

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELENA CRISTINA RICKLI

**PROPAGAÇÃO DE GUARICICA (*Vochysia bifalcata* Warm.) POR SEMENTES E
ESTAQUIA CAULINAR**

CURITIBA

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELENA CRISTINA RICKLI

**PROPAGAÇÃO DE GUARICICA (*Vochysia bifalcata* Warm.) POR SEMENTES E
ESTAQUIA CAULINAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas

Co-orientadores: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler
Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira
Dr. Ivar Wendling

CURITIBA

2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **HELENA CRISTINA RICKLI**, sob o título "**PROPAGAÇÃO DE GUARICICA (*Vochysia bifalcata* Warm.) POR SEMENTES E ESTAQUIA CAULINAR**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 14 de Fevereiro de 2012.

Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa

Professor Dr. Antonio Carlos Nogueira
Primeiro Examinador

Professora Dra. Cyntia Maria Wachowicz
Segunda Examinadora

Professora Dra. Aurea Portes Ferriani
Terceira Examinadora

Professora Dra. Katia Christina Zuffellato Ribas
Presidente da Banca e Orientadora

*“Mas os que esperam no Senhor renovam as suas forças,
sobem como águias, correm e não se cansam, caminham e
não se fatigam.”*

Isaías 40:31

DEDICO

À Deus, Senhor por excelência da minha vida.

Aos meus pais, Ademir e Helena Rozani, e ao meu irmão Ademir Júnior e sua família, que apoiaram meus sonhos, por todo amor dedicado e por todos os ensinamentos e incentivo.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me iluminar em cada momento de minha vida, por todas as oportunidades e bênçãos derramadas em minha vida.

À minha família meus pais, Ademir e Helena Rozani Pilati, meu irmão Ademir Júnior e sua esposa Fernanda, e ao meu pequeno sobrinho Ernesto por todo carinho, amor, compreensão e incentivo para realização dessa jornada.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas por toda a dedicação no meu aprendizado, ensinamentos, atenção constante e, principalmente, pela amizade, e por ela, juntamente com o Marco Grassi e “meninas”, terem me acolhido como parte da sua família. Sem esquecer também de todos os almoços, passeios, pela confiança em ser sua sheepsitter e momentos de pura felicidade que compartilhamos juntos.

Aos meus co-orientadores Prof. Dr. Henrique Soares Koehler, Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira e Dr. Ivar Wendling pela parceria, auxílio, sugestões e ensinamentos durante a realização desse trabalho.

À todos os Zuffelletes: Alex C. Pimenta, Arthur H. Weiser, Bárbara G. A. Ferreira (Babi), Carlos A. Stuepp, Ernani A. O. Mossanek, Paulo G. Mazeto e Rodrigo Nicknich pela amizade, sugestões e auxílios que de alguma forma enriqueceram meu trabalho. Em especial tenho que agradecer a minha amiga Babi por estar sempre presente (até nas minhas horas de “desesperos” e dúvidas durante a madrugada), pelos incentivos, conselhos, por me ajudar em todas as instalações e avaliações, viagens para o campo, como também em horas de puro lazer e descontração; e ao Ernani Mossanek amigo sempre presente em minhas coletas e instalações de experimentos, que trabalhou pesado comigo.

À Prof^a Dra. Cleusa Bona e ao técnico Nilson Belém Filho pelo auxílio nas análises anatômicas. À Prof^a Dra. Cyntia Maria Wachowicz e à Prof^a Dra. Aurea Portes Ferriani pela participação da banca examinadora e por todas as contribuições.

Aos amigos da Embrapa Florestas Décio, Vero, Joel, Nide e Harry pela ajuda tão valiosa, ensinamentos passados durante os experimentos e pela grande amizade construída a cada dia.

Às minhas queridas amigas e colegas da pós-graduação, Letícia Camargo e Francelize Chiarotti, por todos os momentos juntos nessa jornada, momentos de descontração e alegria, apoio, incentivo e também por me suportarem durante meus estresses.

À querida Tia Lúcia, ao Tio Alberto e aos meus primos Augusto, Ulisses e Graziela que me acolheram com todo amor e carinho, pelo convívio diário, conselhos e por todos os momentos juntos que foram muito importantes dessa jornada.

E aos meus queridos amigos Maria Angélica Gonçalves Toscan, Raquel Stauffer Viveros, Pedro G. B. S. Dias, Eduardo B. Lied e Verleston A. Hermann, que mesmo à distância me incentivaram durante toda nessa jornada.

À Embrapa Florestas por disponibilizar recursos à realização deste trabalho; à Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) pela disponibilidade de utilização das reservas e funcionários para as coletas do material utilizado nos experimentos; e à CAPES pelo suporte financeiro concedido a esta pesquisa.

RESUMO

Vochysia bifalcata Warm., pertencente à família Vochysiaceae, conhecida vulgarmente como guaricica, pau-amarelo ou pau-de-vinho, está distribuída geograficamente na Floresta Ombrófila Densa dos Estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. É uma espécie nativa recomendada para a recuperação de áreas degradadas. Devido ao pouco conhecimento sobre a propagação de *Vochysia bifalcata*, a presente dissertação teve como objetivo geral verificar as condições ideais para o teste de germinação de sementes, além de verificar a viabilidade da propagação vegetativa da espécie, por meio de estaquia de brotações do ano coletadas nas quatro estações do ano com a aplicação de ácido indol butírico (IBA) e antioxidante polivinilpirrolidona (PVP), e o enraizamento de estacas de brotações epicórmicas provenientes de decepta e envergadura de caule com a aplicação de IBA. Para o teste de germinação, foram utilizadas diferentes temperaturas (20 °C, 25 °C e 30 °C) e substratos (rolo de papel, papel mata-borrão e vermiculita) na germinação de sementes de guaricica, as quais foram mantidas em germinadores sob luz constante. Sementes de *Vochysia bifalcata* mantidas sob a temperatura de 25 °C, nos substratos papel mata-borrão e vermiculita apresentaram as maiores porcentagens de germinação (70 e 73% respectivamente) e maiores índices de velocidade de germinação (2,16 e 2,05 respectivamente). Para o experimento de estaquia de brotação do ano de *Vochysia bifalcata*, coletadas nas quatro estações do ano foram utilizadas estacas semilenhosas submetidas a tratamento com 0, 500, 1000 e 2000 mg L⁻¹ de IBA, combinados com 0 e 1000 mg L⁻¹ de PVP, totalizando oito tratamentos. Também foram realizadas análises anatômicas da base das estacas. Houve percentuais quase nulos para o enraizamento adventício. O IBA e PVP não se mostraram eficientes na indução radicial. O inverno foi a estação que apresentou maiores percentuais para sobrevivência (56%), brotação (10%) e manutenção das folhas na estaca (52%). A presença de um anel contínuo de fibras perivasculares nas estacas semilenhosas utilizadas pode constituir uma barreira anatômica à emissão de novas raízes. Para o experimento de estaquia com brotações epicórmicas provenientes de decepta e envergadura de caule foram confeccionados dois tipos de estacas de acordo com a origem das brotações epicórmicas e aplicação de solução hidroalcoólica de IBA (0 e 1000 mg L⁻¹) na base das estacas que, posteriormente, foram mantidas em casa de vegetação por 60 dias. Também foram realizadas análises anatômicas da base de cada tipo de estaca. A presença de fibras na região cortical do caule de estacas de decepta não constituiu uma barreira anatômica, pois estas apresentaram maior capacidade de enraizamento (81%), maior número de raízes por estaca (8,0) e maior comprimento das raízes (2,0 cm) em relação àquelas de envergadura de caule, que apresentaram resultados inferiores de porcentagem de enraizamento (31%), número de raízes por estaca (3,3) e comprimento das raízes (0,7 cm).

Palavras-chave: Vochysiaceae, guaricica, germinação, estaquia, rejuvenescimento, auxina, antioxidante

ABSTRACT

Vochysia bifalcata Warm., belonging to the family Vochysiaceae, commonly known as guaricica, pau-amarelo or pau-de-vinho, is geographically distributed in the Dense Ombrophylous Forest in the states of Parana, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais. It is a native species recommended for the recovery of degraded areas. Due to the lack of knowledge about sexual and vegetative propagation of *Vochysia bifalcata*, this dissertation aimed to verify the overall ideal conditions for seed germination test, and verify the viability of vegetative propagation of the species by cuttings of shoots of the year collected in four seasons with the application of indole butyric acid (IBA) and antioxidant polyvinylpyrrolidone (PVP), and the rooting of epicormic sprouts from stump and bend of stem with the application of IBA. Tests of germination were made at different temperatures (20 °C, 25 °C and 30 °C) and substrate (paper roll, blotting paper and vermiculite) on seed germination of *Vochysia bifalcata*, which were kept in germination under constant light. The *Vochysia bifalcata* seeds under the temperature of 25 °C in blotting paper and vermiculite substrate showed the highest percentage of germination (70 and 73% respectively) and higher rates of germination speed (2.16 and 2.05 respectively). For the experiment of cutting sprouts of the year of *Vochysia bifalcata*, collected in four seasons, were used semi-hardwood cuttings that were treated with 0, 500, 1000 and 2000 mg L⁻¹ IBA, combined with 0 and 1000 mg L⁻¹ of PVP. Anatomical analysis of the base of the cuttings was also performed. There was almost zero percentage for rooting. The IBA and PVP were not efficient in inducing roots. Winter was the season that had higher percentages for survival (56%), flushing (10%) and maintenance of the leaves on the stake (52%). The presence of a continuous ring of perivascular fibers in semi-hardwood cuttings considered can be an anatomical barrier to the issuance of new roots. For the experiment with cuttings of epicormic sprouts from stump and bend of stem were used of two types of stem cuttings and application of hydroalcoholic solution of IBA (0 and 1000 mg L⁻¹) at the base of the cuttings that were subsequently kept in a greenhouse for 60 days. Anatomical analysis of the base for each type of cutting was also performed. The presence of fibers in the cortical region of the stem cuttings of stump is not an anatomical barrier, because they had higher rooting capacity (81%), higher number of roots per cutting (8.0) and increased root length (2.0 cm) compared to of bend of stem cutting, which had lower results in rooting percentage (31%), number of roots per cutting (3.3) and root length (0.7 cm).

Key words: Vochysiaceae, guaricica, germination, cuttings, rejuvenation, auxin, antioxidant

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	22
LISTA DE TABELAS	24
1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE.....	16
2.2. TECNOLOGIA DE SEMENTES	17
2.3. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR ESTAQUIA	20
2.4. FATORES INTRÍNSECOS RELACIONADOS AO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS	22
2.5. FATORES EXTRÍNSECOS RELACIONADOS AO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS	24
2.6. REGULADORES VEGETAIS	25
2.7. ANTIOXIDANTES.....	27
2.8. REJUVENESCIMENTO	29
3. CAPÍTULO I: GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Vochysia bifalcata</i> Warm. EM DIFERENTES SUBSTRATOS E CONDIÇÕES DE TEMPERATURA	32
3.1. INTRODUÇÃO.....	34
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.4. CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47
4. CAPÍTULO II: USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E POLIVINILPIRROLIDONA (PVP) NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS SEMILENHOSAS DE BROTAÇÕES DO ANO DE <i>Vochysia bifalcata</i> Warm.	50
4.1. INTRODUÇÃO.....	52
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	55
4.2.1. Estaquia	55
4.2.2. Análises anatômicas	57
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.3.1. Estaquia	59
4.3.2. Análises anatômicas	66

REFERÊNCIAS	70
5. CAPÍTULO III: ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E ORIGEM DE BROTAÇÕES EPICÓRMICAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <i>Vochysia bifalcata</i> Warm.	73
5.1. INTRODUÇÃO.....	75
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	77
5.2.1. Estaquia	77
5.2.2. Análises anatômicas	80
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
5.3.1. Estaquia	82
5.3.2. Análises anatômicas	87
5.4. CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS	92
6. CONCLUSÕES GERAIS	95
REFERÊNCIAS	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 -	Avaliação final do teste de germinação de sementes de <i>Vochysia bifalcata</i> submetidas à temperaturas constantes de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos (rolo de papel, mata-borrão e vermiculita), aos 20 dias após a sementeira.....	42
Figura 1.2 -	Porcentagem de germinação acumulada de sementes de <i>Vochysia bifalcata</i> a temperatura de 25 °C nos substratos rolo de papel, mata-borrão e vermiculita. Curitiba – PR, 2011	44
Figura 2.1 -	Secções transversais da base de estacas caulinares semilenhosas de <i>Vochysia bifalcata</i> . A. Vista geral do corte: epiderme (ep), células colênquimáticas (cc), células parenquimáticas (cp); B. Corte evidenciando a medula (M), demonstrando os canais secretores de mucilagem (CM) e o floema incluso (FLi); C. Corte evidenciando as fibras gelatinosas (Fbg), fibras libriformes (Fbl), floema secundário (FLs) e xilema secundário (XLs).....	68
Figura 3.1 –	A) Decepa de plantas matrizes de <i>Vochysia bifalcata</i> a altura de 1,5 m do solo; B) Brotações epicórmicas de <i>Vochysia bifalcata</i> oriundas de decepa, coletadas em fevereiro de 2011, entre 5 e 7 meses após o início do crescimento das brotações	78
Figura 3.2 –	A) Envergadura do caule de <i>Vochysia bifalcata</i> . B) Brotações epicórmicas de <i>Vochysia bifalcata</i> oriundas de envergadura de caule, coletadas em fevereiro de 2011, 5 meses após o início do crescimento das brotações epicórmicas	78
Figura 3.3 –	Estacas enraizadas de <i>Vochysia bifalcata</i> de brotações epicórmicas oriundas de decepa (A) e de envergadura de caule (B)	85
Figura 3.4 –	Secções transversais da base das estacas de brotações epicórmicas de <i>Vochysia bifalcata</i> . (A, C, E) - Visão geral do caule, detalhe da	

região cortical e detalhe do tecido vascular de estacas oriundas de decepta. (B, D, F) - Visão geral do caule, detalhe da região cortical e detalhe do tecido vascular de estacas oriundas de envergadura de caule. ep – epiderme; cc – células colenquimáticas; cp – células parenquimáticas; FBg – fibras gelatinosas; FBl – fibras lignificadas; FLs – floema secundário; XLs – xilema secundário; FLi – floema inclusivo; CM – canal de mucilagem; M – medula 89

Figura 3.5 – Teste de lugol para detecção de amido em secções transversais da base das estacas de brotações epicórmicas de *Vochysia bifalcata*. Região cortical de estacas oriundas de decepta (A) e de envergadura de caule (B). Medula das estacas oriundas de decepta (C) e de envergadura de caule (D) 90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 -	Resultados da análise de variância (Teste F) para o percentual de germinação, mortalidade, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e índice de sincronização de sementes de <i>Vochysia bifalcata</i> , submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C e substratos: rolo de papel, papel mata-borrão e vermiculita. Curitiba – PR, 2011	40
Tabela 1.2 -	Porcentagem de germinação de sementes de <i>Vochysia bifalcata</i> submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011	41
Tabela 1.3 -	Porcentagem de mortalidade de sementes de <i>Vochysia bifalcata</i> submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011	41
Tabela 1.4 -	Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Vochysia bifalcata</i> submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011	42
Tabela 1.5 -	Tempo médio de germinação (TMG) em dias de sementes de <i>Vochysia bifalcata</i> submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011	43
Tabela 1.6 -	Índice de sincronização de sementes de <i>Vochysia bifalcata</i> submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011	45
Tabela 2.1 -	Resultados da análise de variância (Teste F) para a porcentagem de mortalidade, sobrevivência, brotação e manutenção de folhas em estacas de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico	

	(IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011	60
Tabela 2.2 -	Porcentagem de enraizamento e de estacas com calos de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011	61
Tabela 2.3 -	Porcentagem de sobrevivência de estacas de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011	61
Tabela 2.4 -	Porcentagem de mortalidade de estacas de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011	63
Tabela 2.5 -	Porcentagem em brotação de estacas de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011	64
Tabela 2.6 -	Porcentagem de manutenção de folhas originais de estacas de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011	65
Tabela 2.7 -	Coefficiente de Correlação de Pearson (r) para porcentagem de sobrevivência e manutenção de folhas de estacas semilenhosas de <i>Vochysia bifalcata</i> , nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011	65
Tabela 3.1 -	Resultados da análise de variância (Teste F) para a porcentagem de enraizamento, número de raízes por estaca, comprimento médio das 3 maiores raízes por estaca e porcentagem de sobrevivência e	

	mortalidade das estacas de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011	83
Tabela 3.2 -	Porcentagem de enraizamento de estacas de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011	84
Tabela 3.3 -	Número de raízes por estaca de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011	84
Tabela 3.4 -	Comprimento médio (cm) das 3 maiores raízes por estaca de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011	84
Tabela 3.5 -	Porcentagem de sobrevivência de estacas de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011	86
Tabela 3.6 -	Porcentagem de mortalidade de estacas de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de <i>Vochysia bifalcata</i> , tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011	87

1. INTRODUÇÃO GERAL

Guaricica (*Vochysia bifalcata* Warm.), pertencente à família Vochysiaceae, é uma árvore nativa da Floresta Ombrófila Densa dos Estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. É uma espécie secundária, dominante na fase de capoeira e capoeirão, de grande importância na regeneração de áreas degradadas. Possui potencial madeireiro, devido ao seu crescimento rápido e fuste longo, para a confecção de materiais leves e possível extração de celulose (LORENZI, 1998; VIANNA, 2006; NEGRELLE *et al.*, 2007; CARVALHO, 2008; CARPANEZZI *et al.*, 2010). Estudos iniciais têm revelado que o extrato bruto da planta possui potencial anti-inflamatório em edemas de pele de camundongo (SOLEY *et al.*, 2011).

São escassos os relatos na literatura sobre a produção de mudas de *Vochysia bifalcata* por sementes, sabendo-se, apenas, que sua germinação é baixa, com crescimento irregular da planta e alta mortalidade das mudas e com desconhecimento de práticas culturais em viveiro (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006; CARVALHO, 2008). Pela demanda crescente de mudas de espécies nativas, o conhecimento da propagação de *Vochysia bifalcata*, tanto sexuada como assexuada, é de grande importância.

O processo germinativo é uma sequência de eventos fisiológicos que varia para cada espécie, sendo determinado por fatores intrínsecos, como dormência e viabilidade e por fatores extrínsecos às sementes como disponibilidade de água, temperatura, oxigênio e substrato (REGO *et al.*, 2009). Para testes de germinação, o conhecimento das condições ótimas para tal sucesso, como temperatura e substrato, é de fundamental importância para se obter o maior potencial de germinação (ALBUQUERQUE *et al.*, 1998).

Diante da dificuldade da propagação via sementes, uma alternativa seria o uso da propagação vegetativa. A estaquia é uma técnica largamente utilizada na propagação vegetativa, que consiste em promover o enraizamento adventício de estacas, originando uma nova planta completa com características idênticas a planta mãe, onde a capacidade de emissão de raízes tende a diminuir com a maturação do material utilizado (FACHINELLO *et al.*, 1994; HARTMANN *et al.*, 2011). Brotações obtidas por meio do anelamento de caule, poda drástica, miniestaquia, estaquia, enxertia seriada, micropropagação, aplicação de reguladores vegetais ou injúrias mecânicas no caule apresentam características morfológicas e fisiológicas de plantas juvenis, importantes na recuperação da capacidade do enraizamento adventício (WENDLING; XAVIER, 2001).

Devido ao reduzido conhecimento sobre a propagação sexuada e vegetativa de *Vochysia bifalcata*, a presente dissertação teve como objetivo geral verificar as condições ideais para o teste de germinação de sementes, além de verificar a viabilidade da propagação vegetativa da espécie, por meio de estaquia de brotações do ano e de brotações epicórmicas, visando a melhor resposta de enraizamento.

O primeiro capítulo aborda o teste de germinação de sementes de *Vochysia bifalcata*, verificando a influência de diferentes substratos e condições de temperatura sobre o comportamento germinativo das sementes.

O segundo capítulo descreve a estaquia de brotações do ano de *Vochysia bifalcata*. Foram realizados quatro experimentos de acordo com as diferentes estações do ano (inverno e primavera de 2010 e verão e outono de 2011), com a aplicação de ácido indol butírico (IBA) e do antioxidante polivinilpirrolidona (PVP).

O terceiro capítulo avalia diferentes métodos de indução de brotações epicórmicas (decepa e envergadura de caule de plantas matrizes) e a aplicação de IBA no enraizamento adventício de estacas semilenhosas de *Vochysia bifalcata*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE

Vochysia bifalcata Warm., pertencente à família Vochysiaceae, é conhecida popularmente como guaricica, pau-de-vinho, vinheiro, pau-amarelo, canela-santa, morici, murici, murici-vermelho e caixeta-do-interior (LORENZI, 1998; CARVALHO, 2008). É uma das 200 espécies que compõem essa família, sendo formada por oito gêneros quase inteiramente tropicais, com 99% das espécies confinadas na América do Sul e Central (NEGRELLE *et al.*, 2007). O gênero *Vochysia* é muito representativo na flora brasileira, com cerca de 80 espécies distribuídas nos biomas florestais pluviais: Floresta Amazônica, Planalto Central e Floresta Atlântica (VIANNA, 2006).

A espécie encontra-se distribuída de forma natural na Floresta Ombrófila Densa nos Estados do Paraná, Santa Catarina, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais (NEGRELLE *et al.*, 2007; CARVALHO, 2008). Sua distribuição no Estado do Paraná encontra-se frequentemente em encostas de morro, com intensa regeneração na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas na planície litorânea e Floresta Ombrófila Densa Submontana e Altomontana na Serra do Mar, nos municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Morretes e Paranaguá. Também se encontra introduzida na arborização urbana do município de Curitiba (NEGRELLE *et al.*, 2007).

É uma espécie secundária inicial, possuindo grande importância nas florestas secundárias. Instala-se na vegetação formando agrupamentos densos na fase de capoeira, sendo dominante até a fase de capoeirão (CARVALHO, 2008).

Vochysia bifalcata possui porte arbóreo, alcançando até 25 m de altura e 100 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), com copa densa perenifólia, apresentando tronco reto e cilíndrico, onde o fuste pode atingir até 18 m de comprimento. Possui flores amarelas e vistosas, florescendo exuberantemente de novembro até março. Seu fruto é do tipo cápsula trigona, deiscente, possuindo três sementes aladas, uma em cada lóculo, sendo que a frutificação ocorre de novembro a dezembro (LORENZI, 1998; NEGRELLE *et al.*, 2007; CARVALHO, 2008).

Em regeneração natural, *Vochysia bifalcata* apresenta crescimento rápido em altura e diâmetro. Sua germinação é baixa (22% a 50%) e irregular, e as plântulas formadas

apresentam uma raiz pivotante muito desenvolvida em comprimento e espessura, porém com poucas raízes laterais, de aspecto curto e fino (CARVALHO, 2008).

A produção de mudas desta espécie em viveiros é difícil (LORENZI, 1998), existindo poucos relatos sobre a espécie. Carvalho (2008) cita plantio no viveiro Embrapa Florestas, no município de Colombo – PR, onde se observou heterogeneidade entre as plântulas, atraso no crescimento e alta taxa de mortalidade das mudas em função do seu potencial de germinação e sistema radicular pouco desenvolvido. De acordo com o mesmo autor, a produção em viveiros de mudas de *Vochysia bifalcata* já foi efetuada nos municípios de Foz do Iguaçu - PR e Dona Ema – SC onde a espécie apresentou mortalidade total.

A guaricica é recomendada para reflorestamentos heterogêneos de áreas degradadas, principalmente em terrenos erodidos e de encostas, por ser uma espécie dominante (LORENZI, 1998; VIANNA, 2006; NEGRELLE *et al.*, 2007; CARVALHO, 2008). Porém, é uma planta que apresenta grande dificuldade de produção de mudas, o que ocasiona dificuldades no seu uso, por desconhecimento das suas condições para produção em viveiro (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006).

Quanto à sua utilidade, sua madeira branca pode ser utilizada para a confecção de laminados para a produção de brinquedos, caixotaria, embalagens leves, obras de acabamento interno e externo e confecção de remos. Também é uma espécie que possui características adequadas para extração de celulose e produção de papel (NEGRELLE *et al.*, 2007; CARVALHO, 2008).

Estudos promissores, ainda iniciais, sobre as propriedades medicinais e fitoquímicas estão sendo realizados para avaliar a atividade anti-inflamatória de extrato bruto de *Vochysia bifalcata*. Em modelos de inflamação de pele, em camundongos, resultados preliminares sugerem que a planta possui atividade anti-inflamatória por via tópica, reduzindo a migração celular e edema (SOLEY *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2010; SOLEY *et al.*, 2011).

2.2. TECNOLOGIA DE SEMENTES

Os programas de recuperação ambiental têm investido no desenvolvimento de técnicas para a produção de mudas de espécies arbóreas nativas devido à redução de suas áreas originais. Para o desenvolvimento de programas de conservação é de extrema importância o conhecimento do processo germinativo de cada espécie, visando o sucesso da produção das

mudas (BORGES *et al.*, 2007; REGO *et al.*, 2009). A multiplicação de espécies florestais nativas é de difícil execução, visto que para a maioria das espécies não está estabelecido nenhum parâmetro para o teste de germinação (NOVEMBRE *et al.*, 2007).

Segundo Novembre *et al.* (2007), a germinação é um processo que envolve o reinício e a continuidade das atividades metabólicas, promovendo o desenvolvimento das estruturas do embrião, com a formação de uma plântula. O processo germinativo é uma sequência de eventos fisiológicos que varia para cada espécie, sendo determinado por fatores intrínsecos, como dormência e viabilidade das sementes e por fatores extrínsecos às sementes como disponibilidade de água, temperatura e oxigênio (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988; REGO *et al.*, 2009). Os fatores ambientais (extrínsecos) podem ser manipulados a fim de otimizar a porcentagem, velocidade e uniformidade da germinação, obtendo plântulas mais vigorosas (NASSIF *et al.*, 2011).

O teste de germinação é um método realizado em laboratório que determina o potencial máximo de germinação das sementes em condições controladas, com o objetivo de se ter uma germinação regular, rápida e completa das sementes de uma determinada espécie. Segundo as Regras de Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), a germinação é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando aptidão para produzir uma plântula normal sob condições favoráveis de campo.

É de fundamental importância o conhecimento das condições ótimas de germinação de sementes. Segundo Albuquerque *et al.* (1998), o substrato e a temperatura ótima de germinação varia entre as sementes de diferentes espécies, sendo necessários estudos sobre esse tema.

Uma das premissas básicas para que uma semente inicie o processo germinativo e se desenvolva normalmente é o fornecimento de água, sendo este relacionado diretamente ao tipo de substrato utilizado e as condições de temperatura durante o processo de germinação. Para Carvalho e Nakagawa (1988), a absorção de água resulta na reidratação dos tecidos com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, fornecendo energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento, por parte do eixo embrionário.

O substrato deve ser mantido suficientemente úmido durante a realização do teste a fim de dar às sementes a quantidade necessária de água para sua germinação e aeração (BRASIL, 2009). Deve-se levar em consideração que a disponibilidade de água propiciada pelo substrato às sementes culmina em uma mais rápida absorção, desencadeando o início da germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988), evitando a formação de película de água

sobre a semente, a qual impede a penetração de oxigênio e contribui para a proliferação de patógenos (POPINIGIS, 1977).

De acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), na escolha do substrato deve ser levada em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à quantidade de água e sua sensibilidade à luz. Os substratos comumente recomendados nas RAS são o de papel (toalha, papel mata-borrão e de filtro) e areia, com indicações sobre a quantidade de água utilizada em cada tipo de substrato. Entretanto, existem poucas recomendações para espécies florestais, sendo que para o gênero *Vochysia* não existe ainda nenhuma indicação.

Outro efeito considerável sobre o processo germinativo é a temperatura, onde, até certo limite, influencia a absorção de água e as reações bioquímicas. A germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura, sendo que acima ou abaixo da temperatura ideal a germinação não ocorrerá (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988). Embora, temperaturas altas, além da ótima, aumentem a velocidade de germinação, temperaturas mais baixas que a ótima provocam a diminuição da velocidade, porém somente sementes vigorosas conseguem germinar nessas condições (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988; FLORIANO, 2004; MARCOS FILHO, 2005).

A temperatura ótima de germinação está diretamente associada às características ecológicas da espécie, estando relacionada com a temperatura encontrada nas regiões de origem, na época propícia para a germinação natural da espécie (BORGES; RENA, 1993). Para a maioria das espécies tropicais e subtropicais, a temperatura mais recomendada para a germinação está entre 20 °C e 30 °C, proporcionando maior potencial de germinação (SILVA; AGUIAR, 1998). Porém, outros autores recomendam para as espécies florestais apenas o uso de temperaturas alternadas por simularem o ambiente natural das florestas (OLIVEIRA *et al.*, 1989). Para outras espécies do gênero *Vochysia*, foi observado o melhor comportamento germinativo na temperatura de 25 °C em sementes de *Vochysia haenkiana* Mart. (SILVA *et al.*, 2000) e em sementes de *Vochysia tucanorum* Mart. (BARBOSA *et al.*, 1999).

O processo germinativo das sementes de espécies nativas dificilmente é perfeitamente sincronizado, havendo uma distribuição de sua frequência ao longo do tempo. Pelo índice de sincronização é expressa a entropia informacional ou incerteza associada à distribuição de frequências (LABOURIAU; AGUDO, 1987). Então, quanto menor for o valor do índice de sincronização, mais sincronizada será a germinação no tempo (SANTANA; RANAL, 2000). Em experimentos em laboratório é essencial uma maior sincronização, tornando-se necessário

para algumas espécies, o uso de tratamentos que uniformizem a mesma (ESCHIAPATI-FERREIRA; PEREZ, 1997).

O comportamento de cada espécie de semente com relação a temperatura e substrato ótimo varia entre as espécies, principalmente as florestais (PACHECO *et al.*, 2006, STOCKMAN *et al.*, 2007), tornando-se importante o desenvolvimento de pesquisas sobre esse tema. A temperatura e substrato adequado para sementes florestais nativas vêm sendo estudada por diversos autores, podendo-se citar Lima *et al.* (2006) que verificaram que a germinação de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. foi influenciada pela temperatura, mas não pelo substrato. Para a germinação de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. tanto a temperatura como o substrato influenciaram a porcentagem de germinação (PACHECO *et al.*, 2006). Para a sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. as temperaturas de 20 °C e 25 °C com os substratos papel toalha, vermiculita e areia foram os que obtiveram melhores resultados de germinação (REGO *et al.*, 2009).

2.3. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR ESTAQUIA

A propagação vegetativa consiste na multiplicação assexuada de partes da planta a fim de gerar um indivíduo geneticamente idêntico à planta mãe. Não ocorre recombinação gênica, visto que se utilizam segmentos vegetativos como caules, folhas ou raízes (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; FERRARI *et al.*, 2004; HARTMANN *et al.*, 2011). Assim, a constituição genética é mantida inalterada nos descendentes, ocorrendo a formação de clones (XAVIER *et al.*, 2009).

Diversas são as vantagens proporcionadas pelo uso da propagação vegetativa. Dentre elas estão a fixação de genótipos selecionados, uniformidade de populações, facilidade de propagação, antecipação do período de florescimento, combinação de mais de um genótipo numa planta matriz e maior controle nas fases de desenvolvimento (HARTMANN *et al.*, 2011). Na silvicultura vem sendo aprimorado o uso dessa forma de propagação, por apresentar resultados importantes no melhoramento genético das espécies, além da formação de florestas comerciais mais homogêneas (XAVIER *et al.*, 2009).

É justificável o uso da propagação vegetativa, principalmente em espécies florestais nativas, que possuem dificuldades na produção de mudas via sementes e na obtenção das

mesmas, de difícil armazenamento, com dormência ou baixo potencial germinativo (FERRARI *et al.*, 2004).

Quando o objetivo é a produção de mudas para fins de recomposição de áreas degradadas por meio da reprodução assexuada, torna-se necessária a escolha criteriosa das matrizes que irão fornecer o material a ser propagado. Deve-se principalmente utilizar indivíduos não aparentados, coletados com certa distância uns dos outros, de populações diferentes, a fim de gerar mudas com genótipos variados. O desenvolvimento de pesquisas sobre a propagação vegetativa de espécies florestais nativas gera alternativas para a produção de mudas, aprimorando e definindo métodos visando o melhoramento genético e o reflorestamento (RODRIGUES, 1990).

O princípio da propagação vegetativa por estaquia consiste em promover o enraizamento adventício de segmentos destacados da planta matriz que, sendo submetidos às condições favoráveis, originam uma nova planta completa. Os segmentos utilizados são denominados estacas, podendo ser confeccionadas a partir de ramos caulinares, raízes e folhas (FACHINELLO *et al.*, 1994; HARTMANN *et al.*, 2011).

A estaquia só é possível devido à totipotência que as células vegetais possuem, ou seja, a capacidade das células diferenciadas da região do corte se desdiferenciam retornando à capacidade meristemática necessária para o desenvolvimento de uma nova planta (KERBAUY, 2004). Assim, o enraizamento das estacas tem origem no grupo de células próximas ao corte que retornam às suas funções meristemáticas, convertendo-se em primórdios radiciais (HARTMANN *et al.*, 2011).

O sucesso da propagação via estaquia de uma determinada espécie vai depender de diversos fatores que estão relacionados ao enraizamento, variando para cada espécie, como também de acordo com o tratamento subsequente. A facilidade ou não de enraizar é explicada pelo conhecimento dos fatores intrínsecos, como estágio fisiológico da planta matriz, balanço hormonal, juvenildade e idade da planta matriz, e extrínsecos da estaca, como a época do ano, tipo de estaca, luz, temperatura e umidade (ONO; RODRIGUES, 1996; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; FERRARI *et al.*, 2004, FERRIANI, 2006).

2.4. FATORES INTRÍNSECOS RELACIONADOS AO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS

A indução do sistema radicial é vinculada à ação em conjunto dos fatores endógenos das estacas, onde os hormônios vegetais, carboidratos, compostos nitrogenados e vitaminas influenciam o enraizamento.

A auxina é o grupo hormonal mais conhecido e um dos primeiros hormônios descobertos, sendo responsável por inúmeros efeitos fisiológicos as plantas, dentre os quais, a diferenciação de tecidos. O ácido indol acético (IAA) foi a primeira auxina identificada, uma auxina natural promotora do crescimento vegetal. É sintetizada principalmente em regiões meristemáticas, ápices caulinares e radiculares, flores, frutos e folhas jovens, de onde é translocada para outros tecidos por meio do transporte polar, atuando sobre o crescimento e diferenciação celular (KERBAUY, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Juntamente com o ácido indol acético (IAA), o ácido indol butírico (IBA) forma o grupo das auxinas mais conhecidas. Atua no alongamento celular, respostas a estímulos unidirecionais, crescimento apical do caule, desenvolvimento de frutos, abscisão foliar e formação de raízes adventícias em estacas (KERBAUY, 2004).

Os níveis de IAA livre nos tecidos são controlados por mecanismos de biossíntese, conjugação, degradação, transporte e compartimentalização, influenciados pela idade fisiológica da planta ou por fatores externos (KERBAUY, 2004). Segundo Taiz e Zeiger (2009), as auxinas podem ser encontradas naturalmente nos tecidos vegetais na forma livre ou conjugada, sendo a forma livre biologicamente ativa, a qual pode ser prontamente utilizada pela planta. No entanto, a maior parte encontra-se na forma conjugada, sendo considerados hormônios inativos. A regulação dos níveis de auxinas livre é controlada principalmente pelo metabolismo da auxina conjugada, a qual também possui a função de armazenamento, proteção contra degradação oxidativa e transporte de IAA (TAIZ, ZIEGER, 2009). A degradação da auxina pode ocorrer por meio da fotoxidação e pela oxidação enzimática relacionada com a enzima peroxidase, controlando a atividade do sistema IAA-oxidase/peroxidase, onde os compostos fenólicos atuam como um fator contributivo sobre a ativação desse sistema regulando os níveis hormonais da planta (ONO; RODRIGUES, 1996).

De acordo com Zuffellato-Ribas e Rodrigues (2001), a concentração de auxinas está correlacionada com a inibição ou estímulo para a indução de primórdios radiciais, promovendo diferenciação dos tecidos. Segundo os mesmos autores, a concentração de

auxinas regula o enraizamento das estacas, onde seu nível ótimo promove o desenvolvimento de raízes adventícias na base das estacas; por conseguinte, concentrações abaixo do nível ótimo não são eficazes no enraizamento e acima desse nível, inibem a formação de raízes.

O enraizamento das estacas é influenciado pela auxina, porém esta não é a única substância envolvida neste processo. De acordo com Yoshikawa *et al.* (1986), os cofatores são substâncias endógenas sinérgicas às auxinas atuando no enraizamento das estacas.

Compostos fenólicos se apresentam como sinérgicos ou antagonistas ao enraizamento devido seu efeito sobre o sistema de degradação da auxina (IAA-oxidase). Dessa maneira, atuam como promotores ou inibidores durante o processo (FERRIANI, 2009). Segundo Ono e Rodrigues (1996) os polifenóis (ácido caféico, ácido ferúlico, ácido gálico, dentre outros) diminuem a atividade do sistema IAA-oxidase, aumentando assim a concentração de auxina. Já os monofenóis (ácido salicílico, ácido p-cumárico, dentre outros) aumentam a atividade de IAA-oxidase, diminuindo a concentração de auxina (ONO; RODRIGUES, 1996). A oxidação de compostos fenólicos libera exsudados tóxicos ao tecido da estaca, reduzindo a capacidade de enraizamento (FACHINELLO *et al.*, 1994).

A presença de carboidratos em si não promove o enraizamento, mas contribui para iniciação de raízes adventícias por ser uma fonte de energia e de carbono para a síntese de outras substâncias essenciais para a formação das raízes. É importante a relação entre a auxina e carboidratos, pois a auxina aumenta a disponibilidade de açúcares e compostos nitrogenados na base da estaca, oferecendo energia para o processo de crescimento de raízes adventícias (ONO; RODRIGUES, 1996; HARTMANN *et al.*, 2011).

Com relação à idade das plantas matrizes, deve-se priorizar o uso de estacas provenientes de material vegetativo juvenil as quais enraízam com maior facilidade, com formação de raízes mais rapidamente e de melhor qualidade. Isso se deve à maior concentração de auxina endógena e ao pleno crescimento e desenvolvimento (FACHINELLO *et al.*, 1994; HARTMANN *et al.*, 2011).

As raízes adventícias podem se originar nas células epidérmicas, córtex, câmbio, floema secundário, periciclo e cilindro vascular (ONO; RODRIGUES, 1996), ou de calos produzidos na base das estacas (HARTMANN *et al.*, 2011). As células se tornam meristemáticas, dividem-se e originam primórdios radiciais. Após, as células adjacentes ao câmbio e ao floema iniciam a formação de raízes adventícias (FACHINELLO *et al.*, 1994). Porém, barreiras anatômicas podem dificultar o enraizamento. Para algumas espécies, a presença de fibras e esclereídes no floema primário do caule da estaca forma um anel

contínuo na região cortical do caule, que bloqueia mecanicamente o primórdio radicial formado (LOVELL; WHITE, 1986).

Segundo Appezzato-da-Glória e Hayashi (2004) caules mais velhos podem apresentar uma bainha de esclerênquima perivascular que pode constituir um obstáculo ao crescimento da raiz ou desviar o curso de seu crescimento radial. Devido a essas características, o uso de estacas apicais ou rejuvenescidas possibilita maior enraizamento devido à menor presença de barreiras anatômicas que podem interferir negativamente na formação de raízes adventícias (FACHINELLO *et al.*, 1994; HARTMANN *et al.*, 2011).

2.5. FATORES EXTRÍNSECOS RELACIONADOS AO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS

O sucesso da estaquia também é influenciado por fatores exógenos, tais como época de coleta das estacas, temperatura, disponibilidade de água, luminosidade, substrato, dentre outros (FACHINELLO *et al.*, 1994; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; HARTMANN *et al.*, 2011).

Segundo Zuffellato-Ribas e Rodrigues (2001) um fator decisivo para obtenção de êxito de enraizamento é a época do ano em que se obtêm as estacas. Esse fato está relacionado ao nível endógeno de auxina, cofatores e inibidores do enraizamento, variando de acordo com a estação do ano, influenciando no enraizamento adventício onde, para algumas espécies, estacas retiradas durante o período de intenso crescimento vegetativo (primavera/verão) possuem maior capacidade de enraizamento. Outro fator positivo relacionado ao período mais quente é de que as estacas apresentam-se mais herbáceas em relação a outras épocas (FACHINELLO *et al.*, 1994; HARTMANN *et al.*, 2011).

A influência da época de coleta pode ser atribuída a condições climáticas, como temperatura, luminosidade e disponibilidade de água. A intensidade luminosa está relacionada principalmente à fotossíntese e a degradação de compostos como a auxina (ONO; RODRIGUES, 1994; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). A umidade deve ser suficiente para a manutenção das brotações.

Existe certa diversidade de comportamento quanto à melhor estação do ano para a coleta do material vegetativo, onde para espécies de fácil enraizamento a literatura cita que as estacas podem ser colhidas em qualquer época do ano, enquanto para outras espécies, o

período de maior enraizamento coincide com a estação de repouso ou com a estação de crescimento (PAIVA; GOMES, 1993; WENDLING *et al.*, 2002).

Quanto ao fator umidade, a manutenção da turgescência das estacas é decisiva no enraizamento das mesmas. Uma das principais causas do fracasso do enraizamento é a morte da estaca causada pelo dessecamento das folhas antes de haver o enraizamento (JANICK, 1966¹, citado por ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001).

A temperatura do leito de enraizamento deve variar de 21 a 27°C durante o dia e ao redor de 15°C durante a noite (HARTMANN *et al.*, 2011), mantendo uma umidade relativa do ar em torno de 80% (WENDLING *et al.*, 2002). O aumento da temperatura favorece a divisão celular, porém, também estimula a transpiração, levando as estacas ao dessecamento (FACHINELLO *et al.*, 1994; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). A manutenção da turgescência das estacas pode ser obtida por meio do controle da umidade relativa dentro da casa de vegetação. Para isso, são utilizados sistemas de nebulização, os quais formam uma fina película de água na superfície das folhas das estacas, reduzindo a transpiração e mantendo uma temperatura relativamente constante na superfície destas (PAIVA; GOMES, 1993), mantendo dessa forma as folhas funcionais por mais tempo, o que pode ser decisivo no enraizamento de algumas espécies (HARTMANN *et al.*, 2011).

Para escolha do substrato apropriado, deve-se considerar as qualidades que auxiliem a iniciação radicial da estaca e, ao mesmo tempo, propicie suporte da estaca durante o enraizamento (PAIVA; GOMES, 1993; FACHINELLO *et al.*, 1994). O substrato ideal pode variar para cada espécie, porém deve ser poroso, ocasionando uma boa relação entre o teor de água e aeração (WENDLING *et al.*, 2002).

2.6. REGULADORES VEGETAIS

O uso de reguladores vegetais na propagação vegetativa tem como objetivo potencializar o enraizamento na indução do sistema radicial (FERRIANI, 2006). É indicado para espécies que apresentam baixos níveis de auxina endógena, sendo necessária a complementação exógena para otimizar o enraizamento (HINOJOSA, 2000).

¹ JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1966. 485 p.

Contudo, a aplicação exógena de auxina não garante o sucesso do enraizamento. Segundo Hartmann *et al.* (2011) existem três classes de plantas quanto ao enraizamento, sendo elas:

1. Aquelas em que as estacas enraízam facilmente, pois seus tecidos apresentam substâncias endógenas, inclusive auxina, essenciais à iniciação radicial;
2. Aquelas em que as estacas enraízam de modo relativamente fácil, pois apresentam cofatores do enraizamento, sendo a auxina o fator limitante. Estas enraízam com a aplicação de auxina exógena;
3. Aquelas de difícil enraizamento, pois apresentam falta de atividade de um ou mais cofatores, embora possuam ou não auxina endógena. Essas estacas não respondem ou respondem muito pouco a aplicação de auxinas exógenas.

Reguladores vegetais são substâncias exógenas aplicadas nas plantas que irão induzir um efeito fisiológico semelhante a um hormônio, como a formação de raízes adventícias. No caso do grupo das auxinas, são utilizados o ácido indol butírico (IBA) e o ácido naftaleno acético (NAA). De acordo com Fachinello *et al.* (1994) e Hartmann *et al.* (2011), o IBA é considerado o regulador vegetal mais efetivo para a maioria das espécies, por ser mais estável que o IAA. Com relação às demais auxinas sintéticas é menos tóxico que o NAA, estável à luz, não sendo degradado pelo sistema IAA-oxidase.

O uso dessas substâncias promotoras do enraizamento é amplamente difundido na propagação vegetativa. É possível obter uma maior porcentagem de rizogênese com redução do tempo de permanência no leito de enraizamento, gerando raízes vigorosas e uniformes, podendo acelerar o processo de formação de mudas, características que podem variar de acordo com a espécie (WENDLING; XAVIER, 2001). Segundo Kersten *et al.* (1993), as respostas à aplicação do IBA são bastante variáveis, principalmente com relação à concentração, tempo e profundidade de imersão, tipo de estaca, época de realização, cultivares e formulações.

Os tratamentos utilizando auxinas sintéticas podem ser sob a forma de solução aquosa ou em presença de solventes orgânicos, gel ou talco (ONO; RODRIGUES, 1996; HARTMANN *et al.*, 2011). Na produção comercial de mudas, a aplicação de reguladores vegetais via talco é mais utilizada devido ao seu fácil manuseio, gerando melhores resultados. Porém, a aplicação via líquida geralmente é mais efetiva que a aplicação por talco, por proporcionar tratamentos mais uniformes quanto à disponibilidade de regulador vegetal aplicado na estaca (ONO; RODRIGUES, 1996).

A concentração a ser aplicada de auxina sintética varia de acordo com a espécie considerada, onde essas concentrações podem gerar aumento do enraizamento como também sua inibição. A formação de raízes adventícias ocorre em um nível ótimo de auxina mostrando um aumento progressivo de enraizamento e qualidade das raízes com a elevação das concentrações de auxina até um ponto máximo. Concentrações abaixo do nível crítico não são eficazes, com pouca formação de raízes e calos que podem não se desdiferenciar em raízes. Já concentrações supraótimas impedem a formação de raízes por causarem fitotoxicidade à planta, podendo ocorrer necrose da base ou total da estaca (ONO; RODRIGUES, 1996).

2.7. ANTIOXIDANTES

A oxidação de compostos fenólicos, fenômeno responsável pela liberação de exsudados tóxicos ao tecido da estaca, tem sido apontada como fator que pode reduzir a capacidade de enraizamento, onde o controle dessas reações pode vir a favorecer a formação de raízes (FACHINELLO *et al.*, 1994). Os processos oxidativos tornam-se uma forte barreira na diferenciação dos tecidos ocorrendo principalmente em espécies lenhosas por serem ricas em compostos fenólicos, substâncias provenientes do metabolismo secundário (FERRARI; WENDLING, 2004; TEIXEIRA, 2011).

Os compostos fenólicos, além de terem ação sinérgica à auxina, são, também, antagonistas ao enraizamento devido ao seu efeito na degradação da auxina. Enquanto os polifenóis promovem o enraizamento, os monofenóis inibem o enraizamento por meio da ativação da IAA-oxidase, diminuindo a concentração de auxina (ONO; RODRIGUES, 1996). Sendo assim, o sucesso do enraizamento não está relacionado apenas pelos níveis de auxina endógena, pois, segundo Janick (1966)² citado por Ferrari e Wendling (2004), a presença de inibidores também resulta em baixos índices de enraizamento em algumas espécies.

O processo de oxidação de compostos fenólicos é caracterizado pelo escurecimento dos tecidos que sofreram injúrias causadas, por exemplo, por cortes (FERRARI; WENDLING, 2004; TANG *et al.*, 2004). A oxidação fenólica ocorre por meio da enzima polifenol oxidase, presente nos plastídeos. Com a ação das polifenases, substâncias fenólicas são oxidadas, transformando-se em substâncias altamente ativas chamadas quinonas, que

² JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1966. 485 p.

podem oxidar proteínas de membrana ou enzimas, liberando flavonóides, taninos, fenóis simples e radicais livres que causam escurecimento dos tecidos, fitotoxicidade, inibem o crescimento de raízes adventícias e até mesmo causam a morte celular (FACHINELLO *et al.*, 1994; TEIXEIRA, 2011). O efeito prejudicial dos radicais livres, como peróxido de hidrogênio, superóxido, oxigênio single, íon hidroxila, óxido nítrico e óxido nitroso, ocorre quando eles estão em quantidade excessiva no organismo, ultrapassando a capacidade do organismo em neutralizá-los com seus sistemas naturais (NUNES, 2008), atacando ligações insaturadas de moléculas lipídicas, proteínas, carboidratos e nucleotídeos, causando a morte celular (GENEMA, 2005).

Segundo Teixeira (2011), a oxidação fenólica é altamente dependente do genótipo, sendo alguns gêneros mais suscetíveis que outros à essa oxidação. Por meio dessa oxidação é gerada uma dificuldade no estabelecimento das estacas, podendo ocasionar alta mortalidade (GOULART; XAVIER, 2010). Alguns procedimentos para a redução da oxidação fenólica podem ser adotados como a utilização de substâncias antioxidantes, redução dos danos mecânicos e químicos causados, lavagem dos propágulos vegetativos em água corrente, utilização de meios básicos mais diluídos e remoção de substâncias fenólicas, entre outros (XAVIER *et al.*, 2009).

O uso de algumas substâncias antioxidantes tem sido eficiente na inativação de substâncias inibidoras do enraizamento, favorecendo a indução radicial por controlar a oxidação fenólica das estacas (GOULART, 2006). Essas substâncias causam a inativação dos radicais livres, na complexação de íons metabólicos ou na redução dos peróxidos para produtos incapazes de formar radicais livres com potencial para se oxidar (ARAÚJO, 1985³, citado por GOULART, 2006).

Na propagação vegetativa, pode-se citar os seguintes antioxidantes utilizados: ácido ascórbico, ácido cítrico, cisteína, polivinilpirrolidona (PVP), rosmanol, carvão ativado, L-cisteína, ditiotreitól, tiuréia, albumina de soro bovino e água de coco (FACHINELLO *et al.*, 1994; FERRARI; WENDLING, 2004; GOULART, 2006; COSTA *et al.*, 2007). Essas substâncias podem atuar inibindo a síntese ou a ação de enzimas ligadas à oxidação dos polifenóis ou agir como adsorventes dessas substâncias.

O antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) é uma poliamida que possui função adsorvente de ácidos aromáticos, aldeídos e fenóis, sendo muito utilizada em cromatografias. O PVP previne a oxidação e polimerização por meio da adsorção de fenóis por ligações de

³ ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**: teoria e prática. Viçosa, MG: Editora UFV, 1985. 355 p.

hidrogênio, adsorvendo também quinonas, que são produtos da oxidação fenólica. Esse antioxidante é muito empregado na micropropagação de plantas que apresentam oxidação de seus explantes, controlando a oxidação de substâncias fenólicas (TEIXEIRA, 2011).

Na macropropagação vegetal, são incipientes os trabalhos que utilizam o antioxidante PVP como tratamento contra a oxidação das estacas. Pode-se citar o trabalho realizado por Ferrari e Wendling (2004), onde o uso de antioxidantes ácido cítrico e PVP foram benéficos para o pegamento e sobrevivência dos enxertos de erva-mate.

Em estaquia, o uso de substâncias antioxidantes sobre o enraizamento adventício é pouco elucidado. O uso de ácido ascórbico, por exemplo, favoreceu a indução radicial em miniestacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex. Malme (FERRIANI, 2009). Já o uso de PVP teve efeito positivo em miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, as quais responderam com mais eficiência quando tratadas com este antioxidante, proporcionando melhores resultados na sobrevivência na saída da casa de vegetação, no enraizamento e na altura das miniestacas na saída da casa de sombra (GOULART; XAVIER, 2010).

2.8. REJUVENESCIMENTO

Em espécies de plantas lenhosas difíceis de enraizar, a facilidade de formação de raízes adventícias declina com a idade das plantas. Sabe-se que ramos mais jovens e em bom estado nutricional tendem a ter melhores resultados quanto ao enraizamento (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; HARTMANN *et al.*, 2011). As fases juvenil e adulta de uma planta são distintas, com características anatômicas, fisiológicas e bioquímicas específicas em cada fase (WENDLING; XAVIER, 2001) proporcionando respostas diferentes quanto ao enraizamento adventício. A transição da fase juvenil para a madura das plantas tem sido referida como fase de mudanças, pelo envelhecimento ontogenético ou envelhecimento meristemático (HARTMANN *et al.*, 2011).

O sucesso do enraizamento está relacionado com a idade fisiológica ou ontogenética, e não à idade cronológica das estacas (WENDLING; XAVIER, 2001; HARTMANN *et al.*, 2011), tornando-se importante saber quais indivíduos ou órgãos e tecidos se apresentam juvenis ou podem ser rejuvenescidos. Por meio do rejuvenescimento é possível aumentar o percentual de enraizamento da espécie, formando um sistema radicial com maior rapidez,

qualidade e vigor em relação ao proveniente de estacas de material maduro (WENDLING; XAVIER, 2001).

A reversão do estado adulto para o juvenil, isto é, rejuvenescimento, consiste em utilizar alguns tratamentos ou técnicas especiais como estaquia seriada, enxertia seriada, micropropagação, anelamento, poda drástica, poda de renovação, curvamento, ou quimicamente com a aplicação de citocininas ou giberelinas exógenas para a indução de brotações juvenis (WENDLING; XAVIER, 2001; BITENCOURT, 2009; HARTMANN *et al.*, 2011).

Pela técnica de poda drástica é realizado um corte raso em árvores adultas, denominadas cepas, para induzir o crescimento das gemas dormentes com desenvolvimento de novos ramos denominados brotações juvenis “de toco” ou “de touça” (FERRIANI, 2009). Por meio da poda drástica ocorre o estímulo da desdiferenciação e posterior rediferenciação das células do câmbio, promovendo brotações nas gemas (NEVES *et al.*, 2006), devido a perda do meristema apical, principal fonte de auxina, causando um decréscimo na relação auxina/citocinina, ocasionando um aumento da concentração de citocininas, que por sua vez, irão promover o crescimento das gemas laterais (TAIZ; ZEIGER, 2009). Com isso, ocorre a indução dessas gemas presentes na casca do caule, denominadas gemas epicórmicas, que encontravam-se dormentes, as quais promovem a formação de novas brotações, chamadas de brotações epicórmicas, as quais recompõem a copa da planta (SEITZ, 1996).

Da mesma forma ocorre na curvatura de caule. A prática da envergadura acarreta na perda da dominância apical da planta matriz, promovendo o desenvolvimento das gemas laterais (TAIZ; ZEIGER, 2009) culminando com a formação de brotações epicórmicas, resgatando assim as características juvenis do material adulto (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2003).

Resultados promissores têm sido relatados com o uso do rejuvenescimento em espécies de difícil enraizamento, com dados de elevadas porcentagens de formação de raízes adventícias. Em diferentes variedades de nespereiras (*Eriobotrya japonica* Lindl.), a poda de manutenção juntamente com a aplicação de IBA promoveu o enraizamento de 90% das estacas (SCALOPPI JUNIOR *et al.*, 2004). Para estaquia de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) o material rejuvenescido proveniente de decepa, apresentou os melhores resultados quanto à porcentagem de estacas enraizadas (66%), número de raízes (13 raízes/estaca) e comprimento médio das três maiores raízes (28 mm/estaca), quando comparadas àquelas provenientes de brotações do ano (9% de enraizamento; 2,3 raízes e 4,5 mm; respectivamente) (BITENCOURT *et al.*, 2009).

Por meio da técnica de miniestaquia, para a espécie de difícil enraizamento *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex. Malme o uso de miniestacas provenientes de plantas produzidas via semente promoveu 45% de enraizamento sem aplicação de IBA (FERRIANI *et al.*, 2011). Resultado semelhante foi encontrado em miniestacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax onde o uso de brotações juvenis mostrou-se promissor para o enraizamento adventício, apresentando 81% de enraizamento sem aplicação de regulador (FERREIRA *et al.*, 2010).

3. CAPÍTULO I: GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Vochysia bifalcata* Warm. EM DIFERENTES SUBSTRATOS E CONDIÇÕES DE TEMPERATURA

RESUMO

A guaricica (*Vochysia bifalcata*) é uma espécie arbórea nativa do Brasil, presente na vegetação secundária da Floresta Ombrófila Densa dos Estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, sendo de grande importância na regeneração de áreas degradadas e para fins madeireiros. Este estudo teve por objetivo determinar os efeitos de diferentes temperaturas (20 °C, 25 °C e 30 °C) e substratos (rolo de papel, papel mata-borrão e vermiculita) na germinação de sementes de *Vochysia bifalcata*, as quais foram mantidas em germinadores sob luz constante. Foram realizadas avaliações diárias até o 20º dia após a semeadura, analisando as seguintes variáveis: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e índice de sincronização. Dentre as temperaturas estudadas, a temperatura de 25 °C, nos substratos papel mata-borrão e vermiculita apresentaram a maior germinação (70 e 73%) e maior velocidade de germinação, porém, com menor sincronismo. Assim, para o teste de germinação de guaricica é recomendado o uso dos substratos papel mata-borrão ou vermiculita na temperatura de 25 °C.

Palavras-chave: Vochysiaceae, guaricica, percentual de germinação, velocidade de germinação

GERMINATION OF *Vochysia bifalcata* Warm. ON DIFFERENT SUBSTRATES AND TEMPERATURE CONDITIONS

ABSTRACT

Guaricica (*Vochysia bifalcata*) is a native Brazilian species, which occurs within the secondary vegetation of the Dense Ombrophylous Forest in the States of Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais, being of great importance in the regeneration of degraded areas and for timber production. The main objective of this study was to analyze the effects of different temperatures (20 °C, 25 °C and 30 °C) and substrates (paper roll, blotting paper and vermiculite) during the germination of *Vochysia bifalcata* seeds. The germination tests were conducted inside a germination chamber under constant illumination. For 20 days after the installation, daily evaluations were realized analyzing the following variables: germination percentage, germination speed index, average germination time and synchronization index. A temperature of 25 ° C in blotting paper and vermiculite substrate showed the highest germination percentage (70 and 73%) and higher speed of germination, but with less synchronism. It is recommended, for *Vochysia bifalcata* germination test, the use of blotting paper and vermiculite as substrates a temperature of 25 °C.

Key words: Vochysiaceae, guaricica, germination percentage, speed of germination

3.1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de técnicas para a produção de mudas de espécies nativas em viveiros tem sido uma das etapas mais importantes dos programas de recuperação ambiental. Para tanto, análises de sementes das mesmas são necessárias para o conhecimento referente às condições ideais de germinação, tornando-se primordial para o sucesso da produção de mudas (BORGES *et al.*, 2007; REGO *et al.*, 2009).

A multiplicação de espécies florestais nativas é limitada, visto que para a maioria ainda não está estabelecido nenhum parâmetro para o teste de germinação (NOVEMBRE *et al.*, 2007). Isso pode ser notado nas Regras de Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009) onde são encontradas poucas recomendações para análise de espécies florestais, embora algumas sejam intensamente cultivadas com condições já estabelecidas.

Conhecer as condições que proporcionem germinação rápida e uniforme das sementes é extremamente útil para fins de semeadura. A germinação rápida e o desenvolvimento homogêneo de plântulas reduzem os cuidados por parte dos viveiristas, uma vez que as mudas se desenvolverão mais rapidamente, promovendo um povoamento mais uniforme no campo, onde estarão expostas às condições adversas do ambiente (PACHECO *et al.*, 2006). Segundo Carvalho e Nakagawa (1988), o processo germinativo varia para cada espécie, sendo influenciado por fatores extrínsecos às sementes, como disponibilidade de água e temperatura. Assim, são de grande importância testes de germinação que estabeleçam a temperatura e o substrato ótimos para determinada espécie.

A germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura, onde a ideal será aquela que proporcione maior potencial de germinação em menor tempo (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988). Dentre as diversas espécies existentes, ocorre grande variação quanto à temperatura ideal de germinação de suas sementes, cuja faixa, em geral, situa-se entre as temperaturas encontradas na sua região de origem, na época propícia à emergência natural (ANDRADE *et al.*, 2000). Para a maioria das espécies tropicais e subtropicais, temperaturas entre 20 e 30 °C tem sido demonstradas como as mais adequadas para a germinação (SILVA; AGUIAR, 1998).

O fornecimento de água é uma condição essencial para que a semente inicie a germinação e se desenvolva, variando a quantidade para cada tipo de substrato devido suas propriedades físicas. Este substrato deve ser mantido suficientemente úmido durante a realização do teste, disponibilizando a quantidade necessária de água para a germinação das

sementes, evitando a formação de película de água sobre as mesmas, a qual impede a penetração de oxigênio e contribui para a proliferação de patógenos (BRASIL, 2009).

A espécie em estudo, *Vochysia bifalcata* Warm., conhecida popularmente como guaricica ou pau-de-vinho, pertence à família Vochysiaceae, é uma planta de hábito arbóreo, que pode alcançar aproximadamente 25 m de altura e 100 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), com copa densa perenifólia. É uma espécie secundária inicial que forma agrupamentos densos na fase de capoeira, sendo dominante até a fase de capoeirão. A espécie encontra-se distribuída de forma natural na Floresta Ombrófila Densa nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. É recomendada para revegetação e recuperação de áreas degradadas, além do seu potencial madeireiro (NEGRELLE *et al.*, 2007; CARVALHO, 2008). No entanto, o desconhecimento das condições necessárias para a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Vochysia bifalcata* em viveiros acarreta dificuldades na produção de suas mudas (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006).

Diante da importância de estudos sobre a influência da temperatura e do substrato no teste de germinação de sementes de espécies nativas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes substratos e condições de temperatura sobre o comportamento germinativo de sementes de *Vochysia bifalcata*.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos frutos de *Vochysia bifalcata* foi realizada na Reserva Natural do Morro da Mina, pertencente à Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), no município de Antonina – PR, entre os paralelos 25°21' e 25°25' S e 48°46' e 48°51' W, altitude aproximada de 23 m, solo do tipo cambissolo háplico Tb distrófico. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, isto é, clima caracterizado como subtropical com temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média do mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

Em dezembro de 2010, foram selecionadas quatro plantas matrizes adultas, das quais foram coletados seus frutos, sendo estes armazenados em separados. Os frutos foram submetidos à secagem natural à temperatura ambiente por 72 horas, para completa abertura e liberação das sementes.

As sementes foram levadas ao Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba – PR, para realização dos experimentos. Primeiramente foi realizado o processo de seleção manual das sementes para a remoção de sementes imaturas, infectadas, sem ala, de menor tamanho e material inerte, formando um lote de sementes de *Vochysia bifalcata*.

Posteriormente, as sementes puras provenientes das quatro plantas matrizes foram misturadas compondo um único lote, passando pelo processo de homogeneização manual, com a finalidade de obter amostras mais representativas do lote. As análises de sementes foram baseadas nas Regras de Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), sendo elas:

Análises físicas

Para as análises físicas das sementes de *Vochysia bifalcata* foram realizados testes para obtenção do peso de mil sementes, número de sementes por quilo e grau de umidade das sementes. Para o peso de mil sementes foram utilizadas oito repetições de 100 sementes com alas cada e calculado seu coeficiente de variação. Para a determinação do grau de umidade de sementes foram utilizadas quatro amostras de 25 sementes secadas em estufa com ventilação forçada a $105 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ por 24 horas. Para todas as variáveis analisadas foram utilizadas sementes com a presença de ala.

Teste de germinação

Para o teste de germinação de sementes de *Vochysia bifalcata* foram utilizados três diferentes tipos de substratos (rolo de papel toalha tipo germiteste, papel mata-borrão e vermiculita de granulometria fina) e três diferentes temperaturas (20 °C, 25 °C e 30 °C).

Previamente ocorreu a preparação dos substratos, onde se procedeu a esterilização em estufa regulada a $105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ por 24 horas. O rolo de papel toalha e papel mata-borrão foram umedecidos adicionando-se 2,5 vezes o peso do papel seco em quantidade de água destilada (Brasil, 2009) e o substrato vermiculita granulometria fina foi previamente umedecido na proporção de 20 g de substrato em 50 mL de água destilada.

As sementes com ala foram colocadas para germinar sobre os substratos papel mata-borrão e vermiculita em caixas plásticas tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,0 cm), enquanto que para o rolo de papel foram utilizadas três folhas de papel toalha, sendo as sementes dispostas sobre duas folhas e recobertas por outra folha, para posterior confecção dos rolos.

Em seguida, as sementes acondicionadas em seus respectivos substratos foram colocadas em câmaras de germinação do tipo Biomatic reguladas às temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C, sob iluminação contínua.

As avaliações ocorreram diariamente, sendo iniciadas no primeiro dia após a instalação do experimento e encerradas com a avaliação final no 20º dia, quando sementes não germinavam mais. Considerou-se semente germinada aquela que apresentava protrusão da raiz primária com, no mínimo, 2 mm de comprimento.

As variáveis analisadas foram:

- Porcentagem de germinação (%G): foi calculado o percentual de sementes germinadas até a última contagem;
- Índice de velocidade de germinação (IVG): foi avaliado diariamente o número de sementes germinadas, sendo o índice obtido segundo Maguire (1962), conforme a fórmula:

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$$

Onde:

G1, G2 e Gn = número de sementes germinadas computadas na primeira, segunda e última contagem.

N1, N2 e Nn = número de dias após a implantação do teste.

- Tempo médio de germinação (TMG): foi avaliado diariamente o número de sementes germinadas, sendo o índice obtido segundo Laboriau (1983), conforme a fórmula:

$$TMG = \frac{\sum(n_i \cdot t_i)}{\sum n_i}$$

Onde:

n_i = número de sementes germinadas por dia;

t_i = número de dias após a semeadura.

- Índice de sincronização: foi avaliado diariamente o número de sementes germinadas, sendo o índice obtido segundo Labouriau e Agudo (1987), conforme a fórmula:

$$I = \sum f_i \log_2 f_i$$

Onde:

f_i = frequência relativa da germinação no dia i

- Porcentagem de mortalidade das sementes: na avaliação final, foi computada a porcentagem de sementes mortas.

O teste de germinação foi conduzido num delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial de 3 x 3 (três substratos x três temperaturas), com dez repetições de 20 sementes por unidade experimental. As variáveis, cujas variâncias se mostraram homogêneas pelo Teste de Bartlett foram submetidas à análise de variância e, as que apresentaram diferenças significativas pelo teste de F, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as análises físicas de sementes de *Vochysia bifalcata* foram obtidos grau de umidade das sementes de 11,8% (CV= 0,75%), 94,8 g (CV= 1,7%) para o peso de mil sementes e 10.551 sementes por quilo. Contudo, o número de sementes por quilo apresentado encontra-se abaixo da quantidade citada por Carvalho (2008), onde o autor diz que para cada quilo existem de 11.500 a 23.500 sementes, contudo não menciona o grau de umidade dessas sementes, o que pode ter ocasionado esse maior número de sementes, como também pode estar relacionado com a origem das sementes ou a presença de ala nas sementes no momento da realização do teste.

A análise de variância revelou interação entre os fatores estudados para todas as variáveis analisadas, indicando que a germinação de sementes de *Vochysia bifalcata* em laboratório depende da temperatura em que são submetidas e do tipo de substrato (Tabela 1.1).

Verificou-se que as maiores porcentagens de germinação de sementes de *Vochysia bifalcata* foram encontradas na temperatura de 25 °C, nos substratos utilizados com exceção do rolo de papel, diferindo significativamente das demais temperaturas (Tabela 1.2). A maior média para essa variável ocorreu no substrato vermiculita chegando a 73% de germinação, diferindo significativamente apenas do substrato rolo de papel, contradizendo o descrito por Carvalho (2008) que afirma que a germinação da espécie é baixa e irregular, com médias entre 22 a 50%.

Esse comportamento enquadra-se na recomendação para germinação da maioria das espécies florestais, onde a faixa de temperatura constante de 25 °C é a recomendável (RODRIGUES *et al.*, 2008). A maior capacidade germinativa das sementes de *Vochysia bifalcata* à temperatura de 25 °C também foi observada em outras espécies do gênero. Silva *et al.* (2000) estudando a germinação de sementes de *Vochysia haenkiana* Mart. e Barbosa *et al.* (1999) com sementes de *Vochysia tucanorum* Mart., verificaram que a temperatura de 25 °C foi a que promoveu o melhor comportamento germinativo.

Tabela 1.1 - Resultados da análise de variância (Teste F) para o percentual de germinação, mortalidade, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e índice de sincronização de sementes de *Vochysia bifalcata*, submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C e substratos: rolo de papel, papel mata-borrão e vermiculita. Curitiba – PR, 2011

Fontes de variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio				
		Germinação (%)	Mortalidade (%)	IVG ¹	TMG ¹	Índice de Sincronização ¹
Temperatura (A)	2	48028**	48028**	18,08**	468**	7,74**
Substrato (B)	2	995**	995**	1,14**	2,44 ^{ns}	2,85**
Interação A x B	4	7076**	7076**	1,66**	26,37**	3,35**
Erro	81	7505	7505	0,07	2,8	0,23
Total	89					
Coeficiente de variação (%)		20,38	18,23	22,52	21,51	31,83
Teste de Bartlett (X ²)		19,11 ^{ns}	19,11 ^{ns}	10,23 ^{ns}	3,10 ^{ns}	14,22 ^{ns}

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01)

^{ns} não significativo

¹ Dados na forma de índice

Tabela 1.2 - Porcentagem de germinação de sementes de *Vochysia bifalcata* submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011

Temperatura	Substrato			
	Rolo de Papel	Papel Mata-borrão	Vermiculita	Média
20 °C	57 A a	59 A b	61 A b	59
25 °C	62 B a	70 AB a	73 A a	68
30 °C	37 A b	3 B c	6 B c	15
Média	52	44	47	
CV (%)	20,38			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Observa-se que as menores médias para porcentagem de germinação foram obtidas na temperatura de 30 °C em todos os substratos testados, sendo que na avaliação final observou-se que as sementes que não germinaram estavam deterioradas. Nessa mesma temperatura foram evidenciadas altas taxas de mortalidade nas sementes de *Vochysia bifalcata* (Tabela 1.3), sendo encontradas porcentagens de 97 e 94% de mortalidade nos substratos papel mata-borrão e vermiculita, respectivamente. Desta forma, é possível constatar o fato das sementes que não germinaram, nesta temperatura, terem seu processo de deterioração acelerado, com lixiviação do conteúdo celular, criando um ambiente propício para o desenvolvimento de microorganismos (Figura 1.1). O mesmo foi observado por Rego *et al.* (2009), em que a germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. foi prejudicada em temperaturas acima de 30 °C.

Tabela 1.3 – Porcentagem de mortalidade de sementes de *Vochysia bifalcata* submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011

Temperatura	Substrato			
	Rolo de Papel	Papel Mata-borrão	Vermiculita	Média
20 °C	43 A b	41 A b	39 A b	41
25 °C	38 A b	30 AB c	27 B c	32
30 °C	63 B a	97 A a	94 A a	85
Média	48	56	53	
CV (%)	18,23			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.



Figura 1.1 – Avaliação final do teste de germinação de sementes de *Vochysia bifalcata* submetidas à temperaturas constantes de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos (rolo de papel, mata-borrão e vermiculita), aos 20 dias após a sementeira

Em se tratando de índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com a Tabela 1.4, em todos os substratos estudados os valores mais altos foram encontrados na temperatura de 25 °C, diferindo significativamente das demais temperaturas. Considerando a melhor temperatura de germinação (25 °C), o substrato papel mata-borrão foi o mais satisfatório, não diferindo significativamente do substrato vermiculita.

Tabela 1.4 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Vochysia bifalcata* submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011

Temperatura	Substrato			
	Rolo de Papel	Papel Mata-borrão	Vermiculita	Média
20 °C	1,11 A b	0,92 A b	0,99 A b	1,00
25 °C	1,86 B a	2,16 A a	2,05 AB a	2,02
30 °C	1,24 A b	0,08 B c	0,18 B c	0,50
Média	1,40	1,05	1,07	
CV (%)	22,52			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Os maiores valores de germinação e de IVG encontrados nos substratos vermiculita e papel mata-borrão em sementes de *Vochysia bifalcata* são semelhantes aos encontrados por Andrade *et al.* (2000) os quais atribuem o aumento do percentual germinativo de sementes de *Genipa americana* L. às características físico-químicas do substrato vermiculita, como alta capacidade de retenção de água e condições adequadas de aeração.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (1988) temperaturas inferiores ou superiores à ótima para germinação tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, expondo as sementes por maior período a fatores adversos, o que resulta na redução da germinação. Esse fato pode ser observado no presente trabalho onde nas temperaturas de 20 °C e 30 °C ocorreu um declínio do IVG em relação à temperatura de 25 °C.

As sementes possuem a capacidade de germinar dentro de uma determinada faixa de temperatura, característica para cada espécie, mas o tempo necessário para se obter a porcentagem máxima de germinação é dependente da temperatura (ARAÚJO NETO *et al.*, 2003). Para sementes de *Vochysia bifalcata*, na temperatura ótima de germinação de 25 °C não houve diferença significativa para o tempo médio de germinação entre os substratos testados, com valores médios de aproximadamente 7 dias (Tabela 1.5).

Tabela 1.5 - Tempo médio de germinação (TMG) em dias de sementes de *Vochysia bifalcata* submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011

Temperatura	Substrato			
	Rolo de Papel	Papel Mata-borrão	Vermiculita	Média
20 °C	10,5 B a	13 A a	12,6 A a	12,1
25 °C	7,1 A b	6,8 A b	7,2 A b	7,0
30 °C	6,3 A b	2,6 B c	3,9 B c	4,3
Média	8,0	7,5	7,9	
CV (%)	21,51			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Com relação a temperatura de 25 °C, a diminuição do tempo e o conseqüente aumento da velocidade de germinação das sementes de *Vochysia bifalcata* conferem algumas vantagens. Segundo Rego *et al.* (2009) quanto mais rápida for a germinação das sementes, menos tempo estas permanecem sob condições adversas, aumentando assim as possibilidades de estabelecimento das plântulas, as quais foram evidenciadas, por exemplo, na germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius*.

O período de germinação das sementes de *Vochysia bifalcata* estabeleceu-se preferencialmente entre o quarto e 12 ° dia após a sementeira, para a temperatura ótima de germinação de 25 °C (Figura 1.2).

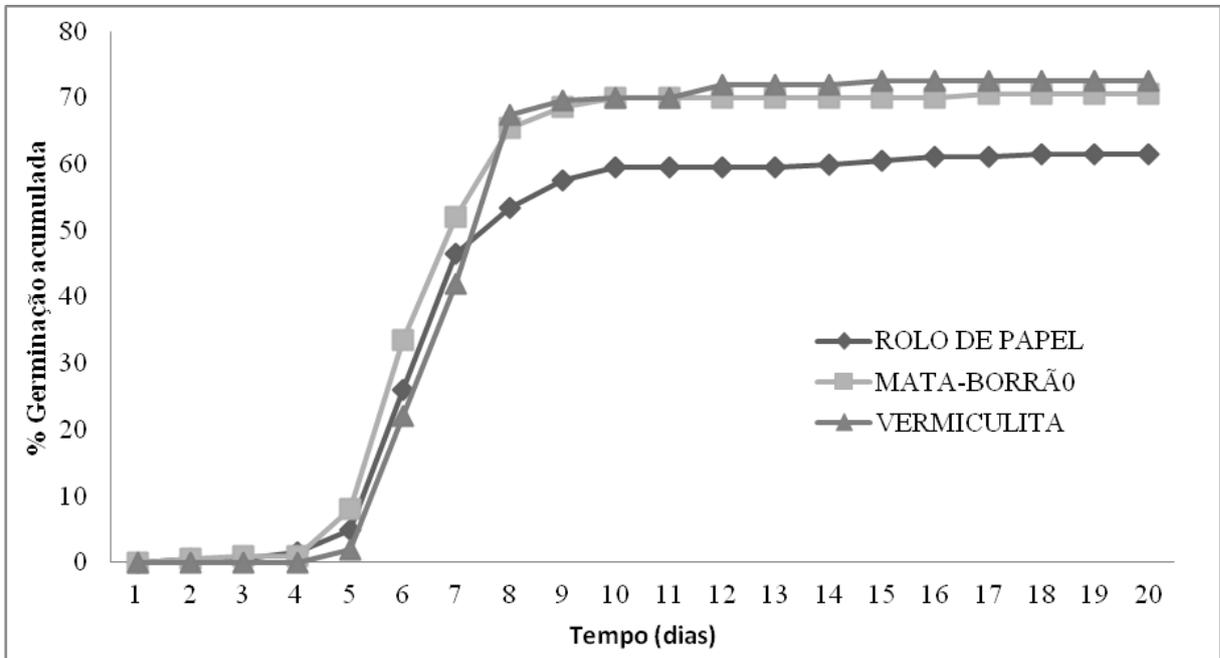


Figura 1.2 – Porcentagem de germinação acumulada de sementes de *Vochysia bifalcata* a temperatura de 25 °C nos substratos rolo de papel, mata-borrão e vermiculita. Curitiba – PR, 2011

Quanto ao índice de sincronização, o menor valor indica quando o sistema está mais ordenado, mais sincronizado (SANTOS *et al.*, 2005). Para as sementes de *Vochysia bifalcata*, os menores valores de índice de sincronização foram observados à temperatura de 30 °C nos substratos utilizados, diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 1.6), o que caracteriza uma maior sincronia da germinação. Essa maior sincronização provavelmente se deve ao pequeno número de sementes germinadas em um curto espaço de tempo, uma vez que essa temperatura apresentou o menor percentual de germinação. De acordo com Labouriau e Agudo (1987), a melhor temperatura pode não ser a mesma para todas as variáveis avaliadas, como a germinação, a velocidade e o índice de sincronização da germinação.

As sementes de *Vochysia bifalcata* apresentaram bom desempenho germinativo à temperatura de 25 °C, porém o comportamento da germinação não foi sincronizado, com maiores valores de índice de sincronização, ocorrendo uma menor sincronia na germinação das sementes. Resultados semelhantes foram mencionados por Simão *et al.* (2007) com sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cong.

Tabela 1.6 - Índice de sincronização de sementes de *Vochysia bifalcata* submetidas à temperaturas de 20 °C, 25 °C e 30 °C em diferentes substratos. Curitiba – PR, 2011

Temperatura	Substrato			
	Rolo de Papel	Papel Mata-borrão	Vermiculita	Média
20 °C	1,6018 A a	1,8204 A a	1,9139 A a	1,7787
25 °C	2,0122 A a	1,9421 A a	1,5860 A a	1,8467
30 °C	2,0126 A a	0,3182 B b	0,4739 B b	0,9349
Média	1,8755	1,3602	1,3246	
CV (%)	31,83			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

3.4. CONCLUSÕES

Sementes de *Vochysia bifalcata* não apresentam dormência. Para testes de germinação em laboratório recomenda-se o uso dos substratos papel mata-borrão ou vermiculita na temperatura de 25 °C, sendo a primeira contagem das sementes estabelecida no quarto dia e a contagem final ao 12º dia após a semeadura.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. S. de; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 249-256, 2003.

BARBOSA, A. R.; YAMAMOTO, K.; VALIO, I. F. M. Effect of light and temperature on germination and early growth of *Vochysia tucanorum* Mart., Vochysiaceae, in cerrado and forest soil under different radiation levels. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22 (Suplemento: 2), p. 275-280, 1999.

BORGES, K. C. de F.; SANTANA, D. G. de; RANAL, M.; DORNELES, M. C.; CARVALHO, M. P. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata* Mart. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1008-1010, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regra para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. Espécies nativas recomendadas para a recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados. **Documentos 136**. Colombo – PR. Embrapa Florestas, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc136.pdf>>. Acesso em 29 set 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas - SP: FUNEP, 1988. 424p.

CARVALHO, P. E. R. Guaricica (*Vochysia bifalcata*). **Circular Técnica 150**. Colombo - PR: Embrapa Florestas, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/circ-tec150.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2009.

LABORIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of germination in *Salvia hispanica* L. temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, n.1, p.37-56, 1987.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p. 176-177, 1962.

NEGRELLE, R. R. B.; MOROKAWA, R.; RIBAS, C. P. *Vochysia* Aubl. do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 29-38, 2007.

NOVEMBRE, A. D. da L. C.; FARIA, T. C.; PINTO, D. H. V.; CHAMMA, H. M. C. P. Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. - Fabaceae - Mimosoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 47-51, 2007.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

REGO, S, S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. dos. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 212-220, 2009.

RODRIGUES, E. R.; HIRANO, E.; NOGUEIRA, A. C. Germinação de sementes de pessegueiro-bravo sob diferentes condições de luz e substrato. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 91-94, 2008.

SANTOS, D. L. dos; SUGAHARA, V. Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand – Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 87-92, 2005.

SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez – Lauraceae) sob condições de luz e temperatura. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-22, 1998.

SILVA, V. P.; COSTA, R. B. da; NOGUEIRA, A. C.; ALBRECHT, J. M. F.; ARAÚJO, A. J. de. Influência da temperatura e luz na germinação de sementes de camará (*Vochysia haenkiana* Mart.). **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 4, n. 1, p. 99-108, 2000.

SIMÃO, E.; NAKAMURA, A. T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 67-73, 2007.

4. CAPÍTULO II: USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E POLIVINILPIRROLIDONA (PVP) NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS SEMILENHOSAS DE BROTAÇÕES DO ANO DE *Vochysia bifalcata* Warm.

RESUMO

Vochysia bifalcata Warm. (Vochysiaceae), conhecida como guaricica, é uma espécie arbórea nativa brasileira pertencente à Floresta Ombrófila Densa, com potencial ambiental para recuperação de ecossistemas e produção madeireira. A propagação seminal desta espécie apresenta dificuldades devido a irregularidades associadas a produção e coleta das sementes, com também ao desenvolvimento de mudas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso do ácido indol butírico (IBA) e do antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) sobre o enraizamento adventício de estacas caulinares de brotação do ano de árvores de *Vochysia bifalcata*, coletadas nas quatro estações do ano, bem como sua análise anatômica. Estacas semilenhosas foram tratadas com 0, 500, 1000 e 2000 mg L⁻¹ de IBA, combinados com 0 e 1000 mg L⁻¹ de PVP, totalizando oito tratamentos. Após 60 dias em casa de vegetação, foram avaliadas a porcentagem de estacas enraizadas, número e comprimento das raízes por estaca, porcentagem de estacas com calos, sobrevivência e mortalidade das estacas, brotação e manutenção das folhas nas estacas. Houve percentuais praticamente nulos para o enraizamento adventício de guaricica. IBA e PVP não se mostraram eficientes na indução radicial. O inverno foi a estação que apresentou maiores percentuais para sobrevivência (56%), brotação (10%) e manutenção das folhas na estaca (52%). A presença de um anel contínuo de fibras perivasculares nas estacas semilenhosas utilizadas pode constituir uma barreira anatômica à emissão de novas raízes. O material utilizado pode ser considerada de difícil enraizamento, sendo o rejuvenescimento fator determinante para a otimização da indução da rizogênese em estacas de *Vochysia bifalcata*.

Palavras-chave: guaricica, propagação vegetativa, auxina, antioxidante, características anatômicas

**USE OF INDOLE BUTYRIC ACID (IBA) AND POLYVINYLPIRROLIDONE (PVP)
IN ROOTING SEMI-HARDWOOD SHOOTS YEAR OF *Vochysia bifalcata* Warm.**

ABSTRACT

Vochysia bifalcata Warm. (Vochysiaceae), known as guaricica, is a native Brazilian arboreal species typical of the Dense Ombrophylous Forest, with potential for environmental restoration of ecosystems and timber production. The seminal propagation of this species presents difficulties due to irregularities associated with the production and gathering of seeds, and also with the development of seedlings. This study aimed to evaluate the use of indole butyric acid (IBA) and the antioxidant polyvinylpyrrolidone (PVP) on the rooting of stem cuttings from shoots of the year of *Vochysia bifalcata*, collected in four seasons, as well as performing an anatomical analysis. Semi-hardwood cuttings were treated with 0, 500, 1000 and 2000 mg L⁻¹ IBA combined with 0 and 1000 mg L⁻¹ of PVP. After 60 days in a greenhouse, were evaluated the percentage of rooted cuttings, number and length of roots per cutting, percentage of cuttings with callus, survival and mortality of the cuttings, budding and maintenance of the piles of leaves. There was practically no percentage of rooting of guaricica. IBA and PVP were not efficient in roots induction. Winter was the season that had higher percentages for survival (56%), flushing (10%) and maintenance of the leaves on the cutting (52%). The presence of a continuous ring of perivascular fibers in the semi-hardwood cuttings considered can be an anatomical barrier to the formation of new roots. The material utilized can be considered difficult to root, being the rejuvenation a key factor for the optimization of rooting induction in *Vochysia bifalcata* cuttings.

Key words: guaricica, vegetative propagation, auxin, antioxidant, anatomical features

4.1. INTRODUÇÃO

A família Vochysiaceae compreende oito gêneros, com cerca de 200 espécies, com distribuição predominantemente tropical, onde a maioria encontra-se na América Central e América do Sul (NEGRELLE *et al.*, 2007). No Brasil, o gênero *Vochysia* é representado por 80 espécies distribuídas nos biomas Floresta Amazônica, Cerrado e Mata Atlântica (VIANNA, 2006).

Vochysia bifalcata Warm., também conhecida como guaricica, pau-de-vinho, vinheiro, pau-amarelo, morici e murici-vermelho (LORENZI, 1998), é uma espécie secundária inicial nativa da Floresta Ombrófila Densa dos Estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (NEGRELLE *et al.*, 2007; CARVALHO, 2008). Em florestas secundárias possui grande importância por ser uma espécie dominante, formando agrupamentos densos na fase de capoeira até capoeirão (CARVALHO, 2008).

É uma planta de hábito arbóreo, que pode atingir até 25 m de altura, com fuste longo de aproximadamente 18 m de comprimento, cujo caule é reto, de até 100 cm de diâmetro. Sua copa é densa, perenifólia, com floração amarelada vistosa (NEGRELLE *et al.*, 2007; CARVALHO, 2008).

É uma das espécies nativas recomendadas para recuperação de áreas e ecossistemas degradados (CARVALHO, 2008), também possui potencial silvicultural destinado à finalidade madeireira devido ao seu rápido crescimento e ao fuste longo (CARPANEZZI *et al.*, 2010). Na região litorânea do Estado do Paraná, sua madeira branca é apreciada na confecção de laminados (NEGRELLE *et al.*, 2007; CARVALHO, 2008).

A utilização de espécies florestais nativas na regeneração de áreas degradadas apresenta grande importância sobre vários aspectos econômicos e sociais, porém é dificultada pela demanda crescente, inexistência ou escassez de mudas que são, principalmente, provenientes de sementes (FERRIANI, 2006). Porém, para algumas espécies nativas se faz necessária a utilização de propagação vegetativa devido a dificuldades na produção de mudas via seminal por diversos motivos como a baixa produção de sementes, dificuldade de colheita de sementes, baixa germinação ou por desconhecimento das técnicas de viveiro (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006). Um exemplo marcante da problemática de propagação sexuada é a espécie *Vochysia bifalcata* a qual possui atraso no crescimento das mudas e altas taxas de mortalidade em viveiros (CARVALHO, 2008).

Uma das formas para solucionar este problema é a utilização da técnica de estaquia, a qual permite multiplicar genótipos selecionados a um custo menor em relação a propagação via sementes, em curto espaço de tempo (FACHINELLO *et al.*, 1994; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). Muito difundida na propagação de espécies frutíferas e arbóreas, a técnica é de grande importância em espécies que não apresentam sementes em quantidade e qualidade apropriada (ROCHA, 2002).

O princípio da estaquia consiste em propagar uma planta com características idênticas à planta mãe, destacando uma parte da planta matriz (estaca), promovendo o enraizamento adventício, assim regenerando partes que estão faltando, a fim de formar uma planta nova e completa (FACHINELLO *et al.*, 1994; HARTMANN *et al.*, 2011). Entretanto, o sucesso da propagação de uma espécie por esta técnica irá depender de fatores relacionados à própria planta, bem como por condições ambientais (ONO; RODRIGUES, 1996; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001).

A estação do ano em que são coletadas as brotações é um fator decisivo para o sucesso do enraizamento (ALCANTARA *et al.*, 2008), sendo que algumas espécies apresentam resultados satisfatórios quando coletadas em períodos específicos (HARTMANN *et al.*, 2011). De acordo com Ono e Rodrigues (1996), a estação irá influenciar as condições fisiológicas, balanço hormonal, estágio de crescimento e grau de lignificação da planta matriz.

Hartmann *et al.* (2011), afirmam que as espécies apresentam comportamento variável quanto à emissão adventícia de raízes. Há aquelas que são facilmente propagadas e aquelas denominadas de difícil enraizamento, devido a presença ou não de auxina endógena e, principalmente, cofatores do enraizamento.

O uso de reguladores vegetais, especificamente o ácido indol butírico (IBA), é aconselhável por estimular e acelerar o processo de formação de raízes adventícias (ONO; RODRIGUES, 1996), aumentando o índice de enraizamento, maior velocidade de formação, qualidade e uniformidade do sistema radicial (HARTMANN *et al.*, 2011). Para a espécie florestal nativa *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. o uso de IBA no enraizamento de estacas promoveu um aumento significativo na porcentagem de enraizamento e número de raízes por estaca em relação à testemunha (PACHECO; FRANCO, 2008).

O processo de oxidação fenólica é caracterizado pelo escurecimento dos tecidos das superfícies injuriadas devido a oxidação de compostos fenólicos presentes nas células que ao entrarem em contato com o ar dão início a essa reação (TANG *et al.*, 2004), podendo dificultar o estabelecimento inicial do enraizamento. O uso de substâncias antioxidantes pode ser um método adotado a fim de diminuir a oxidação fenólica por inibir a síntese, a ação ou

adsorver as enzimas ligadas ao processo oxidativo dos compostos fenólicos (GOULART *et al.*, 2010). Um exemplo dessas substâncias é a polivinilpirrolidona (PVP) que é uma poliamida com função adsorvente de fenóis muito empregada para controle da oxidação de compostos fenólicos em explantes micropropagados (TEIXEIRA, 2011).

Além desses fatores, o sucesso do enraizamento está relacionado à estrutura interna do caule da espécie utilizada na estaquia que, em alguns casos, apresenta barreiras anatômicas à emergência dos primórdios radiciais (ONO; RODRIGUES, 1996), pelo desenvolvimento de um anel de fibras e esclereídes no floema secundário (WHITE; LOVELL, 1984).

Para viabilizar a propagação vegetativa de espécies de difícil enraizamento, o presente estudo objetivou avaliar o uso do ácido indol butírico (IBA) e do antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) sobre o enraizamento adventício de estacas caulinares de brotações de ano de *Vochysia bifalcata*, coletadas em quatro estações do ano.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Estaquia

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Macropropagação da Embrapa Florestas, em Colombo – PR.

A coleta do material vegetativo de *Vochysia bifalcata* foi realizada na Reserva Natural do Rio Cachoeira, pertencente à Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), localizada no município de Antonina – PR, sob as coordenadas 25°19'15''S e 45°42'24''W. Segundo classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo Cfa, isto é, clima caracterizado como subtropical com temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média do mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

Ramos de *Vochysia bifalcata* foram coletados em quatro estações do ano, oriundos de brotações do ano de 15 plantas matrizes com cerca de 5 a 10 cm de diâmetro na altura do peito (DAP), totalizando, ao final das coletas, 60 plantas matrizes, sendo realizadas nas seguintes datas:

- Inverno de 2010: 21/07/2010;
- Primavera de 2010: 14/10/2010;
- Verão de 2011: 15/02/2011;
- Outono de 2011: 24/05/2011.

Após a coleta, os ramos foram umedecidos, acondicionados em sacos plásticos e transportados para a Embrapa Florestas, a partir dos quais foram confeccionadas estacas caulinares semilenhosas com cerca de 10 a 12 cm de comprimento, com corte em bisel na base e reto no ápice, mantendo-se três folhas reduzidas à metade no terço superior da estaca. Durante o processo de confecção, as estacas foram mantidas em balde com água a fim de evitar desidratação do material.

Em seguida, as estacas foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 10 minutos (ação bactericida) e, em seguida, lavadas em água corrente por 5

minutos. As estacas foram então imersas em uma solução com fungicida Derosal® 500 SC 0,1% por 15 minutos.

Posteriormente as bases das estacas foram tratadas com o regulador vegetal ácido indol butírico (IBA) e antioxidante polivinilpirrolidona (PVP), conforme os seguintes tratamentos (T):

- T1: 0 mg L⁻¹ IBA (testemunha);
- T2: 500 mg L⁻¹ IBA;
- T3: 1000 mg L⁻¹ IBA;
- T4: 2000 mg L⁻¹ IBA;
- T5: 0 mg L⁻¹ IBA com antioxidante PVP 1000 mg L⁻¹;
- T6: 500 mg L⁻¹ IBA com antioxidante PVP 1000 mg L⁻¹;
- T7: 1000 mg L⁻¹ IBA com antioxidante PVP 1000 mg L⁻¹;
- T8: 2000 mg L⁻¹ IBA com antioxidante PVP 1000 mg L⁻¹;

Para os tratamentos com as diferentes concentrações de IBA, as bases das estacas foram imersas em solução hidroalcolica (50% v/v) de ácido indol butírico por 10 segundos. Para os tratamentos com a aplicação de PVP (T5 a T8), antes dos tratamentos com o regulador vegetal, as bases das estacas foram imersas em solução aquosa do antioxidante polivinilpirrolidona (PVP₄₀) 1000 mg L⁻¹ por 5 minutos, deixando que a solução escorresse naturalmente das estacas para, na sequência, tratá-las com IBA.

As estacas dos tratamentos T1 e T5 (0 mg L⁻¹ IBA) foram imersas em solução de água destilada e álcool (50% v/v), sem adição de regular vegetal. O ácido indol butírico P.A. utilizado foi do Laboratório Merck e o antioxidante polivinilpirrolidona (PVP₄₀) do Laboratório Amresco.

O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno com capacidade de 53 cm³, preenchidos com vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada (1:1 em v/v), sendo as estacas plantadas a cerca de 3 cm de profundidade, acondicionadas em casa de vegetação climatizada com nebulização intermitente (temperatura de 24 °C ± 2 °C e superior a 80% de umidade relativa do ar), pertencente a Embrapa Florestas, em Colombo – PR.

Transcorridos 60 dias após a instalação dos experimentos foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de enraizamento (estacas vivas que apresentavam raízes de, pelo menos, 2 mm de comprimento);

- Número de raízes por estaca;
- Comprimento das três maiores raízes por estaca (cm);
- Porcentagem de estacas com calos (estacas vivas, sem raízes, com formação de massa celular indiferenciada na base);
- Porcentagem de sobrevivência (estacas vivas que não apresentaram indução radicial nem formação de calos);
- Porcentagem de mortalidade (estacas que se encontravam com tecidos necrosados);
- Porcentagem de brotação (estacas vivas, com ou sem formação de raízes e calos, que apresentavam brotações de novas folhas);
- Porcentagem de manutenção de folhas nas estacas (porcentagem de estacas que mantiveram as folhas originais no leito de enraizamento).

Os experimentos foram implantados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 4x4x2 (4 estações do ano x 4 concentrações de IBA x presença ou ausência do antioxidante PVP), com quatro repetições contendo 20 estacas por unidade experimental, totalizando 640 estacas por estação do ano.

As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste de F tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.2.2. Análises anatômicas

Em julho de 2010, foram coletadas amostras da base de 10 estacas semilenhosas de *Vochysia bifalcata*, com aproximadamente 2 cm de comprimento para realização da análise e descrição anatômica das mesmas, as quais foram fixadas em FAA 70 (JOHANSEN, 1940), por 24 horas e conservadas em álcool 70% até o início do procedimento de confecção das lâminas vegetais, realizado no Laboratório de Anatomia Vegetal, pertencente a UFPR, Curitiba - PR.

O material destinado a confecção das lâminas vegetais foi incluído em polietileno (polietilenoglicol 1500). Os blocos foram seccionados em micrótomo rotatório (marca Olympus CUT 4055) com cortes de 15 µm de espessura. Segundo metodologia de Kraus e Arduin (1997), alguns cortes foram submetidos a testes histoquímicos com lugol, para a

identificação de amido e Sudam III, para a identificação de lipídeos. O restante dos cortes foi corado com safrablau para identificação de celulose e lignina.

Em seguida, foram montadas lâminas semi-permanentes com gelatina-glicerinada e vedadas com esmalte incolor. Para a documentação dos resultados foram obtidas fotomicrografias em fotomicroscópio Zeiss com câmera digital Sony Cyber-shot P72 acoplada.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Estaquia

Para as variáveis porcentagem de sobrevivência, mortalidade, brotação e manutenção das folhas na estaca não houve interação tripla entre os fatores analisados, demonstrando que estes são independentes, havendo diferença significativa apenas para o fator estação do ano (Tabela 2.1). Para as variáveis porcentagem de enraizamento e porcentagem de estacas com calos não foi realizado análise estatística devido à grande quantidade de valores nulos.

Houve registro de estacas enraizadas e estacas com calos somente nas estações verão e outono de 2011. No verão foram encontrados percentuais de 0,5% de enraizamento e 1,5% de estacas com calos, enquanto que no outono foram encontrados 0,8% e 0,2%, respectivamente (Tabela 2.2). Esses resultados se devem provavelmente à idade das brotações utilizadas de *Vochysia bifalcata*, provenientes de brotação do ano, onde ramos maduros tendem a diminuir a capacidade de formação de raízes com o aumento da idade (HARTMANN *et al.*, 2011). Outra possibilidade seria a falta de algum cofator do enraizamento ou a presença de algum inibidor, bem como pelas características anatômicas encontradas, tais como a presença de um anel de fibras contínuo no córtex.

Devido ao baixo percentual de enraizamento adventício, *Vochysia bifalcata* pode ser classificada como de difícil enraizamento ao menos com a utilização de estacas semilenhosas oriundas de brotação do ano, uma vez que mesmo com a aplicação exógena de auxina não ocorreu a indução de sistema radicial.

Tabela 2.1 – Resultados da análise de variância (Teste F) para a porcentagem de mortalidade, sobrevivência, brotação e manutenção de folhas em estacas de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011

Fontes de variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio			
		Mortalidade (%)	Sobrevivência (%)	Brotação (%)	Manutenção de folhas (%)
Estação do ano (A)	3	11150,2 **	11966,92**	449,15**	10639,85**
Concentrações IBA (B)	3	75,19 ^{ns}	122,13 ^{ns}	5,40 ^{ns}	58,59 ^{ns}
PVP (C)	1	239,26 ^{ns}	225,78 ^{ns}	86,13 ^{ns}	175,78 ^{ns}
Interação A x B	9	133,53 ^{ns}	125,78 ^{ns}	22,76 ^{ns}	89,32 ^{ns}
Interação A x C	3	303,84 ^{ns}	314,84 ^{ns}	23,63 ^{ns}	346,10 ^{ns}
Interação B x C	3	188,22 ^{ns}	171,09 ^{ns}	19,47 ^{ns}	152,34 ^{ns}
Interação A x B x C	9	244,47 ^{ns}	214,32 ^{ns}	32,66 ^{ns}	221,96 ^{ns}
Erro	96	169,60	163,80	35,74	152,60
Total	127				
Coefficiente de variação (%)		18,59	43,68	111,71	47,48
Teste de Bartlett (X^2)		29,04 ^{ns}	33,85 ^{ns}	33,85 ^{ns}	40,78 ^{ns}

** significativo a 1%

^{ns} não significativo

Tabela 2.2– Porcentagem de enraizamento e de estacas com calos de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011

Variável		Estação do Ano			
		Inverno 2010	Primavera 2010	Verão 2011	Outono 2011
Porcentagem de enraizamento		0	0	0,5	0,8
Porcentagem de estacas com calos		0	0	1,5	0,2

O inverno/2010 foi a estação do ano que melhor favoreceu a sobrevivência das estacas de brotações do ano de *Vochysia bifalcata* (Tabela 2.3), apresentando valores médios de 56% de estacas vivas, diferindo estatisticamente das demais estações. Para a primavera/2010, os resultados do presente estudo são superiores ao de Danner *et al.* (2010) as quais trabalharam com a mesma espécie e mesmos tratamentos, com ramos coletados na primavera/2009, onde observaram média de 19% de sobrevivência das estacas, sem registro de estacas enraizadas.

Tabela 2.3 – Porcentagem de sobrevivência de estacas de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011

IBA	PVP	Estação do Ano				Média
		Inverno 2010	Primavera 2010	Verão 2011	Outono 2011	
0 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	58	30	11	15	28
	1000 mg L ⁻¹	68	19	23	25	34
500 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	60	31	13	14	30
	1000 mg L ⁻¹	53	31	15	23	30
1000 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	54	21	8	18	25
	1000 mg L ⁻¹	45	26	15	16	25
2000 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	46	44	13	13	29
	1000 mg L ⁻¹	68	38	8	24	34
Média		56 a	30 b	13 c	18 c	
Coeficiente de variação (%)			43,68			

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve alto percentual de mortalidade das estacas de *Vochysia bifalcata* em todas as estações do ano estudadas (Tabela 2.4). O verão e outono de 2011 apresentaram as maiores médias de mortalidade, com 85% e 81% respectivamente, apesar destas estações serem as únicas em que foi registrada a presença de estacas enraizadas, com médias de 0,5% e 0,8% respectivamente, e estacas com calos, com médias de 1,5% e 0,2% respectivamente. Mesmo com o uso do antioxidante polivinilpirrolidona (PVP), foi observada oxidação das estacas nos primeiros dias de instalação, fato que ocasionou degradação de tecidos e posteriormente sua mortalidade.

Os valores obtidos estão de acordo com Coutinho *et al.* (1983), os quais observaram que o uso de PVP e IBA não surtiram efeito sobre o enraizamento de estacas de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.); Schwengber *et al.* (2000) também evidenciaram falta de efeito destes tratamentos nas estacas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine); Danner *et al.* (2010) verificaram os mesmos resultados nulos de enraizamento para estaquia de *Vochysia bifalcata*. Bergo e Mendes (2000) afirmam que o antioxidante PVP pode ter tido efeito apenas durante o período de imersão da base das estacas, mas após a colocação no substrato, a oxidação fenólica pode ocorrer novamente. Em contrapartida, Goulart *et al.* (2010) observaram que o uso do PVP associado ao IBA promoveu aumento nos índices de enraizamento e sobrevivência de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. Esse resultado positivo pode ser devido ao uso de material rejuvenescido, diferentemente dos demais trabalhos citados que utilizaram brotação do ano.

Tabela 2.4 - Porcentagem de mortalidade de estacas de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011

IBA	PVP	Estação do Ano				Média
		Inverno 2010	Primavera 2010	Verão 2011	Outono 2011	
0 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	42	70	89	85	72
	1000 mg L ⁻¹	32	81	75	75	66
500 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	40	69	80	86	69
	1000 mg L ⁻¹	47	69	85	77	70
1000 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	46	79	89	79	73
	1000 mg L ⁻¹	55	74	85	84	74
2000 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	54	56	86	86	70
	1000 mg L ⁻¹	32	62	92	75	66
Média		44 c	70 b	85 a	81 a	
Coeficiente de variação (%)			18,59			

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que, em média, apenas 5,5% das estacas emitiram novas brotações, sendo que o inverno foi a estação que apresentou maiores resultados (10%), diferindo significativamente das demais épocas (Tabela 2.5). Apesar dos baixos resultados, infere-se que para o sucesso do enraizamento, a emissão de novas brotações prejudica a formação de raízes adventícias, pela competição por carboidratos (HARTMANN *et al.*, 2011).

Tabela 2.5 - Porcentagem de brotação em estacas de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011

IBA	PVP	Estação do Ano				Média
		Inverno 2010	Primavera 2010	Verão 2011	Outono 2011	
0 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	11	5	0	3	5
	1000 mg L ⁻¹	9	0	1	6	4
500 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	10	5	3	4	6
	1000 mg L ⁻¹	10	5	0	9	6
1000 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	13	4	0	6	6
	1000 mg L ⁻¹	9	4	0	3	4
2000 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	8	4	3	4	5
	1000 mg L ⁻¹	11	15	1	14	10
Média		10 a	5 bc	1 c	6 b	
Coeficiente de variação (%)				111,71		

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A maior porcentagem de manutenção de folhas originais nas estacas ocorreu no inverno/2010 (Tabela 2.6), igualando-se ao percentual de sobrevivência (Tabela 2.3). Isso sugere que a manutenção das folhas nas estacas de *Vochysia bifalcata* foi importante para a preservação de sua sobrevivência, fato demonstrado pela presença de correlação positiva (Tabela 2.7) As estacas sobreviventes ao final do período avaliado no leito de enraizamento apresentavam as folhas originais, enquanto que aquelas que perderam todas as folhas no mesmo período, se encontravam mortas. O mesmo foi evidenciado por Lima *et al.* (2011) que observaram que a sobrevivência de estacas de *Camellia sinensis* L. estava correlacionada com a manutenção de folhas originais nas estacas.

Tabela 2.6 - Porcentagem de manutenção de folhas originais de estacas de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA) e polivinilpirrolidona (PVP), nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011

IBA	PVP	Estação do Ano				Média
		Inverno 2010	Primavera 2010	Verão 2011	Outono 2011	
0 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	53	25	8	15	25
	1000 mg L ⁻¹	65	13	16	21	29
500 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	54	28	15	11	27
	1000 mg L ⁻¹	45	28	14	21	27
1000 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	51	18	9	19	24
	1000 mg L ⁻¹	43	16	14	14	22
2000 mg L ⁻¹	0 mg L ⁻¹	45	36	6	13	25
	1000 mg L ⁻¹	63	29	6	23	30
Média		52 a	24 b	11 c	17 bc	
Coeficiente de variação (%)				47,48		

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2.7 - Coeficiente de Correlação de Pearson (*r*) para porcentagem de sobrevivência e manutenção de folhas de estacas semilenhosas de *Vochysia bifalcata*, nas quatro estações do ano. Curitiba – PR, 2011

Coeficiente de correlação de Pearson (<i>r</i>)	
Estação do ano	Sobrevivência (%) x Manutenção de folhas (%)
Inverno/2010	0,97**
Primavera/2010	0,95**
Verão/2011	0,72**
Outono/2011	0,92**

** significativo a 1%

A manutenção das folhas originais de estacas está relacionada ao sucesso do enraizamento das mesmas, devido ao fornecimento de auxinas e cofatores do enraizamento, os quais são translocados para a base da estaca (HARTMANN *et al.*, 2011), além de constituir um aparato fotossintético necessário ao metabolismo das substâncias atuantes no processo de indução radicial (ONO; RODRIGUES, 1996).

No período do inverno de 2010 os ramos se encontravam em repouso vegetativo, e partindo do pressuposto de que neste momento havia maior concentração de substâncias de

reserva disponíveis no caule, os melhores resultados obtidos para as variáveis sobrevivência, brotação e manutenção das folhas originais nas estacas de *Vochysia bifalcata* podem ser explicados, uma vez que diferiram dos resultados obtidos nas demais estações estudadas.

Tendo em mente que a estação do ano em que são coletadas as estacas irá influenciar no enraizamento adventício, devido à alteração do balanço fisiológico causado diretamente por mudanças nas condições ambientais como temperatura, luminosidade e disponibilidade de água, pode-se supor que devido à redução da temperatura e luminosidade no inverno, a grande maioria das atividades metabólicas da planta foram reduzidas, os carboidratos estocados no caule, fazendo com que as estacas coletadas nesse momento, respondessem apenas com a manutenção de sua sobrevivência no leito de enraizamento.

4.3.2. Análises anatômicas

Analisando as secções da base de estacas semilenhosas de *Vochysia bifalcata* coletadas em junho de 2010 (Figura 2.1), foi possível observar que o caule se encontrava em crescimento secundário, apresentando epiderme unisseriada, com deposição de lipídeo na parede celular externa, identificado pelo teste em Sudam III. A região cortical é composta externamente por cerca de seis camadas de colênquima e internamente por quatro a cinco camadas de parênquima. Na região mais interna do córtex ocorrem dois tipos de fibras perivasculares (Figura 2.1-C), sendo elas: fibras gelatinosa (não lignificadas) dispostas em grupos em toda a extensão do córtex, sendo mais externas que as fibras libriformes, dispostas em feixes contínuos em toda a extensão do córtex, adjacentes ao floema secundário. O floema secundário é contínuo, com elementos de tubo crivado, células companheiras e parênquima, seguido por células do câmbio vascular e xilema secundário com vasos isolados ou agrupados, na maioria radialmente, com muitas fibras e raios discretos. A medula (Figura 2.1-B) é parenquimática com floema incluso, agrupamento de células esclerificadas e canais secretores de mucilagem distribuídos em sua periferia. Por meio do teste histoquímico com lugol não foram evidenciadas a presença de grãos de amido nas secções transversais de estacas caulinares de *Vochysia bifalcata*.

O desenvolvimento de um anel contínuo de fibras de esclerênquima entre o floema e córtex possivelmente constitui uma barreira anatômica à formação de raízes adventícias originadas do floema secundário (ONO; RODRIGUES, 1996; HARTMANN *et al.* 2011),

estando associado ao grau de maturidade das estacas (WHITE; LOVELL, 1984), ocorrendo frequentemente em plantas de difícil enraizamento. Para *Vochysia bifalcata*, a presença de fibras no córtex pode ter sido um fator limitante para o enraizamento adventício, uma vez que a porcentagem de enraizamento foi praticamente nula.

Análises semelhantes foram realizadas por Mayer *et al.* (2006), os quais verificaram que para *Vitis rotundifolia* Michx. cv. Topsail a razão para a baixa capacidade de enraizamento das estacas foi devido à presença de fibras espessas no floema secundário, coincidindo com o que foi observado em *Vochysia bifalcata*. Em espinheira-santa (*Maytenus muelleri* Schwancke) as estacas apresentavam anel quase contínuo de fibras que constituiu uma barreira anatômica ao enraizamento, reduzindo os percentuais de emissão radicial (LIMA *et al.*, 2009).

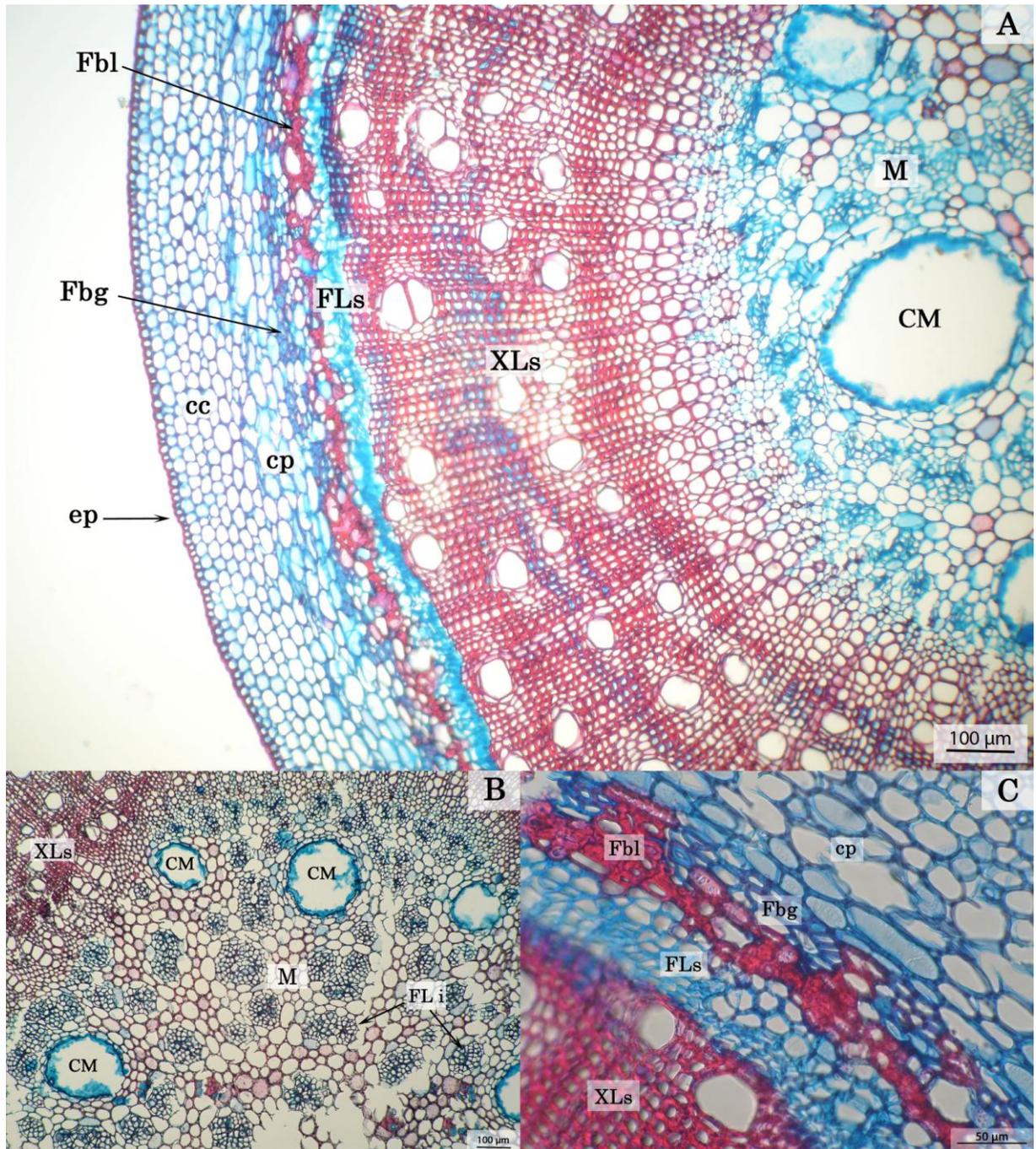


Figura 2.1 - Secções transversais da base de estacas caulinares semilenhosas de *Vochysia bifalcata*. **A.** Vista geral do corte: epiderme (ep), células colênquimáticas (cc), células parenquimáticas (cp); **B.** Corte evidenciando a medula (M), demonstrando os canais secretores de mucilagem (CM) e o floema incluído (FLi); **C.** Corte evidenciando as fibras gelatinosas (Fbg), fibras libriformes (Fbl), floema secundário (FLs) e xilema secundário (XLs)

4.4. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento de estaquia caulinar semilenhosa de *Vochysia bifalcata*, proveniente de brotações do ano, a espécie pode ser considerada de difícil enraizamento, uma vez que a aplicação de IBA e PVP não promoveu a iniciação radicial da espécie. Estudos que abordem o rejuvenescimento do material utilizado se fazem necessários.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, G. B. de.; RIBAS, L. L. F.; HIGA, A. R.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Efeitos do ácido indol butírico (AIB) e da coleta de brotações em diferentes estações do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L.. **Scientia Forestalis**, Belo Horizonte, v. 36, n. 78, p. 151-156, 2008.

BERGO, C. L.; MENDES, A. N. G. Propagação vegetativa de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) por meio de enraizamento de estacas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 392-398, 2000.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. Espécies nativas recomendadas para a recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados. **Documentos 136**. Colombo – PR. Embrapa Florestas, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc136.pdf>>. Acesso em 29/09/2009.

CARPANEZZI, A. A.; NEVES, E. J. M.; AGUIAR, A. V. de; SOUSA, V. A. de. Espécies lenhosas alternativas para fins econômicos no Paraná. **Anais... II Seminário de Atualização Florestal, XI Semana de Estudos Florestais**. Unicentro: Guarapuava, 2010. Disponível em: <<http://anais.unicentro.br/sef2010/pdf/palestras/Carpanezzi.pdf>>. Acesso em: 10/06/2010.

CARVALHO, P. E. R. Guaricica (*Vochysia bifalcata*). **Circular Técnica 150**. Colombo - PR: Embrapa Florestas, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/circ-tec150.pdf>>. Acesso em: 27/09/2009.

COUTINHO, E. F.; KLUGE, R. A.; JORGE, R. O.; HAERTER, J. A.; SANTOS FILHO, B. G. dos; FORTES, G. R. de L. Efeito de ácido indol butírico e antioxidante na formação de calos em estacas semilenhosas de goiabeira serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 14, n. 3, p. 141-143, 1992.

DANNER, M. A.; GUBERT, C.; TAGLIANI, M. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Estaquia semilenhosa de *Vochysia bifalcata*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 6, p. 487-491, 2010.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de Plantas Frutíferas de Clima Temperado**. Pelotas: UFPel, 1994. 179 p.

FERRIANI, A. P. **Estaquia de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén) com uso de ácido indol butírico**. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2006.

GOULART, P. B.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Efeito de antioxidantes no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 961-972, 2010.

HARTMANN, H. T.; KERSTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kerster's PLANT PROPAGATION: principles and practices**. 8 ed. Boston: Prentice Hall. 2011. 915 p.

JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997. 198 p.

LIMA, D. M. de; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Estaquia e caracterização anatômica de espinheira-santa em cada estação do ano. **Anais... III Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária**. UTFPR: Dois Vizinhos, 2009. Disponível em: <<https://web.dv.utfpr.edu.br:448/seer/index.php/SSPA/article/viewFile/395/257>>. Acesso em: 10/06/2011.

LIMA, J. D.; LIMA, A. P. de S.; BOLFARINI, A. C. B.; SILVA, S. H. M. G. da. Enraizamento de estacas de *Camellia sinensis* L. em função da época de coleta de ramos, genótipos e ácido indol butírico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 230-235, 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 2, 1998, 352 p.

MAYER, J. L. S.; BIASI, L. A.; BONA, C. Capacidade de enraizamento de estacas de quatro cultivares de *Vitis* L. (Vitaceae) relacionada com os aspectos anatômicos. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 20, n. 3, p. 563-568, 2006.

NEGRELLE, R. R. B.; MOROKAWA, R.; RIBAS, C. P. *Vochysia* Aubl. do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 29-38, 2007.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83 p.

PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Ácido indol butírico em diferentes diâmetros na estaquia de *Luehea divaricata*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1624-1626, 2008.

ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002, 171p.

SCHWENGBER, J. E.; DUTRA, L.; KERSTEN, E. Efeito do sombreamento da planta matriz e do PVP no enraizamento de estacas de ramos de araçazeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 30-34, 2000.

TANG, W.; HARRIS, C. L.; OUTHAVONG, V.; NEWTON, R. J. Antioxidants enhance in vitro plant regeneration by inhibiting the accumulation of peroxidase in Virginie pine (*Pinus virginiana* Mill.). **Plant Cell**, Waterbury, v. 22, p. 871-877, 2004.

TEIXEIRA, J. B. **Limitações ao processo de cultivo in vitro de espécies lenhosas**. Brasília: Embrapa – Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/60042247/limitacoes-na-cultura-in-vitro-de-lenhosas>>. Acesso em: 15/08/2011.

VIANNA, M. C. Vochysiaceae na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 659-666, 2006.

WHITE, J.; LOVELL, P.H. The anatomy of root initiation in cuttings of *Griselinia littoralis* and *Griselinia lucida*. **Annals of Botany**, Londres, v. 54, p. 7-20, 1984.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos**. Curitiba: [K. C. Zuffellato-Ribas], 2001. 39p.

5. CAPÍTULO III: ÁCIDO INDOL BUTÍRICO E ORIGEM DE BROTAÇÕES EPICÓRMICAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Vochysia bifalcata* Warm.

RESUMO

A guaricica (*Vochysia bifalcata*) é uma espécie nativa da região litorânea do Estado do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, com grande importância ecológica devida sua capacidade para regenerar áreas degradadas. Porém, existem poucas informações sobre a sua propagação. Uma das causas do baixo enraizamento adventício de estacas é a maturação dos tecidos. Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar diferentes origens de brotações epicórmicas (de decepta e de envergadura de caule de plantas matrizes) associados a aplicação de ácido indol butírico (IBA) no enraizamento adventício de estacas semilenhosas de *Vochysia bifalcata*. Foram utilizados dois tipos de estacas (provenientes de brotação de decepta e envergadura de caule) e aplicadas duas concentrações de IBA (0 e 1000 mg L⁻¹), sendo, posteriormente, as estacas mantidas em casa de vegetação por 60 dias. Análises anatômicas da base de cada tipo de estaca demonstraram que a presença de fibras na região cortical do caule de estacas de decepta não constituiu uma barreira anatômica para a emissão radicial, pois estas apresentaram maior capacidade de enraizamento (81%), maior número de raízes por estaca (8,0) e maior comprimento das raízes (2,0 cm) em relação àquelas de envergadura de caule, que apresentaram resultados inferiores como porcentagem de enraizamento (31%), número de raízes por estaca (3,3) e comprimento das raízes (0,7 cm). Conclui-se que o uso de brotações epicórmicas obtidas por decepta otimiza a propagação vegetativa da espécie por estaquia, não necessitando a aplicação de IBA.

Palavras-chave: Vochysiaceae, estaquia, rejuvenescimento, auxina

**INDOLE BUTYRIC ACID ORIGIN OF EPICORMIC SPROUTS IN ROOTING OF
Vochysia bifalcata Warm.**

ABSTRACT

The guarica (*Vochysia bifalcata*) is a native species of the Parana, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais State coastal region, with great ecological importance due its ability to regenerate degraded areas, however, little information exists about its ability to spread. One of the causes of cuttings low rooting is the maturation of tissues. Thus, this study aimed to evaluate different epicormic sprouts sources (from stump and from bend of stem) and the application of indole butyric acid (IBA) in rooting cuttings of *Vochysia bifalcata*. Two types of cuttings were used (of stump and of bend of stem) and were applied two concentrations of IBA (0 and 1000 mg L⁻¹), and later, the cuttings were kept in a greenhouse for 60 days. Anatomical analysis of the base on each type of cuttings demonstrated that the presence of fibers in the cortical region of the stem cuttings of stump did not constitute an anatomical barrier to issue adventitious roots, because they had higher rooting capacity (81%), higher number of roots per cuttings (8,0) and increased root length (2,0 cm) compared to those of bend of stem, that showed results as lower rooting percentage (31%), number of roots per cutting (3,3) and root length (0,7 cm). It is concluded that the use of basal shoots obtained by regrowth of stump optimizes the propagation by cuttings of the species, not requiring the application of IBA.

Key words: Vochysiaceae, cutting, rejuvenation, auxin

5.1. INTRODUÇÃO

A guaricica (*Vochysia bifalcata* Warm. – Vochysiaceae), também conhecida como pau-de-vinho, pau-amarelo e murici-vermelho, é uma árvore nativa da Floresta Ombrófila Densa, nos Estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (LORENZI, 1998; NEGRELLE *et al.*, 2007). É uma espécie secundária inicial com grande importância nas florestas secundárias onde se instala formando agrupamentos densos na fase de capoeira, sendo dominante até a fase de capoeirão, recomendada para processos de regeneração de ecossistemas degradados (CARVALHO, 2008) e em sistemas silviculturais (CARPANEZZI *et al.*, 2010).

Por apresentar baixa produção de sementes, dificuldades na obtenção de sementes, com atraso no crescimento e altas taxas de mortalidade das mudas, além do desconhecimento de técnicas em viveiro e uma crescente demanda por mudas a produção de mudas de guaricica é de difícil realização (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006; CARVALHO, 2008) tornando a estaquia uma alternativa à propagação da espécie.

Em razão da necessidade cada vez mais crescente de mudas de espécies florestais nativas e da dificuldade de algumas delas relacionadas a propagação via sementes, uma série de trabalhos vêm sendo desenvolvidos no intuito de otimizar a propagação vegetativa pela técnica da estaquia. Por meio da estaquia é possível garantir a multiplicação de genótipos superiores, além da maior produção de mudas em um menor espaço de tempo. Porém, a capacidade de enraizamento depende do material a ser propagado, onde a idade ontogenética é determinante para o enraizamento de propágulos vegetativos (WENDLING; XAVIER, 2001; HARTMANN *et al.*, 2011), influenciando negativamente o processo de formação de raízes adventícias, principalmente em espécies lenhosas.

O sucesso do enraizamento é devido ao fato de que, segundo Fachinello *et al.* (1994), estacas retiradas de plantas em estágio juvenil de crescimento apresentam maior aptidão a formar raízes do que aquelas retiradas de plantas adultas, pois apresentam substâncias endógenas que promovem a indução e desenvolvimento de raízes adventícias, menor quantidade de inibidores do enraizamento, como também a menor lignificação dos tecidos conforme descrito por Hartmann *et al.* (2011). Propágulos juvenis de plantas adultas são importantes para viabilizar a propagação vegetativa de espécies de difícil enraizamento, uma vez que quando ramos adultos não enraízam ou enraízam com baixo percentual e pequeno vigor de raízes, como ocorre com a *Vochysia bifalcata* (DANNER *et al.*, 2010), essa pode ser

uma alternativa viável. Diversas práticas são adotadas para promover o rejuvenescimento dos tecidos e/ou a indução de brotações juvenis em plantas adultas, como estaquia ou enxertia seriada, miniestaquia, micropropagação, poda drástica, curvamento, ou ainda anelamento (WENDLING; XAVIER, 2001; BITENCOURT, 2009; FERRIANI *et al.*, 2010; HARTMANN *et al.*, 2011). Por meio dessas técnicas, ocorre o resgate das características juvenis do material adulto pela indução do crescimento de brotações epicórmicas (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2003), que são brotações juvenis originadas a partir de gemas axilares latentes, denominadas gemas epicórmicas, com a finalidade de recompor a copa da planta (SEITZ, 1996). Por meio do rejuvenescimento se obtém um material juvenil com capacidade de enraizar, onde as rebrotas das árvores podem ser utilizadas com sucesso na propagação vegetativa (BORGES JÚNIOR *et al.*, 2004).

A viabilidade da propagação vegetativa de plantas tende a aumentar com a aplicação de reguladores vegetais, tais como a auxina sintética ácido indol butírico (IBA), que pode acelerar o processo de indução radicial, aumentando a porcentagem de enraizamento das estacas, número e qualidade das raízes formadas (FACHINELLO *et al.*, 1994; ONO; RODRIGUES, 1996; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001).

O aprimoramento dessa técnica promove uma contribuição significativa para ampliação da base silvicultural de espécies nativas com fins econômicos, recuperação de áreas e ecossistemas degradados (CARPANEZZI *et al.*, 2010). Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar diferentes métodos de indução de brotações epicórmicas (decepa e envergadura de caule de plantas matrizes) e a aplicação de IBA no enraizamento adventício de estacas semilenhosas de *Vochysia bifalcata*.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Estaquia

Para a realização do experimento foram utilizadas brotações epicórmicas induzidas por meio de decepta e envergadura de caule de plantas matrizes de *Vochysia bifalcata*, coletadas na Reserva Natural do Rio Cachoeira, pertencente à Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), no município de Antonina – PR, sob as coordenadas 25°19'15" S e 45°42'24" W. Segundo classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo Cfa, isto é, clima caracterizado como subtropical com temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média do mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

As plantas matrizes que foram decepadas apresentavam diâmetro à altura do peito (DAP) de 5 a 7 cm, onde foi realizado o corte da parte aérea a aproximadamente 1,5 m do solo (Figura 3.1). A poda foi realizada em cinco plantas matrizes no mês de março de 2010 e em mais seis plantas matrizes em setembro de 2010.

Em setembro de 2010, foi realizada a envergadura do caule de outras quatro plantas matrizes, com diâmetro à altura do peito (DAP) de 3 a 5 cm (Figura 3.2) com o objetivo de promover novas brotações por meio da perda de dominância apical. O processo de envergadura consistiu em curvar o caule em direção ao solo, sem ocasionar quebra do mesmo, sendo o ápice da árvore amarrado, com auxílio de um barbante, a outras plantas que se encontravam próximas a ela.



Figura 3.1 – A) Decepa de plantas matrizes de *Vochysia bifalcata* a altura de 1,5 m do solo; B) Brotações epicórmicas de *Vochysia bifalcata* oriundas de decepa, coletadas em fevereiro de 2011, entre 5 e 7 meses após o início do crescimento das brotações



Figura 3.2 – A) Envergadura do caule de *Vochysia bifalcata*. B) Brotações epicórmicas de *Vochysia bifalcata* oriundas de envergadura de caule, coletadas em fevereiro de 2011, 5 meses após o início do crescimento das brotações epicórmicas

As brotações epicórmicas emitidas pelas plantas matrizes foram coletadas no dia 14/02/2011, quando estas atingiram aproximadamente 30 cm de comprimento, sendo separadas de acordo com a origem da brotação (de decepta e de envergadura de caule). Para aquelas de decepta, foi realizada coleta das brotações das duas épocas de poda, para garantir um número mínimo de propágulos para confecção das estacas. A idade das brotações de decepta era de aproximadamente 5 a 7 meses e as de envergadura de caule, aproximadamente 5 meses.

A coleta foi realizada nas primeiras horas da manhã, para evitar a desidratação das brotações. Imediatamente após a coleta, as mesmas foram transportadas até a Embrapa Florestas, em Colombo – PR, em caixas de isopor separadas para cada tipo de brotação epicórmica, contendo uma camada de gelo no fundo e, sobre esta, uma camada de jornal umedecido sobre a qual as brotações foram depositadas. Sobre as brotações foi acrescentada mais uma camada de jornal umedecido para manter a hidratação do material.

Foram confeccionados dois tipos de estacas semilenhosas, de acordo com a origem do material utilizado, sendo os seguintes: a) estacas de brotações de decepta e b) estacas de brotações de envergadura de caule. Para ambos os tipos de estacas, sua confecção foi realizada com 6 a 8 cm de comprimento, com corte em bisel na base e corte reto na porção superior, mantendo três folhas reduzidas à metade no terço superior da estaca. Durante o processo de confecção, as estacas foram mantidas em balde com água para evitar a sua desidratação do material.

Posteriormente, as bases das estacas foram imersas em solução hidroalcolica (50% v/v) de ácido indol butírico (IBA) por 10 segundos, conforme os seguintes tratamentos (T):

- T1 0 mg L⁻¹ IBA (testemunha);
- T2 1000 mg L⁻¹ IBA;

No tratamento T1 (0 mg L⁻¹ IBA), a base das estacas foram imersas em solução de água destilada e álcool (50% v/v), sem adição de regular vegetal. O ácido indol butírico P.A. utilizado foi proveniente do Laboratório Merck.

As estacas foram inseridas em tubetes de polipropileno com capacidade de 53 cm³, preenchidos com vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada (1:1 em v/v), por cerca de 2 cm de profundidade e acondicionadas em casa de vegetação climatizada com nebulização intermitente (temperatura de 24 °C ± 2 °C e superior a 80% de umidade relativa do ar), pertencente a Embrapa Florestas, em Colombo – PR.

Transcorridos 60 dias após a instalação dos experimentos foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de enraizamento (estacas vivas que apresentavam raízes de, pelo menos, 2 mm de comprimento);
- Número de raízes por estaca;
- Comprimento das três maiores raízes por estaca (cm);
- Porcentagem de estacas com calos (estacas vivas, sem raízes, com formação de massa celular indiferenciada na base);
- Porcentagem de sobrevivência (estacas vivas que não apresentaram indução radicial nem formação de calos);
- Porcentagem de mortalidade (estacas que se encontravam com tecidos necrosados);

Os experimentos foram implantados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com um arranjo fatorial 2x2 (2 origens de estacas x 2 concentrações de IBA), com 4 repetições de 15 estacas por unidade experimental, totalizando 240 estacas.

As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste de F tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.2.2. Análises anatômicas

Juntamente com a instalação do experimento de enraizamento, realizado em fevereiro de 2011, foram coletadas amostras da base de 5 estacas de cada tipo (proveniente de decepta e de envergadura de caule) de *Vochysia bifalcata*, com aproximadamente 2 cm de comprimento, para realização da análise e descrição anatômica das mesmas, as quais foram fixadas em FAA 70 (JOHANSEN, 1940), por 24 horas e conservadas em álcool 70% até o início do procedimento de confecção das lâminas vegetais, realizado no Laboratório de Anatomia Vegetal, pertencente a UFPR, Curitiba - PR.

O material destinado a confecção das lâminas vegetais foi incluído em polietileno (polietilenoglicol 1500). Os blocos foram seccionados em micrótomo rotatório (marca Olympus CUT 4055) com cortes de 20 µm de espessura. Segundo metodologia de Kraus e

Arduin (1997), alguns cortes foram submetidos aos testes histoquímicos com lugol, para a identificação de amido e Sudam III, para a identificação de lipídeos. O restante dos cortes foi corado com safrablau para identificação de celulose e lignina.

Em seguida, foram montadas lâminas semi-permanentes com gelatina-glicerinada e vedadas com esmalte incolor. Para a documentação dos resultados foram obtidas fotomicrografias em fotomicroscópio Zeiss com câmera digital Sony Cyber-shot P72 acoplada.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Estaquia

A análise de variância (Tabela 3.1) revelou que, para as variáveis analisadas, não houve interação entre a origem das estacas e concentração de IBA utilizada, indicando que os fatores são independentes. Somente o fator origem das estacas mostrou diferença significativa. Para a variável porcentagem de estacas com calos não foi realizada análise de variância devido a presença de valores nulos em todos os tratamentos.

As estacas de brotações epicórmicas provenientes de decepa apresentaram maior porcentagem de enraizamento (81%), assim como maior número de raízes por estaca (8,0 raízes/estaca) e maior comprimento médio das três maiores raízes por estaca (2,0 cm) quando comparadas àquelas provenientes de envergadura de caule (31% de enraizamento; 3,3 raízes/estaca e 0,7 cm; respectivamente), diferindo significativamente entre si (Tabelas 3.2, 3.3 e 3.4). Isso indica que a decepa foi mais eficiente na indução de brotações de *Vochysia bifalcata*, as quais promoveram um maior enraizamento, ocorrendo a formação de um sistema radicial mais vigoroso (Figura 3.3). Uma melhor resposta para estas variáveis indica que as mudas posteriormente formadas possuirão um melhor desenvolvimento, uma vez que mudas com melhor sistema radicial terão maiores chances de sobrevivência quando transplantadas para vaso ou campo (REIS *et al.*, 2000).

Tabela 3.1 – Resultados da análise de variância (Teste F) para a porcentagem de enraizamento, número de raízes por estaca, comprimento médio das 3 maiores raízes por estaca e porcentagem de sobrevivência e mortalidade das estacas de brotações epicórmicas oriundas de de cepa e de envergadura de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011

Fontes de variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio				
		Enraizamento (%)	Nº de raízes/estaca	Comprimento médio raízes/estaca (cm)	Sobrevivência (%)	Mortalidade (%)
Origem das estacas (A)	1	10000,05**	88,85**	6,28**	2998,8**	2046,4**
Concentrações IBA (B)	1	204,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,16 ^{ns}	5,66 ^{ns}	277,77 ^{ns}
Interação A x B	1	114,79 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,01 ^{ns}	35,43 ^{ns}	277,77 ^{ns}
Erro	12	107,47	3,39	0,08	63,06	65,66
Total	15					
Coeficiente de variação (%)		48,43	32,58	21,01	50,34	28,96
Teste de Bartlett (X^2)		1,31 ^{ns}	6,79 ^{ns}	2,48 ^{ns}	3,58 ^{ns}	0,47 ^{ns}

** significativo a 1%

^{ns} não significativo

Tabela 3.2 - Porcentagem de enraizamento de estacas de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011

Origem das estacas	Concentração IBA		Média
	0 mg L ⁻¹	1000 mg L ⁻¹	
De decepta	88	75	81 a
De envergadura de caule	33	31	31 b
Média	61	53	
Coeficiente de variação (%)	18,43		

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3.3 - Número de raízes por estaca de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011

Origem das estacas	Concentração IBA		Média
	0 mg L ⁻¹	1000 mg L ⁻¹	
De decepta	7,8	8,2	8,0 a
De envergadura de caule	3,4	3,1	3,3 b
Média	5,6	5,6	
Coeficiente de variação (%)	32,57		

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3.4 - Comprimento médio (cm) das 3 maiores raízes por estaca de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011

Origem das estacas	Concentração IBA		Média
	0 mg L ⁻¹	1000 mg L ⁻¹	
De decepta	2,1	1,9	2,0 a
De envergadura de caule	0,8	0,6	0,7 b
Média	1,5	1,3	
Coeficiente de variação (%)	21,02		

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

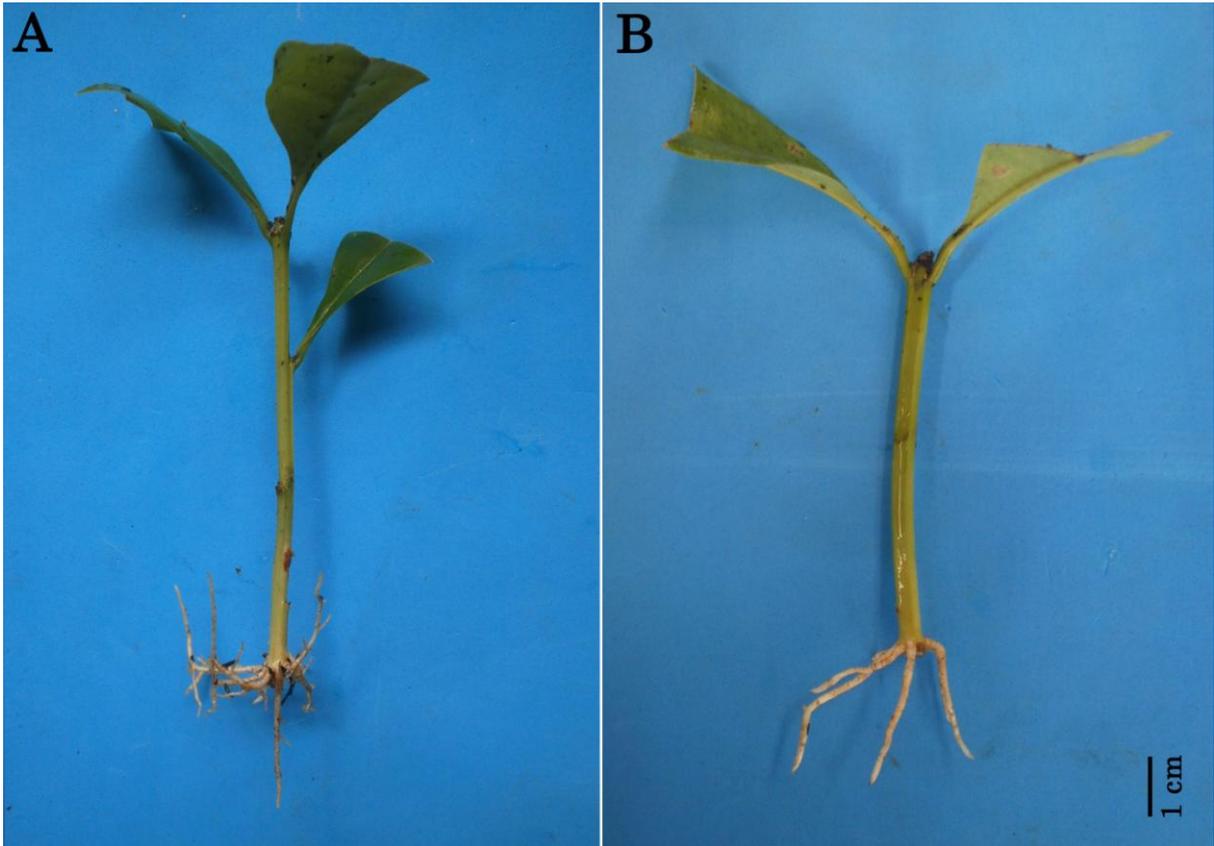


Figura 3.3 – Estacas enraizadas de *Vochysia bifalcata* de brotações epicórmicas oriundas de decepa (A) e de envergadura de caule (B)

A elevada resposta de enraizamento em material proveniente da decepa de caule pode ser explicada pela indução de brotações laterais vigorosas estimuladas pela alteração no balanço hormonal ocasionada pela perda da copa. Com isso, desencadeou-se um sistema de sobrevivência da planta com desvio da maior parte da energia existente para a produção de novos brotos a fim de recompor a área foliar perdida, onde possivelmente as novas brotações apresentavam maiores níveis de auxinas, cofatores do enraizamento e carboidratos, e menores níveis de inibidores.

Também pode-se considerar que a melhor resposta ao enraizamento de brotações oriundas de decepa em relação às de envergadura de caule pode ser devido ao fato de que os brotos provenientes das gemas laterais da base das plantas possuem maior juvenilidade dos tecidos e são mais vigorosos, fatores que melhoram a capacidade de enraizamento dos mesmos (HARTMANN *et al.*, 2011). Em espécies lenhosas, brotações mais próximas do meristema apical apresentam menor juvenilidade (HACKETT, 1987) e, conseqüentemente, menor potencial de enraizamento (HACKETT, 1987, ELDRIDGE *et al.*, 1994). Assim, pode-

se inferir que as brotações oriundas da envergadura do caule foram originadas de gemas, em geral, mais distantes da base da planta e mais próximas do meristema apical.

Resultados semelhantes sobre o sucesso do enraizamento adventício por meio do rejuvenescimento por decepta de plantas matrizes podem ser evidenciados em outras espécies de difícil enraizamento. Para o gênero *Vochysia*, pode-se citar o trabalho de Dick *et al.* (1998) os quais verificaram que brotações de decepta de plantas matrizes de *Vochysia guatemalensis* Donn. Smith proporcionaram um enraizamento médio de 64% das estacas. Para a propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) também se constatou que brotações de decepta otimizaram o enraizamento das estacas oriundas de plantas matrizes de cerca de 17 anos, chegando a médias de 66% de enraizamento (BITENCOURT *et al.*, 2009).

As estacas provenientes de envergadura de caule apresentaram maior porcentagem de sobrevivência (Tabela 3.5), com média de 29%, e maior mortalidade das estacas (Tabela 3.6), com média de 39%, quando comparadas àquelas provenientes de decepta (2% e 17%, respectivamente). Isso demonstra que, possivelmente, àquelas de envergadura de caule apresentam baixo grau de juvenilidade comparada às de decepta. Entretanto, esses resultados ainda são considerados positivos, em relação à utilização de estacas de brotação do ano de *Vochysia bifalcata* que, segundo experimento realizado por Danner *et al.* (2010), a mortalidade foi de 81%, com ausência de estacas enraizadas, enquanto que para o presente experimento a maior mortalidade foi de 39%.

Tabela 3.5 - Porcentagem de sobrevivência de estacas de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011

Origem das estacas	Concentração IBA		Média
	0 mg L ⁻¹	1000 mg L ⁻¹	
De decepta	4	0	2 b
De envergadura de caule	28	30	29 a
Média	16	15	
Coeficiente de variação (%)		50,34	

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3.6 - Porcentagem de mortalidade de estacas de brotações epicórmicas oriundas de decepta e de envergadura de caule de *Vochysia bifalcata*, tratadas com ácido indol butírico (IBA). Curitiba – PR, 2011

Origem das estacas	Concentração IBA		Média
	0 mg L ⁻¹	1000 mg L ⁻¹	
De decepta	8	25	17 b
De envergadura de caule	39	39	39 a
Média	24	32	
Coeficiente de variação (%)		28,96	

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento com IBA não incrementou a indução radicial, nem contribuiu para o aumento do número de raízes por estaca e comprimento das três maiores raízes por estaca, independente da origem da estaca utilizada. Desta forma, tem-se a indicação de que a espécie *Vochysia bifalcata*, com plantas em condições similares a deste estudo, apresenta aptidão natural ao enraizamento de estacas coletadas de plantas decepadas, não justificando a aplicação de reguladores vegetais para a indução de raízes adventícias, provavelmente pela quantidade de auxina endógena suficiente para a formação de raízes.

Resultados semelhantes foram obtidos por Bitencourt *et al.* (2009), em experimento com erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill), no qual estacas provenientes de decepta não necessitaram da aplicação de IBA para promover o enraizamento adventício; Ferriani *et al.* (2011) em experimento com miniestacas de *Piptocarpha angustifolia* Mart. ex Reissek e Ferreira *et al.* (2010) trabalhando com miniestacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, observaram altos percentuais de enraizamento sem a aplicação de regulador vegetal. Esses resultados semelhantes se devem a concentração endógena de auxina adequada para o enraizamento em estacas juvenis (HARTMANN *et al.*, 2011).

5.3.2. Análises anatômicas

Analisando as secções transversais das bases das estacas de brotações epicórmicas de *Vochysia bifalcata* (Figura 3.4), observa-se que, tanto para àquelas oriundas de decepta quanto para envergadura de caule, as estacas caulinares apresentavam epiderme unisseriada, com superfície externa da parede periclinal revestida pela cutícula, identificada pelo teste com

Sudam III. A região cortical era composta de aproximadamente quatro camadas de células colenquimáticas, seguidas de seis camadas de células parenquimáticas para as estacas provenientes de decepta, enquanto que para as estacas de envergadura de caule, essa era formada por onze camadas de células.

A diferença anatômica mais evidente entre os dois tipos de estacas foi a de que as estacas de decepta apresentaram um anel descontínuo de fibras perivasculares gelatinosas por toda a extensão cortical do caule, com presença de poucas fibras lignificadas (Figura 3.4 – C) adjacentes ao floema secundário, características essas que não foram notadas nas estacas de envergadura de caule. O enraizamento adventício de estacas de decepta não foi prejudicado pela presença de fibras as quais eram descontínuas e gelatinosas, não constituindo uma barreira anatômica na formação do sistema radicial, fato esse evidenciado pelos altos índices de enraizamento. Observação semelhante foi realizada por Zuffellato-Ribas *et al.* (2005) que, ao analisarem a anatomia da base das estacas de *Odontonema strictum* Kuntze, verificaram que a presença de fibras descontínuas na região cortical não prejudicaram o enraizamento, o qual apresentou alto percentual.

O caule de ambos os tipos de estacas encontrava-se em crescimento secundário, com floema secundário, câmbio e xilema secundário. A medula era parenquimática, contendo ductos de mucilagem e floema incluso.

Por meio do teste histoquímico com lugol foi possível observar a presença de grãos de amido (Figura 3.5) nas células colenquimáticas e parenquimáticas da região cortical, e também o armazenamento desses grãos nas células parenquimáticas da medula de ambos os tipos de estaca. Não obstante esse fato, apesar de ter elevada concentração de amido nas estacas de envergadura de caule o que não justifica o baixo enraizamento uma vez que constitui uma fonte de carboidratos para o enraizamento, podendo haver outros fatores relacionados, como presença de inibidores.

Pela estrutura anatômica dos dois tipos de estacas de brotações epicórmicas de *Vochysia bifalcata*, pode-se verificar que as provenientes de envergadura de caule apresentaram menor quantidade de tecido secundário formado. Essa característica evidencia um câmbio menos ativo, o que leva a supor que a menor atividade tenha influenciado em um menor enraizamento. Fato semelhante foi notado por Mayer *et al.* (2006) que verificaram a baixa atividade do câmbio em estacas de *Vitis rotundifolia* cv. “Topsail”, as quais apresentaram os menores percentuais de enraizamento com relação as demais cultivares.

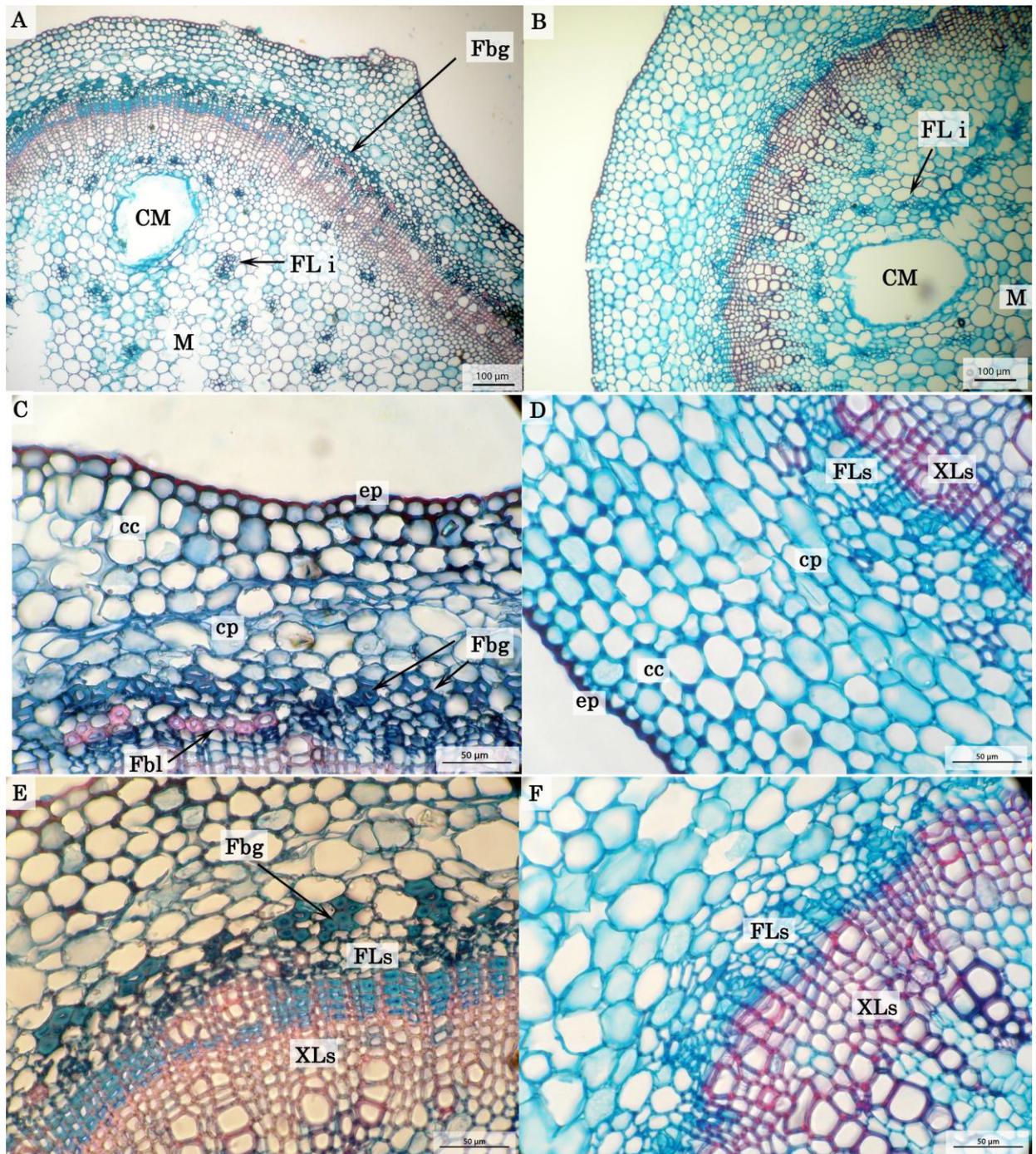


Figura 3.4 – Secções transversais da base das estacas de brotações epicórmicas de *Vochysia bifalcata*. (A, C, E) - Visão geral do caule, detalhe da região cortical e detalhe do tecido vascular de estacas oriundas de decepta. (B, D, F) - Visão geral do caule, detalhe da região cortical e detalhe do tecido vascular de estacas oriundas de envergadura de caule. **ep** – epiderme; **cc** – células colenquimáticas; **cp** – células parenquimáticas; **FBg** – fibras gelatinosas; **FBl** – fibras lignificadas; **FLs** – floema secundário; **XLs** – xilema secundário; **FLi** – floema incluído; **CM** – canal de mucilagem; **M** – medula

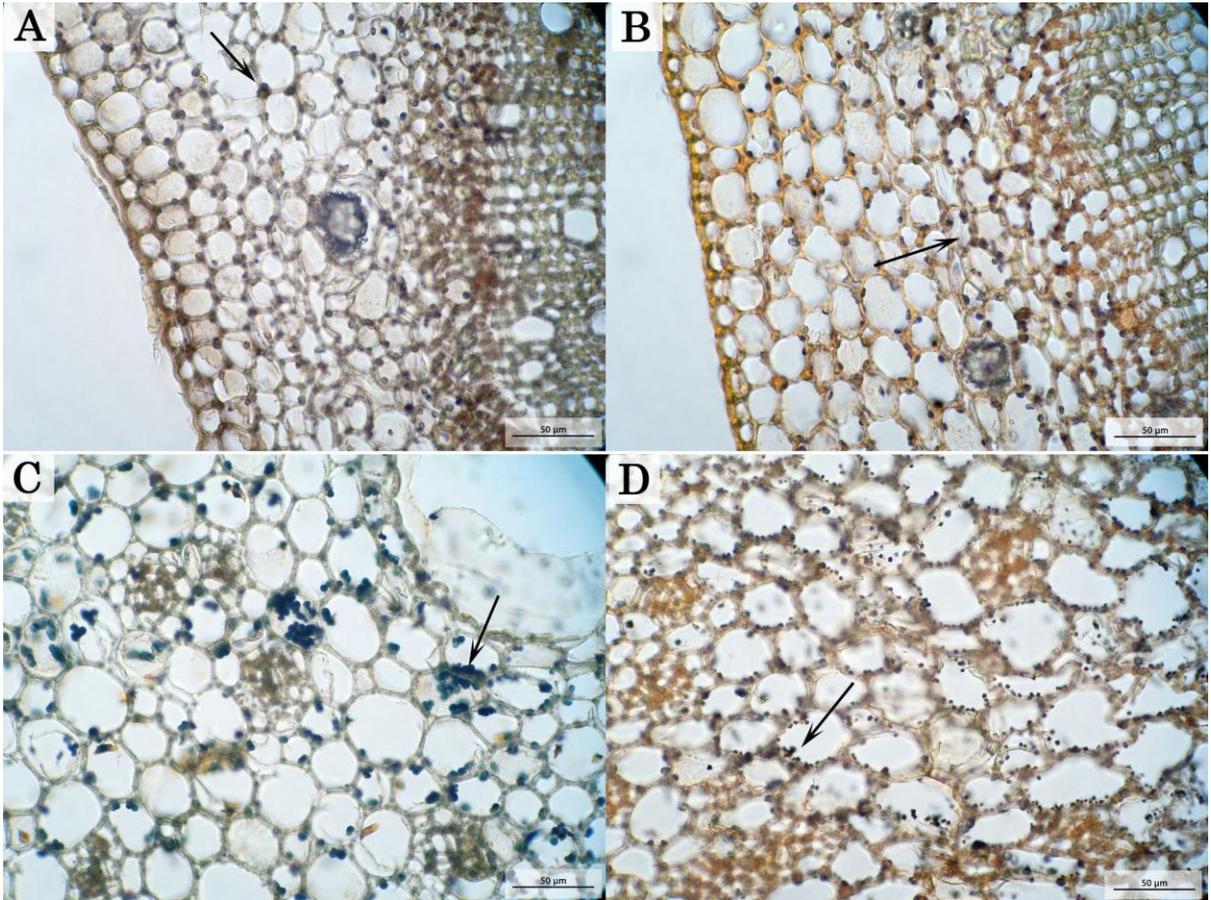


Figura 3.5 – Teste de lugol para detecção de amido em secções transversais da base das estacas de brotações epicórmicas de *Vochysia bifalcata*. Região cortical de estacas oriundas de decepta (A) e de envergadura de caule (B). Medula das estacas oriundas de decepta (C) e de envergadura de caule (D)

5.4. CONCLUSÕES

Para a propagação vegetativa de *Vochysia bifalcata*, brotações epicórmicas induzidas por decepta são indicadas para o enraizamento adventício com bom potencial de enraizamento, não necessitando da aplicação de ácido indol butírico (IBA).

REFERÊNCIAS

BITENCOURT, J. de. **Otimização do enraizamento de estacas de plantas adultas de erva-mate**. 162 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2009.

BITENCOURT, J., ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I., KOEHLER, H. S. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 277-281, 2009.

BORGES JÚNIOR, N.; MARTINS-CORDER, M. P.; SOBROSA, R. de C.; SANTOS, E. M. dos. Rebrotas de cepas de árvores adultas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 611-615, 2004.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. Espécies nativas recomendadas para a recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados. **Documentos 136**. Colombo – PR. Embrapa Florestas, 2006. 54 p. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc136.pdf>>. Acesso em: 29/09/2009.

CARPANEZZI, A. A.; NEVES, E. J. M.; AGUIAR, A. V. de; SOUSA, V. A. de. Espécies lenhosas alternativas para fins econômicos no Paraná. In: Seminário de Atualização Florestal, 2., Semana de Estudos Florestais, 11., 2010, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: UNICENTRO, 2010. 9 p. Disponível em: <<http://anais.unicentro.br/sef2010/pdf/palestras/Carpanezi.pdf>>. Acesso em: 10/06/2010.

CARVALHO, P. E. R. Guaricica (*Vochysia bifalcata*). **Circular Técnica 150**. Colombo - PR: Embrapa Florestas, 2008. 6 p. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/circ-tec150.pdf>>. Acesso em: 27/09/2009.

DANNER, M. A.; GUBERT, C.; TAGLIANI, M. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Estaquia semilenhosa de *Vochysia bifalcata*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 6, p. 487-491, 2010.

DICK, J. McP.; ZUNIGA, G.; CORNELIUS, J. P.; WATT, A. D. Genetic variation in the number of cuttings harvestable and rooted from *Vochysia guatemalensis* coppiced stumps. **Forest Ecology and Management**, v. 111, n. 2-3, p. 225-230, 1998.

ELDRIDGE K., DAVIDSON J., HARDWIID C., VanWYK G. 1994. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon Press, p. 228-246.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de Plantas Frutíferas de Clima Temperado**. Pelotas: UFPel, 1994. 179 p.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; NOGUEIRA, A. C. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vel.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.

FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Miniestaquia aplicada a espécies florestais. **Revista Agro@mbiente on line**, Boa Vista, v. 4, n. 2, p. 102-109, 2010.

FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOZA, A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.

HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. (eds.) **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, 1987. p. 11 - 28. (Advances in Plant Sciences Series, 2).

HARTMANN, H. T.; KERSTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kerster's PLANT PROPAGATION: principles and practices**. 8 ed. Boston: Prentice Hall. 2011. 915 p.

JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997. 198 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 2, 1998. p. 352

MAYER, J. L. S.; BIASI, L. A.; BONA, C. Capacidade de enraizamento de estacas de quatro cultivares de *Vitis* L. (Vitaceae) relacionada com os aspectos anatômicos. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 20, n. 3, p. 563-568, 2006.

NEGRELLE, R. R. B.; MOROKAWA, R.; RIBAS, C. P. *Vochysia* Aubl. do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 29-38, 2007.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83 p.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. de; LIMA, L. C. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 931-938, 2000.

SEITZ, R. A. **Manual de Poda de Espécies Arbóreas Florestais**. Trabalho apresentado no 1. Curso em Treinamento sobre Poda em Espécies Arbóreas Florestais e de Arborização Urbana, Piracicaba, 1996.

SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I.; ROSA, L. S. da. Brotações epicórmicas no resgate vegetativo de indivíduos adultos de *Eucalyptus* spp . In: Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 9., 2003, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2003. p. 68-76

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 187-194, 2001.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos**. Curitiba: [K. C. Zuffellato-Ribas], 2001. 39 p.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BOEGER, M. R. T.; BONA, C.; PAES, E. da G. B.; PIMENTA, A. C.; MASUDA, E. T. Enraizamento e morfo-anatomia de estacas caulinares de *Odontonema strictum* Kuntze (Acanthaceae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 57-61, 2005.

6. CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimento com *Vochysia bifalcata* Warm., é possível concluir que:

Sementes de *Vochysia bifalcata* não apresentam dormência. Para testes de germinação em laboratório recomenda-se o uso dos substratos papel mata-borrão ou vermiculita na temperatura de 25 °C, sendo a primeira contagem das sementes estabelecida no quarto dia e a contagem final ao 12º dia após a semeadura.

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento de estaquia caulinar semilenhosa de *Vochysia bifalcata* proveniente de brotações do ano, a aplicação de IBA e PVP não promoveu a iniciação radicial da espécie em qualquer período de coleta, podendo ser o material de brotação do ano considerado como de difícil enraizamento, se fazendo necessários estudos que abordem o rejuvenescimento do material utilizado para estaquia.

Estacas provenientes de brotações epicórmicas de *Vochysia bifalcata*, induzidas por decepta são indicadas para o enraizamento adventício, com bom potencial de enraizamento, não necessitando da aplicação de ácido indol butírico (IBA).

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. C. de F.; DELEO-RODRIGUES, T. de J.; MINOHARA, L.; TEBALDI, N. D.; SILVA, L. M. de M. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaraji (*Colubrina glandulosa* Perk. – Rhamnaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 108-111, 1998.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; HAYASHI, A. H. Raiz. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, p. 267-273, 2004.

BARBOSA, A. R.; YAMAMOTO, K.; VALIO, I. F. M. Effect of light and temperature on germination and early growth of *Vochysia tucanorum* Mart., Vochysiaceae, in cerrado and forest soil under different radiation levels. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22 (Suplemento: 2), p. 275-280, 1999.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. P. 83-136.

BITENCOURT, J. de. **Otimização do enraizamento de estacas de plantas adultas de erva-mate**. 162 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2009.

BITENCOURT, J., ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I., KOEHLER, H. S. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 277-281, 2009.

BORGES, K. C. de F.; SANTANA, D. G. de; RANAL, M.; DORNELES, M. C.; CARVALHO, M. P. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata* Mart. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1008-1010, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regra para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. Espécies nativas recomendadas para a recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados. **Documentos 136**. Colombo – PR. Embrapa Florestas, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc136.pdf>>. Acesso em: 29/09/2009.

CARPANEZZI, A. A.; NEVES, E. J. M.; AGUIAR, A. V. de; SOUSA, V. A. de. Espécies lenhosas alternativas para fins econômicos no Paraná. In: Seminário de Atualização Florestal, 2., Semana de Estudos Florestais, 11., 2010, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: UNICENTRO, 2010. 9 p. Disponível em: <<http://anais.unicentro.br/sef2010/pdf/palestras/Carpanezi.pdf>>. Acesso em: 10/06/2010.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas - SP: FUNEP, 1988. 424p.

CARVALHO, P. E. R. Guaricica (*Vochysia bifalcata*). **Circular Técnica 150**. Colombo - PR: Embrapa Florestas, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/circ-tec150.pdf>>. Acesso em: 27/09/2009.

COSTA, A. S. da; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; BLANK, A. F.; MENDONÇA, A. B. de; AMANCIO, V. F.; LEDO, A. da S. Estabelecimento de alecrim-pimenta *in vitro*. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 68-72, 2007.

ESCHIAPATI-FERREIRA; M. S.; PEREZ; S. C. J. G. A. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 230-236, 1997.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de Plantas Frutíferas de Clima Temperado**. Pelotas: UFPel, 1994. 179 p.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de espécies florestais. **Documentos 94**. Colombo – Pr: Embrapa Florestas, 2004. 22 p. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc94.pdf>>. Acesso em: 27/09/2009.

FERRARI, M. P.; WENDLING, I. Influência da utilização de antioxidantes na enxertia de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire). **Comunicado Técnico 109**. Colombo – Pr: Embrapa Florestas, 2004. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/Com_tec109.pdf>. Acesso em: 29/09/2009.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; NOGUEIRA, A. C. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.

FERRIANI, A. P. **Estaquia de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén) com uso de ácido indol butírico**. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2006.

FERRIANI, A. P. **Miniestaquia e quantificação de polifenóis em *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex. Malme**. 86 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2009.

FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOZA, A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Caderno Didático nº 2. Santa Rosa – RS: ANORGS, 2004. 19 p.

GENEMA, A. K. **Extração e caracterização do extrato de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.): estudo de sua ação antioxidante**. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2005.

GOULART, P. B. **Influência do acondicionamento, antioxidantes, auxinas e seus cofatores no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla***. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 2006.

GOULART, P. B.; XAVIER, A. Influência do modo de acondicionamento de miniestacas no enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 407-415, 2010.

HARTMANN, H. T.; KERSTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kerster's PLANT PROPAGATION: principles and practices**. 8 ed. Prentice Hall. New Jersey: 2011. 915 p.

HINOJOSA, G. F. Auxinas. In: CID, L. P. B.. **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasília-DF: 2000. p. 15-53. Embrapa recursos genéticos e biotecnologia.

- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452 p.
- KERSTEN, E.; LUCCHESI, A. A.; GUTIERREZ, L. E. Efeitos do boro e zinco no teor de carboidratos solúveis, aminoácidos totais e no enraizamento de estacas de ramos de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p. 13-18, 1993.
- LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of germination in *Salvia hispanica* L. temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, n.1, p.37-56, 1987.
- LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. da S. e; MORAES, W. da S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 2, 1998. p. 346
- LOVELL, J.; WHITE, P. H. Anatomical changes during adventitious root formation. In JACKSON, M. B. **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht/Boston/Lancaster, Martinus Nijhoff Publishers, p. 111-140, 1986.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. **Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes**. Disponível em: <http://arborizar.com/viveiros/germinacao_dormencia.pdf>. Acesso em: 10/06/2011.
- NEGRELLE, R. R. B.; MOROKAWA, R.; RIBAS, C. P. *Vochysia* Aubl. do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 29-38, 2007.
- NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.
- NOVEMBRE, A. D. da L. C.; FARIA, T. C.; PINTO, D. H. V.; CHAMMA, H. M. C. P. Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. – Fabaceae-Mimosoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 47-51, 2007.

NUNES, R. de C. **Cultura de tecidos em gérbera**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista: Presidente Prudente, 2008.

OLIVEIRA, E. de C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Propostas para a padronização de metodologias em análises de sementes florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 11, n. 1, 2, 3, p. 1-42, 1989.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83 p.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agriplan, 1977. 289 p.

REGO, S, S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. dos. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 212-220, 2009.

RODRIGUES, V. A. **Propagação vegetativa de Aroeira *Schinus terebinthifolius* Faddi, Canela Sassafras *Ocotea pretiosa* Benth & Hook e Cedro *Cedrela fissilis* Vellozo através de estacas radiciais e caulinares**. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1990.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Análise estatística na germinação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.205-237, 2000. Edição especial.

SCALOPPI JUNIOR, E. J.; JESUS, N. de; MARTINS, A. B. G. Capacidade de enraizamento de variedades de nespereira submetidas à poda de renovação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 61-64, 2004.

SEITZ, R. A. **Manual de Poda de Espécies Arbóreas Florestais**. Trabalho apresentado no 1. Curso em Treinamento sobre Poda em Espécies Arbóreas Florestais e de Arborização Urbana, Piracicaba, 1996.

SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez – Lauraceae) sob condições de luz e temperatura. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-22, 1998.

SILVA, D. C.; MENDES, D. A. G. B.; SOLEY, B. S.; FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; OTUKI, M. F., CABRINI, D. A. Investigation of topical anti-inflammatory activity of *Vochysia bifalcata*. In: Congresso Brasileiro de Farmacologia e Terapêutica Experimental, 42., 2010, Rio Preto. **Anais...** Rio Preto: SBFTE, 2010.

SILVA, V. P.; COSTA, R. B. da; NOGUEIRA, A. C.; ALBRECHT, J. M. F.; ARAÚJO, A. J. de. Influência da temperatura e luz na germinação de sementes de cambará (*Vochysia haenkiana* Mart.). **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 4, n. 1, p. 99-108, 2000.

SOLEY, B. da S.; CABRINI, D. de A.; MENDES, D. A. G.; OTUKI, M. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; FERREIRA, B. G. A. Avaliação da atividade anti-inflamatória dos extratos brutos das plantas *Vochysia bifalcata* Warm., *Psychotria nuda* (Cham & Schlecht.) Wawra e *Sapium glandulatum* (Vell.). In: EVINCI, 17., EINTI, 2., 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2009. p. 145

SOLEY, B. da S.; CABRINI, D. de A.; MENDES, D. A. G.; OTUKI, M. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; FERREIRA, B. G. A. Avaliação da atividade anti-inflamatória dos extratos brutos das plantas: *Vochysia bifalcata* Warm., *Psychotria nuda* (Cham & Schlecht.) Wawra e *Sapium glandulatum* (Vell.). In: EVINCI, 19., EINTI, 4., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2011. p. 166

SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I.; ROSA, L. S. da. Brotações epicórmicas no resgate vegetativo de indivíduos adultos de *Eucalyptus* spp . In: Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 9., 2003, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2003. p. 68-76

STOCKMAN, A. L.; BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. da L. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia rosea-alba* (Ridl.) Sand. – Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 139-143, 2007.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Arned, 2009. 848 p.

TANG, W.; HARRIS, C. L.; OUTHAVONG, V.; NEWTON, R. J. Antioxidants enhance in vitro plant regeneration by inhibiting the accumulation of peroxidase in Virginie pine (*Pinus virginiana* Mill.). **Plant Cell**, Waterbury, v. 22, p. 871-877, 2004.

TEIXEIRA, J. B. **Limitações ao processo de cultivo in vitro de espécies lenhosas**. Brasília: Embrapa – Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/60042247/limitacoes-na-cultura-in-vitro-de-lenhosas>>. Acesso em: 15/08/2011.

VIANNA, M. C. Vochysiaceae na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 659-666, 2006.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 187-194, 2001.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; GROSSI, F. Curso intensivo de viveiros e produção de mudas. **Documentos 79**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 48 p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 272 p.

YOSHIKAWA, M.; GEMMA, H.; SOBAJIMA, Y.; MASAGO, H. Rooting cofactor activity of plant phytoalexins. **Plant Physiol.**, Bethesda, v. 82, p. 864-866, 1986.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos**. Curitiba: [K. C. Zuffellato-Ribas], 2001. 39 p.