-425.

- Biavatti MW, Albuquerque S, Vieira PC, Silva MFGF, Fernandes JB. Triterpenoid constituents of *Raulinoa echinata*. *Journal of the Natural Products* 2002; 65(4): 562-565. PMID:11975501. <http://dx.doi.org/10.1021/np0103970>
- Bo Z, Tainfei F, Schurr U, Kuhn AJ. Different responses of sexual and asexual reproduction of *Arundinella hirta* to flooding. *Frontiers of Biology China* 2006; 1: 46-49. <http://dx.doi.org/10.1007/s11515-005-0012-5>
- Bona CM, Biasi LA, Zanete F, Nakashima T. Estaquia de três espécies de *Baccharis*. *Ciência Rural* 2005; 35(1): 223-226. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000100037>
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçada de extinção aquelas constantes do Anexo I e reconhece como espécies da flora brasileira com deficiência de dados aquelas constantes do Anexo II a esta Instrução. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, set. 2008. Anexo I Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção [cited 2011 jul. 26] Available from: http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949.pdf.
- Burrans GE. Anatomical aspects of root bud development in hoop pine (*Araucaria cunninghamii*). *Australian Journal of Botany* 1990; 38: 73-78. <http://dx.doi.org/10.1071/BT9900073>
- Camolesi MR, Unemoto LK, Sachs PJD, Roberto SR, Sato AJ, Faria AP et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de pessegueiro 'Okinawa' sob efeito de lesão e ácido indolbutírico. *Ciência Rural* 2007; 37(6): 1805-1808. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000600048>
- Cancino J, Romero-Schmidt H, Ortega-Rubio A, León-De-La-Luz JL. Observations on distribution and habitat characteristics of the endangered mexican endemic cacti *Stenocereus eruca*. *Journal of Arid Environments* 1995; 29: 55-62. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-1963\(95\)80064-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-1963(95)80064-6)
- Carrenho R, Trufem SFB, Bononi VLR. Fungos micorrízicos arbusculares em rizosferas de três espécies de fitobiontes instaladas em área de mata ciliar revegetada. *Acta Botânica Brasílica* 2001; 15(1): 115-124.
- Carvalho CJR, Ishida FY. Respostas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* KUNTH) jovens ao alagamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2002; 37(9): 1231-1237. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000900005>
- Carvalho J, Marques MCM, Roderjan CV, Barddal M, Sousa SGA. Relações entre a distribuição das espécies de diferentes estratos e as características do solo de uma floresta aluvial no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 2009; 23(1): 1-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062009000100002>
- Casazza G, Barberis G, Minuto L. Ecological characteristics and rarity of endemic plants of the Italian Maritime Alps. *Biological Conservation* 2005; 123: 361-371. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2004.12.005>
- Contreras C, Valverde T. Evaluation of the conservation status of a rare cactus (*Mammillaria crucigera*) through the analysis of its population dynamics. *Journal of Arid Environments* 2002; 51: 89-102. <http://dx.doi.org/10.1006/jare.2001.0926>
- Corrêa CF, Biasi LA. Área foliar e tipo de substrato na propagação por estaquia de cipó-mil-homens (*Aristolochia triangularis* Cham. et Schl.). *Revista Brasileira de Agrociência* 2003; 9(3): 233-235.
- Costa LCB, Pinto JEBP, Bertolucci SKV. Comprimento da estaca e tipo de substrato na propagação vegetativa de atoveran. *Ciência Rural* 2007; 37(4): 1157-1160. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400040>
- Costa-Filho LO, Encarnação CRE, Oliveira AFM. Influência hídrica e térmica no crescimento e desenvolvimento de *Ocimum gratissimum* L. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 2006; 8(2): 8-13.
- Coutts MP. The tolerance of tree roots to waterlogging. V. Growth of woody roots of Sitka spruce and lodgepole pine in waterlogged soil. *New Phytologist* 1982; 90: 467-476. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.1982.tb04479.x>
- Cowan RS, Smith LB. Rutáceas. In: Reitz R. *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí; 1973. p. 48-51.
- Darosci AA, Paulilo MTS. Ecophysiological aspects of the seed and seedling of *Raulinoa echinata* (Rutaceae), a species endemic to the riparian forests of Itajaí valley, SC, Brazil. *Rodriguésia* 2011; 62(2): 273-281.
- Dias-Filho MB, Carvalho CJR. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2000; 35(10): 1959-1966. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000001000006>
- Durigan G, Rodrigues RR, Shiavini I. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: Rodrigues RR, Leitão-Filho HF, editores. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP/FAPESP; 2000. p. 159-168.
- Ehlert PAD, Luz JMQ, Innecco R. Propagação vegetativa da alfavaca-cravo utilizando diferentes tipos de estacas e substratos. *Horticultura Brasileira* 2004; 22(1): 10-13. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000100002>
- Eldridge K, Davidson J, Hardwiid C, Wyk G. van. Mass vegetative propagation. In: Eldridge K, Davidson J, Hardwiid C, Wyk G, editors. *Eucalypt domestication and breeding*. Oxford: Clarendon Press; 1994. p. 228-246.

- Erig AC, Schuch MW. Multiplicação *in vitro* do porta-enxerto de macieira CV. Marubakaido: efeito da orientação do explante no meio de cultura. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2002; 24(2): 293-295. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452002000200004>
- Fachinello JC, Hoffmann A, Nachtigal JC, Kersten E, Fortes JRL. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. 2nd ed. Pelotas: UFPEL; 1995.
- Ferrari MP, Grossi F, Wendling I. Propagação vegetativa de espécies florestais. Paraná: Embrapa Florestas; 2004. p. 1-19. (Documentos, 94).
- Ferreira LE, Andrade LA, Gonçalves GS, Souza EP, Ferreira HV. Diâmetro de estacas e substratos na propagação vegetativa de maniçoba, *Manihot glaziovii* Muell. Arg. *Revista Ciência Agrônômica* 2010; 41(3): 393-402.
- Garbuio C, Biasi LA, Kowalski APJ. Propagação por estaquia em *Patchouli* com diferentes números de folhas e tipos de estacas. *Scientia Agraria* 2007; 8(4): 435-438.
- Giampan JS, Cerqueira TS, Jacomino AP, Resende JAM, Sasaki FF. Indução de brotos laterais de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 2005; 27(1): 185-187. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452005000100050>
- Gonçalves JFC, Silva CE, Guimarães DG, Bernardes RS. Análise dos transientes da fluorescência da clorofila *a* de plantas jovens de *Carapa guianensis* e de *Dipteryx odorata* submetidas a dois ambientes de luz. *Acta Amazonica* 2010; 40(1): 89-98. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000100012>
- Haddade IR, Obeid JA, Fonseca DM, Pereira OG, Pedron-E-Silva MA. Crescimento de espécies forrageiras tropicais submetidas a diferentes períodos de alagamento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2002; 31(5): 1924-1930. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000800007>
- Hartmann HT, Kester DE, Davies-Junior FT, Geneve RL. *Plant propagation: principles and practices*. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall; 2002.
- Kozłowski TT. Responses of woody plants to flooding. In: Kozłowski TT, editor. *Flooding and Plant Growth*. Orlando: Academic Press; 1984. p. 129-164.
- Kozłowski TT. Physiological-ecological impacts of flooding on riparian forest ecosystems. *Wetlands* 2002; 22(3): 550-561. [http://dx.doi.org/10.1672/0277-5212\(2002\)022\[0550:PEIOFO\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1672/0277-5212(2002)022[0550:PEIOFO]2.0.CO;2)
- Kozłowski TT, Pallardy SG. *Growth Control in Woody Plants*. San Diego: Academic Press; 1997.
- Kratz D, Wendling I, Brondani GE, Dutra LF. Propagação assexuada de *Cupressus lusitanica*. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2010; 30(62): 161-164. <http://dx.doi.org/10.4336/2010.pfb.30.62.161>
- Krückeberg AR, Rabinowitz D. Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual Review of Ecology and Systematic* 1985; 16: 447-479. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.16.110185.002311>
- Lima NP, Biasi LA, Zanete F, Nakashima T. Produção de mudas por estaquia de duas espécies de guaco. *Horticultura brasileira* 2003; 21(1): 106-109. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362003000100022>
- Lowe BJ, Watts RJ, Roberts J, Robertson A. The effect of experimental inundation and sediment deposition on the survival and growth of two herbaceous riverbank plant species. *Plant ecology* 2010; 209: 57-69. <http://dx.doi.org/10.1007/s11258-010-9721-1>
- Lytle DA, Poff NL. Adaptation to natural flow regimes. *Ecology and Evolution* 2004; 19(2): 94-100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2003.10.002>
- Malavasi UC. Macropropagação vegetativa de coníferas - perspectivas biológicas e operacionais. *Floresta e Ambiente* 1994; 1: 131-135.
- Médail F, Verlaque R. Ecological characteristics and rarity of endemic plants from southeast France and Corsica: implications for biodiversity conservation. *Biological Conservation* 1997; 80: 269-281. [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(96\)00055-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(96)00055-9)
- Microsoft Corporation. *Microsoft Office Excel 2003*. Redmond: Microsoft Corporation; 2003.
- Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science* 2002; 7: 405-410. [http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385\(02\)02312-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02312-9)
- Opik H. *The respiration of higher plants*. London: Edward Arnold Publishing; 1980.
- Pirani JR. *Raulinoa*. In: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. 2010. [cited 2011 jul. 6] Available from: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB000958>.
- Prado PIKL, Lewinsohn TM. Associações inseto-planta no nível local e regional: Tephritidae e Vernoniidae na Serra do Espinhaço. In: Martins RP, Lewinsohn TM, Barbeitos MS, organizadores. *Ecologia e comportamento de insetos - Série Oecologia Brasiliensis*. Rio de Janeiro: PPGE/UFRJ; 2000. v. 3, p. 405-422.
- Pujalon S, Bornette G, Sagnes P. Adaptations to increasing hydraulic stress: morphology, hydrodynamics and fitness of two higher aquatic plant species. *Journal of Experimental Botany* 2005; 56: 777-786. PMID:15642713. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/eri063>
- Rodrigues RR. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: Rodrigues RR, Leitão-Filho HF, editores. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP/FAPESP; 2000. p. 91-100.

Santana DG, Ranal MA. Análise estatística na germinação. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 2000; 12: 205-237.

SAS Institute. JMP version 5.1.2. Cary: SAS Institute; 2004.

Silva AM, Moraes MLT, Buzetti S. Propriedades químicas de solo sob reflorestamento ciliar após 20 anos de plantio em área de cerrado. *Revista Árvore* 2011; 35(1): 97-106. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000100012>

Souza AJ, Zen S, Givertoni PE, Sanchez OA. *Observações preliminares de alguns fatores que afetam a brotação do eucalipto*. Piracicaba: IPEF; 1991. p. 1-6 (Circular técnica, 177).

Souza C, Nachtigal JC, Kersten E. Efeito da lesão e do ácido indolbutírico no enraizamento de duas cultivares de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl) através de estaca. *Revista Brasileira de Agrociência* 1995; 1(3): 171-174.

Souza FX, Lima RN. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. *Revista Ciência Agronômica* 2005; 36(2): 189-194.

Valmorbida J, Boaro CSF, Lessa AO, Salerno AR. Enraizamento de estacas de *Trichilia catigua* A. Juss (catigua) em diferentes estações do ano. *Revista Árvore* 2008; 32(3): 435-442.

Voesenek L, Colmer TD, Pierik R, Millenaar FF, Peeters AJM. How plants cope with complete submergence. *New Phytologist* 2006; 170: 213-226. PMID:16608449. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01692.x>

Yamamoto F, Sakata S, Terazawa K. Physiological, morphological and anatomical responses of *Fraxinus mandshurica* seedlings to flooding. *Tree Physiology* 1995; 15: 713-719. PMID:14965989.