

Enraizamento de estacas de *Strongylodon macrobotrys* sob diferentes concentrações de AIB e tempos de imersão

Almir OT Susin ⁽¹⁾; Paul RM Miller ⁽²⁾; Rita Maria BFL da Costa ⁽³⁾; Guilherme T Osório ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Acadêmico do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Ademar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi. Caixa Postal 476, CEP 88040-900. Florianópolis, SC, Brasil. almir_susin@yahoo.com.br

⁽²⁾ Professor titular, Depto de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Ademar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi. Caixa Postal 476, CEP 88040-900. Florianópolis, SC, Brasil. r.miller@ufsc.br

⁽³⁾ Eng. Agrônoma, Rod. SC 401 km 4,5, Bairro Saco Grande. CEP 88032-005. Florianópolis, SC, Brasil. rita@verdecia.com.br

⁽⁴⁾ Eng. Agrônomo, Depto de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Ademar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi. Caixa Postal 476, CEP 88040-900. Florianópolis, SC, Brasil. guilhermeosorio@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi testar diferentes tempos de imersão de estacas de *S. macrobotrys* em solução com AIB em diferentes concentrações. O experimento foi conduzido na Verde e Cia Garden Center, em Florianópolis, SC, de outubro a novembro de 2015. O deliamento foi inteiramente casualizado, com utilização de estacas medianas de 12 cm em média contendo 2 folhas com 30% de cada folíolo. As bandejas possuíam células de 200 ml, com substrato contendo 1/3 de vermiculita, 1/3 de areia fina e 1/3 de composto. As concentrações de AIB foram de 1500 ppm, 2000 ppm e 2500 ppm, com tempo de imersão de 15 segundos e 30 segundos, totalizando em 7 tratamentos, incluindo uma testemunha ou série de estacas sem indução hormonal. Os melhores resultados foram obtidos com o tempo de imersão de 30 segundos e com a concentração de 2000 ppm de AIB, destacando-se entre estes o tratamento de 30 segundos de imersão a 1500 ppm.

Palavras-chave: ornamental, fito-hormônio, estaquia

Abstract

The objective of this study was to test different immersion times of *S. macrobotrys* stakes in solution with IBA in different concentrations. The experiment was conducted on the Green and Co. Garden Center in Florianópolis, Brazil, from October to November 2015. The delianemento was completely randomized, using 12 cm in average middle cuttings containing 2 leafs with 30% of each leaflet. The trays possessed cells with 200 ml with substrate containing vermiculite 1/3, 1/3 sand and 1/3 compost. The IBA concentrations were 1500 ppm, 2000 ppm and 2500 pmm, with a soaking time of 15 seconds and 30 seconds, totaling 7 treatments, including a control treatment or cuttings without hormone induction. The best results were obtained with the immersion time of 30 seconds and the concentration of 2000 ppm of IBA, standing out among them the treatment of 30 seconds dip in 1500 ppm.

Keywords: ornamental, phyto-hormone , cuttings

Introdução

A jade azul, *Strongylodon macrobotrys*, é uma fabaceae com exuberantes racemos azul-esverdeados, inicialmente coletada em 1854 por botânicos norte-americanos no Monte Makiling, na ilha de Luzon, podendo ainda ser encontrada naturalmente nas ilhas de Mindoro, Catanduanes e Mindanao em altitudes próximas a 2800m, locais onde é conhecida por *tayabak* ou *bayou* sendo conceituada com o termo liana, por crescer do sub-bosque à copa das árvores, fechando e entrelaçando o dossel em busca do sol. O gênero conta com 20 espécies distribuídas desde a costa oeste do Hawaii, passando pelo sudeste asiático até Madagáscar. São plantas de florestas tropicais úmidas, muitas com grande potencial ornamental embora raras em jardins. As ilhas das Filipinas contam com 10 espécies dentre as quais 9 endêmicas sendo *S. macrobotrys* a mais famosa do grupo (BOSSCHAERT, 2009).

O desmatamento de grandes extensões tem reduzido significativamente sua distribuição, o que a colocou na lista vermelha de espécies ameaçadas (1997) da International Union for Conservation of Nature (IUPN) como *vulnerável*. Tal situação levou os botânicos filipinos a iniciarem estudos sobre sua reprodução. Uma vez que *S. macrobotrys* atinge certo grau de maturidade, os racemos são emitidos em hastes pendentes não ramificadas, que chegam a produzir mais de 100 flores em gradual florescimento, com estrutura típica das

faboídeas, com uma grande pétala superior chamada bandeira, 2 pétalas arqueadas inferiores chamadas quilhas e 2 pequenas pétalas laterais chamadas asas. A cor de sua flor é rara e encontra similaridade em *Lachenalia viridiflora* (Liliaceae) e *Ixia viridiflora* (Iridaceae), ambas espécies de bulbo sul africanas (BOSSCHAERT, 2009).

A espécie apresenta autoincompatibilidade reprodutiva do tipo LSI (Late-acting self-incompatibility), ou ação tardia de autoincompatibilidade. Tardia, pelo crescimento do tubo polínico somente até a micrópila, com sua retenção nessa estrutura, ou pela ocorrência de falha na singamia, nos casos em que o ovário é penetrado – efeitos esses sugeridos por Gibbs (2014) como expressão precoce de genes deletérios. Prichyd et al. (1998) em um trabalho de autopolinização mostrou que 63,64% das flores iniciaram seu desenvolvimento em fruto mas que os abortos nesse percurso culminaram em um percentual de apenas 1,27% de frutos plenamente formados, sobre o total de flores autopolinizadas. Entre os fatores possíveis para essa baixa conversão estaria a competição dos frutos pelos recursos maternos, onde a planta dá preferência aos frutos com melhor posição e mais adiantados, usando toda a abundância da floração com objetivo principal de dispersar pólen, e os abortos por mecanismos de incompatibilidade genética, o que inviabiliza a multiplicação da planta em uma escala que atenda o mercado e justifica a prática da estaquia. O estigma ainda possui uma estrutura semelhante a um pincel para evitar a autopolinização espontânea, sendo esta possivelmente feita por pássaros e morcegos, que originam frutos de pequeno tempo de viabilidade, situada em torno de semanas (PRICHYD et al., 1998).

Em se tratando de estaquia, a indução hormonal com auxinas é o método mais utilizado em espécies com baixas taxas de enraizamento. As auxinas são produzidas em todo tecido vivo vegetal em uma baixa quantidade, e em uma maior quantidade em tecidos jovens em expansão (TAIZ e ZEIGER, 2006). Grandes quantidades de auxinas inibem meristemas radiculares em atividade mas em contrapartida, estimulam o desenvolvimento de raízes adventícias, fator esse responsável pela sua larga utilização na estaquia. Baixas quantidades de auxinas estimulam o desenvolvimento radicular (TAIZ e ZEIGER, 2006; KERBAUEY, 2004), o que foi observado em experimentos que trabalharam tanto com a presença de folíolos quanto com a extensão da área deixada nesses folíolos, que mostraram uma correspondência positiva com a sobrevivência e o enraizamento (BARBEIRO, 2013;

BETANIN, 2010; CORRÊA e BIASI, 2012; GARBUJO et al., 2007; MOTA e ARAÚJO, 2009).

Quanto à propagação de *S. macrobotrys* por estaquia, foi relatado haver dificuldade de enraizamento mesmo sob efeito de auxinas. Barbeiro (2013) obteve 40% de sobrevivência, com estacas apicais contendo folíolos.

O tempo de imersão em experimentos que envolvem estaquia é uma variável bastante trabalhada, mostrando-se tanto fator negativo ao enraizamento assim como demonstrado por Morais (2010) quanto positivo, segundo observações de Neto (2009). Relevante a partir do ponto em que não foi uma variável trabalhada por Barbeiro (2013) no seu experimento com jade que serviu de base ao experimento desenvolvido.

Quanto à concentração de auxinas, partindo do melhor valor de Barbeiro (2013) que foi o de 2000 ppm em um tempo de imersão de 15 segundos, pode-se considerar a possibilidade de encontrar-se um resultado diferente quando em combinação com um tempo distinto de imersão.

A utilização de composto na formulação do substrato serve como fonte de nitrogênio às células estimuladas à diferenciação radicular, de forma gradual e com menores perdas quando comparada à adição de nitrogênio mineral (OSINAME et al, 1983), através de sua decomposição pelos microorganismos neste contidos que liberam à solução do solo ácidos orgânicos, tanto como subproduto de seus metabolismos como através de exudatos produzidos ativamente (PAVINATO e RESOLEM, 2008). Esse nitrogênio em baixa quantidade principalmente na forma de nitrato, tem efeito positivo na formação de raízes secundárias (KUDOYAROVA, 1997; LIU, 2010) e na interação sinérgica com os microorganismos necessária para que ocorra nodulação (TSAI et al, 1993; BORGES, 2013).

Dado a raridade da espécie, a exuberância de sua floração e as dificuldades de sua propagação, o valor vinculado a cada exemplar acaba sendo alto, se tornando o principal incentivo à escolha da espécie e realização deste trabalho.

Este trabalho teve como objetivo testar diferentes tempos de imersão de *S. macrobotrys* em solução com auxina em diferentes concentrações, utilizando-se como auxina o ácido indolbutírico (AIB), além de sua viabilidade de condução em ambiente comercial.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na empresa Verde e Cia Garden Center, na Rod SC 401, 4232, em Florianópolis – Sc. O clima é tropical úmido, do tipo Cfa pela classificação de Köppen.

O local da condução do experimento foi um ambiente protegido, com pé direito de 6 m, cobertura de lona transparente e laterais com sombrite de 40%, que se trata do próprio ambiente comercial da empresa.

O experimento foi conduzido de 3/10 a 5/11 de 2015, com obtenção das estacas a partir de um indivíduo adulto em floração que cresce próximo ao local da condução do experimento, cobrindo completamente uma árvore.

As concentrações hormonais testadas foram de 1500 ppm, 2000 pmm e 2500 pmm, com tempos de imersão de 15 e 30 segundos, com 10 estacas por repetição e um tratamento testemunha, totalizando 280 estacas conforme tabela:

Tabela 1: Exposição dos tratamentos com número total de estacas de *S. macrobotrys*. Florianópolis, 2015.

Tempo de imersão	Concentrações de AIB (ppm)	Estacas por tratamento
15 seg.	1500	40
	2000	40
	2500	40
30 seg.	1500	40
	2000	40
	2500	40
Testemunha	0	40
		Total: 280

O delineamento foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2x3 (2 tempos de imersão e 3 concentrações de hormônio) com 4 repetições.

O substrato teve em sua composição 1/3 de composto Rick, 1/3 de areia e 1/3 de vermiculita. As bandejas tiveram células de 200 ml, e totalizaram em um volume de substrato de 60 L.

As estacas foram do tipo medianas quanto a posição na planta, com 12 cm de

comprimento e 0,33 cm de diâmetro em média, contendo 2 gemas axilares e 1 par de folhas, com folíolos cortados em 70 % de suas áreas. O par de gemas inferiores foi mergulhado na solução hormonal e mantido abaixo do nível do substrato. A folha inferior contudo permaneceu acima do nível do substrato. O corte das estacas foi em bisel.

A irrigação das bandejas foi feita diariamente na primeira semana e depois cessada por completo devido à permanente condição chuvosa do clima.

A avaliação se deu ao 40º dia após a implantação do experimento, com observação da mortalidade das estacas, contagem do número de raízes e mensuração do comprimento total de raízes de cada estaca. A mortalidade foi acompanhada semanalmente, com classificação das estacas escuras como mortas. Os dados obtidos tiveram suas médias comparadas.

Resultados e Discussão

O experimento foi finalizado no 40º dia com anotação do número de raízes por estaca e do comprimento total de raízes por estaca. A sobrevivência foi medida semanalmente e teve como valor final 6%, assim como exposto no gráfico 1.

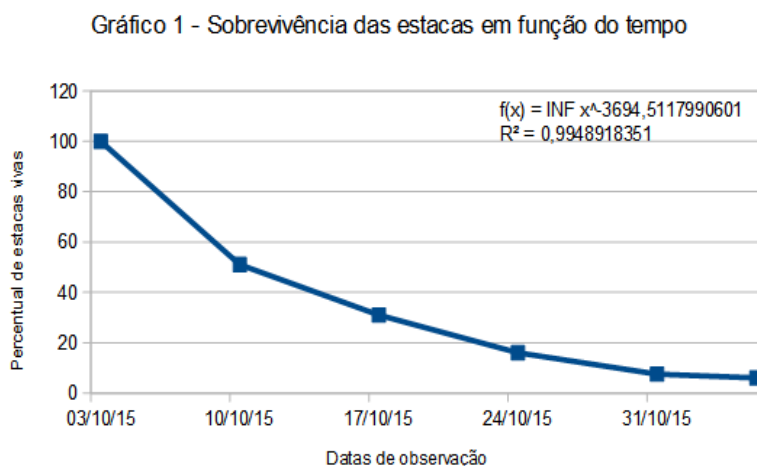


Gráfico 1: Sobrevivência das estacas ao longo do tempo: As datas correspondem ao dia da observação. O número final de estacas vivas exposto em porcentagem foi de 6%.

O baixo valor de sobrevivência foi reflexo da condição chuvosa do mês de outubro (mês da condução do experimento), que segundo dados do Laboratório de Climatologia Agrícola da UFSC apresentou precipitação com excedente de 148,6 mm em relação às normais climatológicas para o período (1961 – 1990, estação de São José – SC) ou um

acréscimo de 135% de chuva, mais que o dobro do que o esperado (LABCLIMAGRI UFSC, 2015).

Tal condição climática manteve o substrato em permanente encharcamento pela capacidade de capilaridade da água, que se deslocou para as bandejas pelo solo que embora coberto por uma lona permitia o fluxo de água, mesmo em se tratando de um ambiente protegido, já que o lençol freático mantinha contato com o solo da estufa.

Pode ser constatada a existência do encharcamento pela curva de sobrevivência que mesmo apresentando uma tendência a estabilizar-se, mantinha uma taxa de morte próxima a 50% por semana.

O substrato mostrou-se com alto potencial para armazenamento de água, principalmente com a presença da areia, que conferiu um caráter pesado e úmido. Aliado a isso um período de chuvas diárias com alta manutenção da umidade relativa do ar, que teve média de 89%, 8 pontos acima das normais climatológicas do período (LABCLIMAGRI UFSC, 2015), e um terreno que permitiu a irrigação das bandejas por capilaridade, quase como um sistema de floating, a consequência foi uma grande perda de estacas pela anoxia desenvolvida no meio.

De fato, um ambiente anoxico desencadeia murcha e abscisão foliar pela produção de etileno (TAIZ e ZEIGER, 2006; KERBAUEY, 2004), observada já na segunda semana, e mortalidade consequente das estacas tanto pelos processos oxidativos a partir da produção de etileno quanto pelo metabolismo dos micro-organismo do substrato, que acabam liberando compostos tóxicos no meio como dióxido de carbono e gases sulfurosos, liberação essa que é maior em substratos com alto percentual orgânico (ISHII e KADOYA, 1984).

Levando-se em consideração que o encharcamento causou abscisão foliar, os valores obtidos correspondem aos de Barbeiro (2013), que contantara a necessidade da manutenção da área foliar para a obtenção de uma maior taxa de sobrevivência.

No gráfico 2 estão expostos os resultados obtidos em todos os tratamentos, tanto aqueles referentes às medições radiculares quanto os relacionados à sobrevivência.

Gráfico 2 - Número e comprimento de raízes e sobrevivência (%) por tratamento

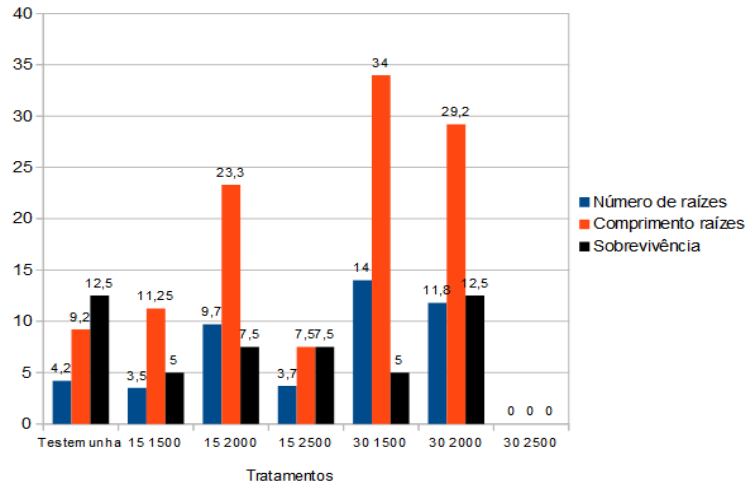


Gráfico 2: Número e comprimento total de raízes por tratamento e sobrevivência em porcentagem por tratamento: os tratamentos estão colocados com duas numerações, sendo a primeira referente ao tempo de imersão (15 ou 30 segundos) na solução e a segunda numeração referente à concentração de AIB (1500, 2000 ou 2500 ppm) da solução.

O tratamento com maiores médias foi o de 30 segundos de imersão à 1500 ppm de AIB, seguido pelo tratamento 30 segundos à 2000 ppm. O tratamento 30 seg. À 2500 possivelmente apresentou alta toxidez pela alta exposição e alta concentração de AIB, o que explica sua total mortalidade. Fato que apoia essa constatação é o baixo desempenho do tratamento 15 seg à 2500 ppm, inferior às demais concentrações.

Os tratamentos com maior sobrevivência foram a testemunha e o submetido a 30 segundos e 2000 ppm, com média duas vezes superior ao número total do experimento, chegando a 12,5%.

Nos gráficos 3 e 4 estão colocados os valores sob a ótica primeiramente do tempo de imersão e posteriormente sob a concentração hormonal.

Gráfico 3 - Comprimento e número de raízes por tempo de imersão

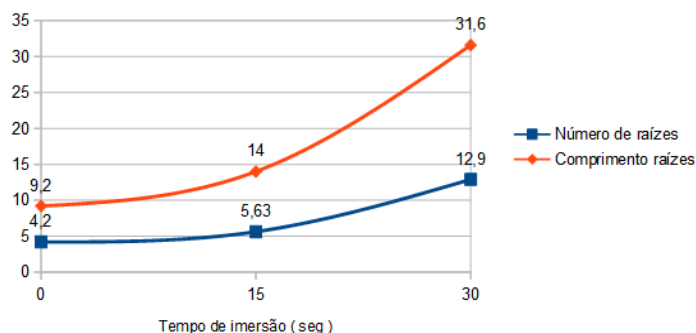


Gráfico 3: Comprimento e número de raízes por tempo de imersão na solução. Os valores indicam em segundos o tempo que as estacas ficaram submersas.

A média superior foi obtida com 30 segundos de imersão, para os dois valores, com 13 raízes em média e 31,6 cm de comprimento de raiz em média.

A correlação entre o tempo de imersão e o número de raízes foi de 86,94%, e a correlação entre o tempo de imersão e o comprimento de raiz foi de 90,18%, valores altos que mostram a resposta das variáveis dependentes segundo alteração da independente, nesse caso o tempo de imersão e que demonstram haver uma linearidade entre o tempo e a resposta das estacas tanto para número quanto para comprimento de raiz. Tais resultados sugerem que o aumento do tempo de imersão, para 45 segundos por exemplo, resultará em valores ainda melhores de número e comprimento de raiz.

Barbeiro (2013) obteve como melhor resultado após 80 dias de experimento utilizando estacas apicais, o número de 6 raízes a uma concentração de 2000 ppm. Pode-se ver que o valor médio ao se considerar o meso tempo de imersão trabalhado por Barbeiro, que foi de 15 segundos, resultou em valores semelhantes, com número de 5,6 raízes por estaca, com a diferença do tempo de condução do experimento, que foi de 40 dias, metade do tempo de condução de Barbeiro. Os melhores resultados superaram portanto os observados por Barbeiro, que chegaram a dobrar, no parâmetro de número de raízes, utilizando-se estacas médias e portanto com menor potencial para produção de auxinas.

Gráfico 4 - Comprimento e número de raízes segundo concentração de AIB

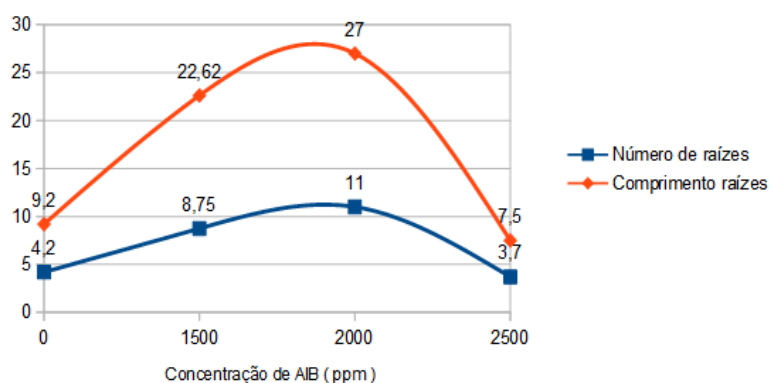


fig 4: Comprimento e número de raízes pela concentração de AIB. Os valores indicam as médias por ppm da solução.

Quanto à comparação levando-se em consideração a concentração da solução, os valores superiores foram obtidos nas estacas expostas a 2000 ppm, para as duas variáveis, número de raízes e comprimento de raiz total, com 11 raízes em média por estaca e comprimento total de 27 cm.

As curvas assumem uma conformação normal para as duas variáveis, número de raiz e comprimento de raiz, com rápido decréscimo após a concentração de 2000 ppm o que evidencia ser esta a concentração ótima de AIB para ser utilizada na espécie, quando analisada isoladamente, já que quando em interação com tempos diferentes de contato da estaca com o hormônio houve mudança na resposta das estacas. Como visto na interação entre o tempo de 30 segundos e a concentração de 1500 ppm que apresentou resultados mais altos.

Os maiores valores de comprimento total de raiz foram de 52 cm totais para 30 segundos a 1500 ppm, seguido de 51 cm para 30 segundos a 2000 ppm. Novamente os valores aqui superaram os encontrados por Barbeiro (2013) tendo como melhor valor 6 raízes em média para 2000 ppm enquanto neste encontrou-se 11 raízes em média.

Estes resultados podem ser explicados pela possível influencia positiva da adição de composto no substrato, formulando Barbeiro (2013) seu substrato exclusivamente com vermiculita, acabou por não oferecer nenhuma fonte de nitrogênio às células estimuladas à diferenciação a não ser a própria reserva da estaca. A presença de nitrogênio no substrato já se mostrou como fator positivo no processo de enraizamento de estacas (BORGES, 2013;

KUDOYAROVA, 1997; LIU, 2010; TSAI et al, 1993).

A manutenção de uma folha basal nas estacas não se mostrou necessária já que as raízes foram emitidas do meristema secundário, permanecendo a gema inferior que fora imersa na solução, em estado de dormência. Possivelmente isso se deu pela manutenção através do AIB, dos inibidores presentes nas gemas axilares (KERBAUEY, 2004).

Conclusão

Os tratamentos com 30 segundos de imersão apresentaram médias superiores aos com 15 segundos de imersão. O melhor desempenho quanto à concentração de AIB se deu com 2000 pmm. Não obstante o tratamento com melhores resultados foi o de 30 segundos combinado com 1500 pmm de AIB.

Referências Bibliográficas

BARBEIRO, Isabela G. MUNIZ, Fabiana R. SILVA Simone R. “Enraizamento de estacas de *Strongylodon Macrobotrys* tratadas com ácido indolbutírico”. *21º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP*. USP, São Paulo. 2013

BETANIN, Leonildo, and NIENOW, Alexandre Augusto. "Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar." *Semina: Ciências Agrárias* 31.4: 871-880. 2010

BORGES Filho Filho, BORGES, Elmir Lúcio, and MACHADO, Elayne Cristina. "Avaliação microbiana do solo e dos aspectos morfológicos de hortaliças após a adição de adubos orgânicos em hortas." *e-Scientia* 6.1: 08-15. 2013

BOSSCHAERT, Ambrosius. "Botanic Garden." *Director* 413: 585-2740. 2009

CORRÊA, Ceres, and BIASI, Luiz. "Área foliar e tipo de substrato na propagação por estaquia de cipó-mil-homens (*Aristolochia triangularis* Cham. Et Schl.)." *Current Agricultural Science and Technology* 9.3. 2012.

GARBUIO, Caroline, et al. "Propagação por estaquia em Patchouli com diferentes números de folhas e tipos de estacas." *Scientia agraria* 8.4: 435-438. 2007

GIBBS, Peter E. "Late-acting self-incompatibility—the pariah breeding system in flowering plants." *New Phytologist* 203.3: 717-734. 2014

ISHII, T.; KADOYA, K. 1984. "Ethylene evolution from organit materials applied to soil and its relation to the growth of grapevines". *Journal Japan Society Horticulture Science*, Japan, 53 (2): 157 – 167. 1984

KERBAUY, Gilberto Barbante. *Fisiologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

KUDOYAROVA, G. R., R. G. Farkhutdinov, and VESELOV, S. Yu. "Comparison of the effects of nitrate and ammonium forms of nitrogen on auxin content in roots and the growth of plants under different temperature conditions." *Plant Growth Regulation* 23.3: 207-208. 1997

LABCLIMAGRI UFSC, Dados Meteorológicos de Florianópolis (Santa Catarina), Dep. Engenharia Rural / Laboratório de Climatologia Agrícola. Disponível em: <<http://www.labclimagri.ufsc.br/dados.htm>>. Acesso em: 8 de dezembro de 2015.

LIU, Jinxin, et al. "Auxin transport in maize roots in response to localized nitrate supply." *Annals of botany* 106.6 : 1019-1026.2010

MORAIS, BS, et al. "Enraizamento de estacas de camu-camu sob diferentes concentrações de AIB e tempo de imersão." *Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: SBF, 2010.

MOTA JH; ARAÚJO C. Enraizamento de diferentes tamanhos de ramas de batata-doce. *Horticultura Brasileira* 27: S734-S737. 2009

NETO, Milton Costa Lima; RIBEIRO, Juliana de Santana; and NETO, Egídio Bezerra. "Enraizamento de estacas de bambu com o uso de auxinas." *Revista Academica Ciências Agrarias e Ambientais* 7.2. 2009.

OSINAME, O. et al. "Effect nitrifications inhibitions of the fate and efficiency of nitrogenoms fertilizers under simulated humid tropical condutions". *Tropical Agriculture*, v.60, p.211-217, 1983.

PAVINATO, Paulo Sérgio, RESOLEM, Ciro Antonio. "Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais." *Revista Brasileira de Ciência do Solo* : 911-920. 2008

PRYCHID, C. J., S. J. Owens, and P. J. Rudall. "Fruit and seed set in *Strongylodon*

macrobotrys." *Reproductive Biology in Systematics, Conservation and Economic Botany*.. 345-352. 1998.

TAIZ, Lincoln, and ZEIGER, Eduardo. *Fisiologia vegetal*. Vol. 10. Universitat Jaume I, 2006.

TSAI, Siu Mui, et al. "Minimizing the effect of mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient levels." *Plant and Soil* 152.1 : 131-138. 1983