

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

WELINGTON SECUNDINO
Magister Scientiae

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA PIMENTEIRA-DO-
REINO: AVALIAÇÃO DE CULTIVARES, NÍVEIS DE
AIB E SUBSTRATOS**

**São Mateus, ES
Abril de 2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DAPIMENTEIRA-DO-
REINO: AVALIAÇÃO DE CULTIVARES, NÍVEIS DE
AIB E SUBSTRATOS**

WELINGTON SECUNDINO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre

**São Mateus, ES
Abril de 2012**

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA PIMENTEIRA-DO-REINO: AVALIAÇÃO DE CULTIVARES, NÍVEIS DE AIB E SUBSTRATOS

WELINGTON SECUNDINO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada: 26 de abril de 2012.

Prof. Dr. Laercio Francisco Cattaneo
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Prof. Dr. Omar Schmidt
Universidade Federal do Espírito Santo
(Co-orientador)

Prof. Dr. Edilson Romais Schmidt
Universidade Federal do Espírito Santo
(Co-orientador)

Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)

Aos meus pais, José e Cleida, que me proporcionaram uma formação superior.

A minha esposa Cláudia, filhos Marcelo e Paula, pelo apoio e motivação.

Ao Dr. Danilo Milanez (*In memoriam*), pela dedicação à pipericultura.

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por nos proporcionar viver mais este momento;

Especial ao meu orientador Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre pela paciência, atenção e colaboração significativa no desenvolvimento dos trabalhos e redação da dissertação;

Ao Centro Universitário Norte do Espírito Santo-UFES, consolidando um sonho de toda uma região.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), a minha escola de vida e profissional;

Especial aos meus co-orientadores Dr. Edilson Romais Schmildt e Dr. Omar Schmildt pela atenção e apoio no desenvolvimento do projeto de mestrado;

Especial ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (PPGAT), Dr. Fábio Ribeiro Pires, pela atenção e dedicação aos mestrandos;

Especial aos mestrandos em Agricultura Tropical (UFES), Gizele Magevski, Saul, Fábio Marinato e João pelo enorme auxílio nas etapas de realização do projeto;

Aos demais Professores do PPGAT pela valiosa contribuição;

Aos demais colegas de mestrado, em especial Arlon, Tânia, Elias, Carmelita e Toni pela amizade e companheirismo;

Aos mestrandos Kristhiano e Poliana pela grande colaboração nas avaliações.

Aos Colegas de trabalho (INCAPER e SEAG Municipal) pelo fundamental apoio em especial Rosivaldo e Elielton;

À Bernadeth Seixas, Secretária Geral do PPGAT, pela atenção e eficiência.

Aos viveiristas, empresa RAISIS e produtores pela atenção e doação de material para os experimentos.

BIOGRAFIA

Welington Secundino, nascido em Mantena-MG, Filho de José Secundino Filho e Cleida Secundino Silva. Concluiu em julho de 1983 o curso de Engenharia Agrônômica no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre. Ingressou no Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) em março de 1987, tendo exercido a Chefia do Escritório Local nos períodos de 1988/1989 e 1998/2000. Coordenou as discussões para elaboração da Lei Orgânica Municipal nos temas Agricultura e Meio Ambiente (1989). Participou dos estudos técnicos para enquadramento dos Municípios do Norte do Espírito Santo na SUDENE (1997). Ocupou o cargo de Secretário Municipal de Agricultura do Município de São Mateus no período de 2001 a 2008. Concluiu o Curso de Especialização Lato Sensu em Gestão Ambiental em Sistemas Agrícolas na Universidade Federal de Lavras em 2006. Coordenador do Programa Estadual para Desenvolvimento da Pipericultura (PEDEAG 2005 a 2008). Vice-Presidente do Fórum dos Secretários Municipais de Agricultura (FOSEMAG), biênio 2007/2008. Sócio fundador das entidades socioambientais: SOS Planta Mediciniais, Grupo Pró-Reciclagem do Lixo de São Mateus, Associação de Defesa e Recuperação do Rio São Mateus e Afluentes-ADERSAMA e Cooperativa dos Produtores Agropecuários da Bacia do Cricaré-COOPBAC. Coordenador da comissão de estudos de viabilidade técnica para instalação da CEASA Norte. Coordenou e articulou a implantação do curso de Engenharia Agrônômica no CEUNES. Presidente do Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural de São Mateus (2001 a 2008). Coordenou a implantação da Colônia de Pesca de São Mateus (Z-13). Representante da Sociedade Espiritossantense de Engenheiros Agrônomos (SEEA-Núcleo São Mateus). Secretário Executivo do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus (2011/2012).

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Botânica	4
2.2. Principais cultivares no Espírito Santo	5
2.2.1. cv. Bragantina.....	5
2.2.2. cv. Guajarina	6
2.2.3. cv. laçará.....	6
2.3. Propagação em Piperaceae	7
2.3.1. Propagação seminífera	7
2.3.2. Propagação vegetativa por estaquia	8
3. CAPÍTULOS	13
3.1. Comportamento rizogênico de cultivares de pimenta-do-reino ao ácido indol-3-butírico	14
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	15
Material e Métodos.....	17
Resultados e Discussão	18
Conclusões.....	31
Referências Bibliográficas	31

3.2. Enraizamento adventício de estacas de cultivares de pimenta-do-reino em diferentes substratos	37
Resumo.....	37
Abstract	38
Introdução	38
Material e Métodos.....	41
Resultados e Discussão	44
Conclusões.....	49
Referências Bibliográficas	49
4. CONCLUSÕES GERAIS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

RESUMO

SECUNDINO, Welington; M. Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Abril de 2012; **Propagação vegetativa da pimenteira-do-reino: avaliação de cultivares, níveis de AIB e substratos**; Orientador: Rodrigo Sobreira Alexandre, Co-orientadores: Edilson Romais Schmidt, Omar Schmidt.

A propagação vegetativa por estaquia tem contribuído amplamente para multiplicação comercial de várias espécies, dentre elas a pimenta-do-reino. O sucesso no enraizamento é determinado por um complexo de interação entre ambiente e fatores endógenos. Objetivou-se com este trabalho investigar o comportamento de cultivares de pimenta-do-reino ao ácido indol-3-butírico (AIB) e a diferentes substratos. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente, localizada no Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em São Mateus, ES. No primeiro experimento, investigou-se o comportamento rizogênico de cultivares de pimenta-do-reino às concentrações de AIB. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo as parcelas dispostas no esquema fatorial 3x5: três cultivares (Bragantina, laçará e Guajarina) x cinco concentrações de AIB (0, 1500, 3000, 4500 e 6000 mg Kg⁻¹), com quatro repetições de 16 estacas cada. Recomenda-se para a cv. Bragantina a imersão apenas da região basal e para as cvs. laçará e Guajarina a imersão total das estacas em AIB, e a concentração recomendada para as cultivares é de 4000 mg

Kg⁻¹. No segundo experimento, analisou-se o enraizamento de estacas de cultivares de pimenta-do-reino em diferentes substratos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4: três cultivares (Bragantina, laçará e Guajarina) x quatro substratos (Solo + Composto orgânico – 18%, Vermiculita, Casca de arroz semi-carbonizada e Bioplant[®]), com quatro repetições de 16 estacas cada. Há diferenças entre as cultivares de pimenta-do-reino quanto às características relacionadas ao sistema radicular. O substrato vermiculita foi o mais indicado e o casca de arroz semi-carbonizada não é recomendado para o enraizamento adventício de estacas das cvs. Bragantina, laçará e Guajarina.

Palavras-chave: *Piper nigrum* L., genótipos, estaquia.

ABSTRACT

Secundino, Welington; M. Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; April 2012; **Vegetative propagation in Black pepper: evaluation of cultivars, levels of IBA and substrates**; Advisor: Rodrigo Sobreira Alexandre, Co-advisors: Edilson Romais Schmildt, Omar Schmildt.

Vegetative propagation by cuttings has largely contributed to the multiplication of several commercial species, among them the black pepper. Success in rooting is determined by a complex interaction between environmental and endogenous factors. The objective of this work is to investigate the course of cultivars of black pepper to indole-3-butyric acid (IBA) and different substrates. The experiments were conducted in a greenhouse equipped with irrigation system, type intermittent mist, located in the Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) of the Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) in São Mateus, ES. In the first experiment, we investigated the rhizogenic course of black pepper cultivars by different concentrations of IBA. We used a randomized block design, with plots arranged in a factorial 3x5: three cultivars (Bragantina laçará and Guajarina) x five IBA concentrations (0, 1500, 3000, 4500 and 6000 mg kg⁻¹), with four 16 replicates of each pile. It is recommended for cv. Bragantina immersion of only the basal and cvs. laçará Guajarina and total immersion of the cuttings in IBA, and the concentration recommended for cultivars is 4000 mg kg⁻¹. In the second experiment,

we analyzed the rooting of cultivars of black pepper on different substrates. The experimental design was completely randomized in a 3x4 factorial design: three cultivars (Bragantina laçará and Guajarina) x four substrates (soil + organic compound - 18%, Vermiculite, semi-carbonized rice husk and Bioplant[®]), with four 16 replicates of each pile. There are differences among cultivars of black pepper and the characteristics related to the root system. The vermiculite was the best and semi-carbonized rice husk is not recommended for rooting cuttings of cvs. Bragantina laçará and Guajarina.

Keywords: *Piper nigrum* L., genotypes, cuttings.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) é uma espécie perene da família das piperáceas, introduzida no estado do Pará por imigrantes japoneses. Originária da Índia, sua importância maior está no fato de possuir elevados teores de alcalóides em seus frutos, que lhe conferem a pungência característica, sendo por isso, quando secos, utilizado como condimento alimentar (GAIA et al., 2007)

Diferentes atividades biológicas são atribuídas à espécie *Piper nigrum* L., como antiapoptótica, antibacteriana, antitoxina do colon, antidepressante, antifúngica, analgésico, antidiarréia, antiinflamatória, antimutagênica, antimetástica, antioxidativa, imunomodulatório, antiespasmódico, obesidade, asma, sinusite, antiespermatogênica, antitireóide, antitumor, potencializador ciprofloxacina, cólica, doenças gástricas, hepatoprotetiva, aumento de plasma, aumento de enzimas pancreáticas, inibe o citocromo, inibe a transcrição, inseticida, febre intermitente, larvicida, pesticida (AHMAD et al., 2012). No Brasil, a pimenta-do-reino além de ser um condimento de grande valor, pesquisas mostram a sua grande utilidade também em outras áreas como larvicida no combate ao *Aedes aegypti* (SIMAS et al., 2007; GRZYBOWSKI et al., 2012), bem como propriedade antibacteriana do óleo essencial de suas sementes (TRAJANO et al., 2009). Por outro lado, micotoxinas detectadas no grão como a aflatoxina B₁ é um grande problema por ser um potente hepatocarcinógeno descrito em mamíferos e é classificada no Grupo 1 (provável carcinógeno) pela "International Agency of Research on Cancer" (PRADO et al., 2008).

O produto mais conhecido e comercializado é a pimenta preta, um condimento produzido a partir dos frutos de espécies *Piper nigrum* L. (CRONQUIST, 1988).

Vietnam, Índia, Brasil, Indonésia, Malásia, Sri Lanka e alguns associados formam a Comunidade Internacional da Pimenta (CIP), com sede em Jacarta (Indonésia). Fundada em 1972, coordena as políticas de produção, exportação, controle de qualidade e uso do produto. Representantes dos países membros da comunidade se reúnem uma vez por ano e também atuam para estimular a pesquisa e o intercâmbio de informações e estatísticas. O Brasil ingressou na CIP em 1981 e sediou o último encontro pela quinta vez em 2009 no Estado do Pará. Os integrantes da CIP apoiam projeto da Organização Mundial da Saúde (OMS) que estuda os efeitos medicinais da especiaria. Se o resultado dos estudos demonstrarem os efeitos benéficos da iguaria para a saúde humana, os maiores produtores de pimenta-do-reino podem estimular o consumo mais consciente do produto (MAPA, 2012).

Os clones cultivados são afetados por diversas doenças causadas por fungos, nematóides e vírus. As maiores perdas são causadas pela podridão das raízes e murchamento dos ramos, causado pelo fungo *Nectria haematococca* Berck & Br. f. sp. *piperis* Albuq. (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*). Este fungo tem causado sérios prejuízos à pipericultura no estado do Pará, pois todos os clones cultivados são suscetíveis. O controle é possível com a utilização de porta-enxertos de outras piperáceas resistentes à fusariose, tais como *P. aduncum* L., *P. hispidinervium* C. DC., *P. colubrinum* Link. (DUARTE; ALBUQUERQUE, 1999;). Some-se a isto o fato de que, um novo agente etiológico foi observado em alguns municípios do estado do Pará, causando murchamento dos ramos, identificado como *Fusarium oxysporum* Schlecht. (DUARTE et al., 1999). Isto tem dificultado a consolidação da cultura, diminuindo drasticamente a vida útil das lavouras de 15 anos para em torno de 6 a 7 anos, aumentando os custos de produção e inviabilizando a atividade em períodos de preços baixo.

Questões fitossanitárias, apoio técnico, acesso a material genético, redução do custo de produção da pimenta-do-reino no Brasil e a agregação de valor ao produto são apontados pelo Ministério da Agricultura (MAPA), como maiores desafios para o setor (MAPA, 2012).

No Espírito Santo a cultura de *Pipiper nigrum* L., foi introduzida na década de 70, com a cultivar Cingapura, no município de Linhares, com mudas oriundas do Pará e posteriormente, novas introduções foram efetuadas a partir do Estado da Bahia (MILANEZ, 1987), concentrando-se no município de São Mateus

Envolvendo milhares de pequenos e médios produtores, concentrados nos Estados do Pará e Espírito Santo, é incontestável a importância da pimenteira-do-reino na pauta do agronegócio destes dois estados, sendo uma das principais commodities para exportação, tendo grande importância social e econômica para a região norte do estado do Espírito Santo, principalmente para o principal município produtor, São Mateus.

No estado a pimenteira-do-reino é cultivada em 2.725 ha, atingindo produção de 6.371 t e rendimento médio de 2.723 kg ha⁻¹ o que confere o segundo lugar na produção nacional, sendo apenas superado pelo estado do Pará com área de 17.605 ha, produção de 38.472 t e rendimento médio de 2.185 kg ha⁻¹ (IBGE, 2011). Essa posição do estado do Espírito Santo em relação ao Pará, apesar da área plantada ser muito menor, indica que ainda em alguns aspectos podemos melhorar e dentre estes a qualidade da muda, que se inicia com a seleção do material vegetal, e implica na manutenção das características da planta-matriz como alta produtividade, vigor, isenção de doenças etc.

Como a propagação para produção comercial de mudas de pimenta do reino é vegetativa (estaquia), buscou-se com este trabalho, analisar o comportamento de três cultivares de pimenteira-do-reino mais usados pelos pipericultores da região (Bragantina, Guajarina e laçará), em relação à utilização de substratos e o uso de auxina, visando a produção de mudas de melhor qualidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Botânica

A pimenteira-do-reino é uma planta trepadeira perene, da família das pipereceas, conhecida botanicamente como *Piper nigrum* L. A família *Piperaceae* está representada por 9 a 12 gêneros. Desses, o *Piperonia* e o *Piper* são os mais conhecidos. O gênero *Piper* inclui de 600 a 700 espécies, sendo que alguns autores citam entre 800 a 2.000. Dessas, apenas 12 são utilizadas como especiarias ou para fins medicinais. A pimenteira, na parte aérea, apresenta três tipos de ramos, sendo um chamado de ramo de crescimento (ou ortotrópico), que se desenvolve junto ao tutor, fixando-se a este por raízes adventícias grampiformes. O outro tipo de ramo é o produtivo (ou plagiotrópico), que se desenvolve lateralmente e há ainda, os ramos ladrões que se desenvolvem a partir da base ou das extremidades da planta. As folhas podem ser grandes ou pequenas, apresentando, respectivamente, entrenós longos ou curtos, dependendo da cultivar. As raízes, na maioria são adventícias, atingindo até de 3 a 4 m lateralmente, e algumas do tipo pivotante e profundidade de 1 a 2 metros, sendo que 68% do sistema radicular estão na camada de até 20 cm. Na inflorescência, as flores podem ser masculinas, femininas ou bissexuais (hermafroditas). As espécies cultivadas normalmente apresentam maior porcentagem de flores hermafroditas, facilitando assim a polinização e o desenvolvimento do fruto. O período favorável à polinização ocorre entre 3 e 10 dias após a abertura da inflorescência, sendo o melhor entre 3 e 5 dias. Neste período,

deve haver alta umidade relativa para uma melhor polinização. Sol intenso ou chuvas fortes acarreta baixa polinização motivada pela seca ou lavagem do pólen, ocorrendo espigas com frutos falhados. Os frutos desenvolvem-se em espigas (amentilhos). Na maturação, passam da coloração verde para a amarela e em seguida vermelha. O período entre a floração e a maturação é de aproximadamente, 6 meses, apresentando nesta época, espigas de tamanho entre 5 e 20 cm (MILANEZ, 1987)

2.2. Principais cultivares no Espírito Santo

2.2.1. cv. Bragantina

Foi lançada pela Embrapa/CPATU para uso comercial no Estado do Pará em 1982. É proveniente da propagação vegetativa do híbrido Panniyur-1, obtido no sul da Índia, na Estação Experimental de Panniyur, no Estado de Kerala. As plantas possuem folhas largas, cordiformes, espigas muito longas, com comprimento médio de 14,0 cm, flores 100% hermafroditas favorecendo o bom enchimento das espigas, frutos graúdos; apresenta como característica discriminante, a coloração verde claro dos brotos novos dos ramos de crescimento. Não apresenta resistência a fusariose, podridão do pé e viroses, porém é resistente a murcha amarela. A maturação dos frutos ocorre normalmente no início do mês de agosto estendendo-se até outubro. Apresenta produção média de 3,0 kg/planta, com rendimento médio em torno de 4,8 toneladas por hectare com base em 1600 plantas. A pimenta do tipo preta apresenta a seguinte composição química: 4,75% de óleos essenciais, 14,01% de oleorresina, 10,06% de resina e 41,56% de piperina. É recomendada para pequenos, médios e grandes produtores, ambientes com maior precipitação pluviométrica e solos ricos com maior retenção de umidade (DUARTE et al., 2005).

2.2.2. cv. Guajarina

Descende da cultivar Arkulam Munda introduzida da Índia por volta de 1970, lançada e disponibilizada pela Embrapa/CPATU aos produtores, em 1982 com o nome de Guajarina. A partir da década de 90 a utilização dessa cultivar foi intensificada nos cultivos até o surgimento da murcha amarela. Desde então, devido aos prejuízos ocasionados aos produtores, essa cultivar vem deixando de ser explorada por apresentar alta susceptibilidade a esta doença. As características principais são formato o cilíndrico da planta adulta, folhas alongadas e de tamanho médio, espigas longas, com comprimento médio de 12,0 cm, com 90% de flores hermafroditas, com bom enchimento de frutos nas espigas; frutos esféricos e graúdos. Nos ramos ortotrópicos apresenta broto de coloração violeta. É suscetível a fusariose, podridão do pé, murcha amarela e viroses. A colheita compreende o período de agosto a outubro. A média de produção obtida por planta está em torno de 3,0 kg/planta, com produtividade média de 4,8 toneladas por hectare, explorando-se 1600 plantas. A pimenta do tipo preta apresenta a seguinte composição química: 4,22% de óleos essenciais, 11,28% de oleoresina, 7,06% de resina e 39,37% de piperina. Para ambientes com período de estiagem definidos e solos bem drenados, pode ser utilizada por pequenos, médios e grandes produtores em áreas sem ocorrência de murcha amarela, e propagando-se estacas sadias provenientes de matrizes sadias (DUARTE et al., 2005).

2.2.3. cv. laçará

O material genético de origem foi introduzido da Índia no ano de 1981, sob forma de estacas vegetativas, que foram multiplicadas, avaliadas e disponibilizadas com recomendação a produtores, no ano 2000. Aos três anos após o plantio utilizando tutor morto, as plantas bem formadas apresentam formato cilíndrico. Os ramos ortotrópicos ou de crescimento, emitem na região do nó raízes de sustentação bem desenvolvidas, nos dois primeiros anos. As brotações dos ramos ortotrópicos são de tonalidade violeta. As folhas são de tamanho médio e estreito.

As inflorescências são predominantemente hermafroditas. As espigas apresentam comprimento médio de 9,0 cm, repletos de frutos em condições ambientais favoráveis. Apresenta casca dos frutos espessa. A cultivar não apresenta resistência à fusariose, podridão do pé e viroses, mas apresenta resistência a murcha amarela. A colheita é realizada no período de agosto a outubro. A produção por planta é de 2,6 kg e o rendimento médio em torno de 4,16 toneladas por hectare, em cultivos bem conduzidos, a partir do terceiro ano, com 1600 plantas por hectare. A pimenta do tipo preta apresenta a seguinte composição química: 3,48% de óleos essenciais, 10,03% de oleoresina, 6,85% de resina e 45,09% de piperina. É recomendada para cultivos em área de solo de textura média de boa drenagem, sendo indicada para pequenos e médios produtores. A utilização em sistemas de consórcio com culturas perenes estabelece equilíbrio para exploração mais rentável (DUARTE et al., 2005).

2.3. Propagação em Piperaceae

2.3.1. Propagação seminífera

Estudando o comportamento das sementes em relação ao armazenamento, Roberts (1973) as classificou em duas categorias: ortodoxas e recalcitrantes. Recalcitrantes são aquelas sementes que não podem ser desidratadas abaixo de um determinado grau de umidade, sem que ocorram danos fisiológicos, como por exemplo, as sementes de *Araucaria angustifolia*, que morrem ao serem desidratadas a valores inferiores a 37% (TOMPSETT, 1984). Ortodoxas são sementes que podem ser desidratadas a níveis baixos de umidade (5 a 7% de umidade) e armazenadas em ambientes de baixas temperaturas, como por exemplo, sementes de *Myracrodruon urundeuva*, aroeira-verdadeira (MEDEIROS, 1996). A semente da pimenteira-do-reino é considerada do tipo recalcitrante, o que acarreta vários problemas no seu armazenamento. A viabilidade da semente de *P. nigrum* é perdida rapidamente após 40-50 dias de armazenamento, enquanto a germinação ocorre entre 15 a 90 dias após a semeadura, dependendo da cultivar e das

condições ambientais (NAMBIAR et al., 1978) e (CHAUDHURY; CHANDEL, 1994; RAVINDRAN et al., 2000).

Em ensaio com sementes de pimenta-do-reino colhidas em outubro de 2000 no horto de plantas medicinais do Hospital de Medicina Alternativa em Goiânia (GO) e conduzidas no Laboratório de Análise de Sementes da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Garcia et al. (2000), com base nos resultados obtidos sobre germinação, concluíram que a remoção do tegumento das sementes, lavadas em água corrente por cinco minutos e depois imersas em solução de detergente a 50% por cinco minutos e após lavadas em água corrente por dois minutos, propiciou a mais elevada taxa de germinação (73%) de sementes de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). Sem a remoção do tegumento não houve germinação

Não se recomenda propagar a pimenta-do-reino por sementes, pois apresenta desenvolvimento muito vagaroso, frutificação irregular e tardia e rendimento muito baixo. Utiliza-se a propagação de *Piper nigrum* L. por sementes quando o objetivo é basicamente os programas de melhoramento.

2.3.2. Propagação vegetativa por estaquia

A propagação vegetativa é a multiplicação de um vegetal a partir de tecidos que possuem capacidade de reassumir suas atividades meristemáticas. É a maneira mais rápida e segura de se obter uma nova planta com características iguais da planta matriz que a originou (SILVA, 1984). A propagação vegetativa ou assexuada é uma técnica de propagação descoberta desde as civilizações antigas e que o Homem tem utilizado para a regeneração das plantas, consistindo na multiplicação de plantas e na preservação das suas características (HARTMANN et al., 2011). Esta técnica tem subjacente a totipotência das células vegetais, que se baseia no fato de que tais células vivas de uma planta possuem a informação genética necessária e/ou suficiente para originar uma planta inteira e independente (HARTMANN et al., 2011).

A estaquia é considerada a principal técnica de propagação vegetativa de muitas culturas hortícolas, frutícolas e ornamentais. A razão principal para o seu emprego é a capacidade de reproduzir, as características genéticas de qualquer planta individual (HARTMANN et al., 2011). É, portanto, uma técnica importante do ponto de vista agrônômico, uma vez que permite a multiplicação em larga escala de uma única planta em tantas quantas a planta-mãe o permitir (MINDÉLLO NETO et al., 2004; ATROCH et al., 2007; CARVALHO et al., 2007).

Além disso, a propagação de plantas por estaca possibilita a redução da fase juvenil e, por consequência, do período improdutivo (ROBERTO et al., 2006). No entanto, do ponto de vista genético, a propagação vegetativa apresenta como principal desvantagem a tendência para a redução da variabilidade genética, uma vez que, em programas de seleção clonal, o melhorista procura sempre o máximo de expressão dos caracteres numa única planta, anulando, assim, a utilização de níveis intermédios de variabilidade genética (ATROCH et al., 2007).

Neste processo de propagação, as estacas utilizadas podem ser obtidas a partir de diferentes porções vegetativas das plantas, tais como caules, folhas e raízes, sendo as primeiras usadas com maior frequência, devido à sua simplicidade e baixo custo operacional (HARTMANN et al., 2011).

Porém, a obtenção de plantas por estaquia é um processo lento e impraticável para algumas espécies que não possuem a composição química endógena necessária. Esse entrave pode ser resolvido com o emprego de alguns reguladores vegetais, especificamente do grupo das auxinas e de co-fatores do enraizamento, que além de estimularem e acelerarem o enraizamento das estacas uniformiza e induz a formação de raízes em plantas tidas como de difícil enraizamento (ONNO et al., 1994; ZANETTE, 1995).

Os co-fatores do enraizamento são considerados substâncias endógenas, capazes de atuar sinergisticamente com o ácido indol-acético (AIA) no enraizamento de estacas. Esses co-fatores podem ser compostos fenólicos, triazois, carboidratos, boro, entre outros (HARTMANN et al., 2011).

O sucesso nos índices de enraizamento é determinado por um complexo de interação entre fatores ambientais e endógenos (HARTMANN et al., 2011), trazendo muitas vantagens como: manutenção das características genotípicas, produção de mudas em espécies que apresentam dificuldades na propagação sexuada, por diversas causas como: recalcitrância, traumatismo, frutificação alternada entre

outras. Entretanto, existem na propagação vegetativa por estaquia várias limitações, entre eles, o sistema radicular superficial (raiz fasciculada), menor vigor em relação as planta propagadas por sementes, restrição da variabilidade genética e quase sempre um custo maior.

No Brasil o primeiro relato científico sobre a estaquia em pimenta-do-reino foi feito por Cardoso (1961) onde obteve um máximo de 65% de enraizamento, ao utilizar o produto comercial Serradix A (10 gotas L⁻¹). O mesmo autor no tratamento testemunha obteve 45% de enraizamento. Neste trabalho o autor não relata a cultivar estudada e qual é a base do produto empregado na pesquisa. Outros trabalhos em seguida começam a surgir como o de Leite e Inforzato (1966) onde o não tratamento das estacas produziu 57,5% de enraizamento, já o emprego do ácido alfa-naftalenoacético e ácido beta-indolacético (50 mg L⁻¹) não foram eficientes, apresentando 62,5 e 55,0% de enraizamento, respectivamente. Cardoso et al. (1981) relatam a facilidade no enraizamento de estacas de pimenta-do-reino oriundas de ramos plagiotrópicos.

Em *P. amalago*, houve propagação vegetativa por raízes adventícias e por ramos plagiotrópicos originado a partir da base da planta. Estas raízes apresentaram crescimento secundário com periderme; córtex colenquitamoso, persistente e parenquimático com endoderme desde estrias de Caspary, xilema e floema secundários, cujos raios parenquimatosos são ricos em materiais amiláceos (SOUZA; ROSA, 2004).

As espécies *Ottonia martiana* e *Piperarboreum* se propagaram a partir de estolões (saindo de rebentos aéreos ramificados), embora na segunda espécie pudesse ser subterrâneo. Os órgãos vegetativos envolvidos na propagação vegetativa destas duas espécies tem estrutura de haste (OLIVEIRA et al., 2005).

Greig e Mauseth (1991) registraram que porções subterrâneas de raízes adventícias de *Piper auritum* L., cresceram horizontalmente e produziram novas brotações. Espécies de *Piper* foram propagadas por vários órgãos, incluindo brotações surgindo do caule e da raiz. Há também espécies de Piperaceae que ocorrem em remanescentes florestais no Paraná, que se propagaram vegetativamente por órgãos aéreos e subterrâneos.

Dousseau et al. (2009) ao avaliarem a propagação assexuada de *Piper aduncum* L., verificaram a existência de aspectos anatômicos e histoquímicos envolvidos na rizogênese em estacas caulinares retiradas de ramos plagiotrópico e

ortotrópico, em três posições (apical, mediana e basal). Os resultados indicaram diferenças bioquímicas e anatômicas marcantes nas diferentes estacas utilizadas, que podem constituir-se barreiras à rizogênese, como em estacas plagiotrópicas que contém muitos idioblastos oleíferos nos parênquimas cortical e medular, enquanto em estacas ortotrópicas são raros; maior incidência de grãos de amido, proteínas totais e lipídeos totais nos parênquimas cortical e medular das estacas ortotrópicas; ausência de folhas, aumento nas camadas de esclerênquima, redução nos idioblastos oleíferos e maior número de elementos de vaso em ramos ortotrópicos que podem ser fatores responsáveis pela redução do enraizamento nessas estacas; as presenças de folhas e de gemas também influenciam bastante a formação de raízes em estacas. O efeito estimulante de folhas no início de formação de raízes tem, em geral, sido atribuído à produção de carboidratos pela fotossíntese, auxina endógena e cofatores de enraizamento sintetizado pelas folhas e à regulação do estado hídrico na estaca.

A concentração de hidratos de carbono nas plantas matrizes de onde são coletadas as estacas é outro fator que tem importância na formação do novo sistema radicular, e em oliveira a presença de folhas e gemas nessas estacas favorece o processo de iniciação e crescimento de raízes (FONTANAZZA; RUGINI, 1977; AVIDAN; LAVÉE, 1978; CABALLERO; NAHLAWI, 1979).

A época de coleta de ramos tem também um efeito importante no enraizamento. Fatores externos ao material vegetal também influenciam no enraizamento. Para alguns autores, a melhor época de preparo das estacas está relacionada com o estado fenológico da planta-matriz (PANELLI et al., 1980; FONTANAZZA; RUGINI, 1981; PANELLI et al., 1983; DEL RIO; CABALLERO, 1991). Segundo Caballero (1981), as melhores épocas são aquelas que coincidem com o final do fluxo de crescimento anual, pois as folhas estando com o máximo de sua expansão são mais eficientes na utilização da luz, e também no aporte de compostos necessários para o início da emissão de raízes. Dependendo de cada espécie, a melhor época em geral é durante o período de repouso vegetativo.

Trabalho com enraizamento de estaca semi-lenhosas de *Sapium glandulatum*, conhecida vulgarmente como leiteira realizado por Ferreira et al. (2009), a partir da coleta de brotações do ano de plantas matrizes adultas, utilizando diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico, em diferentes métodos de

aplicação concluíram que a época de coleta dos ramos e as concentrações utilizada, influenciam no processo de enraizamento.

Em trabalho com enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira (*Olea europaea* L.) sob efeito de diferentes épocas, substratos e concentrações de ácido indol-butírico, mostra que a primeira época de coleta de estacas para o enraizamento, isto é, fevereiro de 2000 (09/02), quando as plantas matrizes apresentavam maior vigor vegetativo, possibilitou melhores rendimentos em todas as variáveis, comparadas com a segunda época, abril de 2000 (OLIVEIRA et al., 2003).

Gartner (1989) estimou que mais de 40% das plantas de *Piper* haviam sido propagadas vegetativamente na baixada florestal tropical de La Selva, Costa Rica.

A propagação realizada por estacas, apesar de ser a forma tradicional de produção de mudas para plantios comerciais em *Piper nigrum* L., tem como um dos principais problemas a homogeneidade dos clones cultivados associada à suscetibilidade a doenças e a dificuldade de se encontrar variedades resistentes (NAIR; GUPTA, 2006), devido à reduzida base genética da espécie (PILLAY, 1995).

Em espécies de valor comercial, o enraizamento através da estaquia é a técnica de propagação vegetativa mais utilizada, o que proporciona a produção de mudas em quantidade e de boa qualidade em menor tempo, dependendo da facilidade de enraizamento de cada espécie.

Em linhas gerais a multiplicação por estacas, apresenta uniformidade no campo, precocidade na produção e produtividade regular, sendo o único método recomendado para o plantio em larga de escala de pimenteiros-do-reino.

3. CAPÍTULOS

3.1. COMPORTAMENTO RIZOGÊNICO DE CULTIVARES DE PIMENTA-DO-REINO AO ÁCIDO INDOL-3-BUTÍRICO

Resumo

Há escassas informações científicas sobre a propagação vegetativa com a espécie *Piper nigrum* L. que possam gerar recomendações técnicas para a produção de mudas em escala comercial. Objetivou-se investigar o comportamento rizogênico de cultivares desta espécie ao ácido indol-3-butírico (AIB). O experimento foi conduzido em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente, localizada no Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo as parcelas dispostas no esquema fatorial 3x5: três cultivares (Bragantina, laçará e Guajarina) x cinco concentrações de AIB (0, 1500, 3000, 4500 e 6000 mg Kg⁻¹), com quatro repetições de 16 estacas cada. Recomenda-se para a cv. Bragantina a imersão apenas da região basal e para as cvs. laçará e Guajarina a imersão total das estacas em AIB, e a concentração recomendada para as cultivares é de 4000 mg Kg⁻¹.

Palavras-chave: *Piper nigrum* L., genótipos, propagação, estaquia.

Abstract

There is little scientific information on the vegetative propagation to the species *Piper nigrum* L. techniques that can generate recommendations for the production of seedlings on a commercial scale. This study aimed to investigate the behavior rhizogenic cultivars of this species o the indol-3-butyric acid (IBA). The experiment was conducted in a greenhouse equipped with irrigation system type intermittent mist, located in Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) of the Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). We used a randomized block design, with plots arranged in a factorial3x5: three cultivars (Bragantina laçará and Guajarina) x five IBA concentrations (0, 1500, 3000, 4500 and 6000mgkg⁻¹), with four 16 replicates of each pile. It is recommended for cv. Bragantina immersion of only the basal and cvs. laçará Guajarina and total immersion of the cuttings in IBA, and the concentration recommended for cultivars is 4000mgkg⁻¹.

Keywords: *Piper nigrum* L., genotypes, propagation, cutting.

Introduo

A pimenta-do-reino  propagada vegetativamente por estaquia que diferentemente da propagao sexual, mantm idêntica na descendência a constituio genética da planta matriz, não ocorrendo, em princípio segrego e recombinao gnica (ARAÚJO; BRUCKNER, 2008). A propagao vegetativa  uma importante estratégia no melhoramento de plantas, por reduzir o tempo gasto neste processo. Entre os vários métodos de propagao vegetativa, a estaquia  o mais utilizado, por ser uma técnica fácil, sendo assim empregada com a finalidade de multiplicar genótipos selecionados mantendo as características da planta-matriz e de reduzir o período juvenil antecipando a produo da planta (LEITE; INFORZATO, 1966). O processo de propagao vegetativa através da estaquia ocorre através da emissão de raízes adventícias definidas comops-embrinriasque surgema partir docaule e das folhas. Muitosfatores exgenose endgenosregulam a formao

deraiças adventícias, tais como Ca^{2+} , açúcares, auxina, poliaminas, etileno, óxido nítrico, peróxido de hidrogénio, monóxido de carbono, monofosfato cíclico de guanosina (cGMP), proteína quinase ativada por mitógeno (MAPKs), peroxidase, fenóis etc. Estes mediadores parecem funcionar na rota de sinalização durante a formação de raízes adventícias (QADDOURY; AMSSA, 2003; LI et al., 2009; LI; XUE, 2010; LIMA et al., 2011a).

Segundo Fachinello et al. (2005), uma das formas mais comuns de favorecer o balanço hormonal para o enraizamento é a aplicação exógena de auxinas, como o ácido indolbutírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA).

A utilização de produtos químicos facilita o enraizamento e isto está bastante comprovado na literatura. Dentre as substâncias reguladoras de crescimento, as auxinas são as mais utilizadas para promover o enraizamento, por apresentar relação direta com a formação de raízes laterais e adventícias (TAIZ; ZEIGER, 2004). Dentre as auxinas sintéticas, destaca-se o ácido indol-3-butírico (AIB), pela sua maior resistência à degradação pela ação da luz, à inativação por ação biológica e sua maior aderência à estaca (HOFFMANN et al., 1996; HARTMANN et al., 2011).

A formação de raízes adventícias deve-se à interação entre fatores existentes nos tecidos e a translocação de substâncias localizadas nas folhas e gemas. Entre esses fatores, os fitohormônios, como as auxinas, as giberelinas, as citocininas, o etileno e o ácido abscísico são fundamentais. Porém, as auxinas apresentam o maior efeito na indução da formação de raízes (GASPAR; HOFFINGER, 1988). Segundo Hartmann et al. (2011), vários compostos auxínicos sintetizados artificialmente têm sido utilizados para promover o enraizamento adventício, tais como o ácido indolbutírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA), mas o AIB é um dos mais empregados e mais eficientes (DUNN et al., 1996; DUTRA et al., 1998).

Na emissão de raízes o equilíbrio entre diversos hormônios como auxinas, etileno e citocininas, tem forte influência (BASTOS et al., 2006). A aplicação exógena de reguladores de crescimento, principalmente as auxinas, tais como o ácido indolbutírico (AIB), é uma das formas mais comuns de fazer o balanceamento hormonal para o enraizamento, elevando o teor de auxina nos tecidos (PASQUAL et al., 2001).

Conforme Fachinello et al. (1995), a aplicação do AIB promove maior porcentagem de estacas enraizadas, acelera a iniciação radicular, aumenta o número, a qualidade e a uniformidade de raízes produzidas. O grupo de reguladores de crescimento usado com maior frequência é o das auxinas, que são essenciais no processo de enraizamento, possivelmente por estimularem a síntese de etileno, favorecendo a emissão de raízes. O autor afirma que a auxina endógena encontrada nas plantas é o ácido indolacético (AIA) em níveis que variam conforme a velocidade das reações de síntese, destruição e inativação, e que, por sua vez, é afetada por alguns fatores, como idade fisiológica do órgão e da planta, condições ambientais, e parte da planta que foi utilizada.

Poucos trabalhos científicos de propagação vegetativa são encontrados com a espécie *P. nigrum* (CARDOSO, 1961; LEITE; INFORZATO, 1966; FRANCIS, 1993; THANUJA et al., 2002; THANKAMAN et al., 2008; SHARANGI; KUMAR, 2011). Apesar de a estaquia ser uma técnica rotineira entre os produtores, não foi encontrado nenhum trabalho com propagação vegetativa com as cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, verificando-se escassa informação científica sobre esta técnica de clonagem com as cultivares de *P. nigrum* no Brasil, por isso, esta pesquisa visa identificar a concentração ideal de AIB para a rizogênese em estacas de três cultivares de importância econômica no norte do Espírito Santo.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente, pertencente ao Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas (DCAB), do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus São Mateus-ES.

Ramos herbáceos ortotrópicos de plantas adultas no campo foram utilizados para a remoção das estacas por meio de tesoura de poda. A cada ramo retirado, estes foram imersos em caixas de isopor contendo água destilada com o objetivo de manter o tecido hidratado, para não sofrer dessecação, de forma a não comprometer

a qualidade das estacas no processo de enraizamento. Com número suficiente de ramos coletados, estes foram transportados imediatamente para a casa de vegetação. Foi feito em seguida toaleta nos ramos, ou seja, a individualização das estacas com um nó e uma folha fracionada em dois terço, e estas na sua base foi feito um bisel simples. Em todos os nós havia presença de gavinhas. Após o preparo de número suficiente de estacas estas foram imersas em talco com diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico (AIB a 0, 1500, 3000, 4500 e 6000 mg Kg⁻¹). Após o tratamento com a auxina, as estacas foram plantadas em bandejas de polietileno (32 células cada uma) contendo o substrato vermiculita. Este substrato foi irrigado antes mesmo do plantio das estacas, e após, mediante sistema de irrigação. As estacas foram cultivadas em casa de vegetação coberta, por um período de 60 dias.

Após este período, as estacas foram retiradas das bandejas, lavadas e levadas para laboratório onde foram feitas as avaliações. As raízes foram contadas, medidas, calculado o volume e determinada a massa de matéria seca em estufa até massa constante. As características avaliadas neste experimento foram: sobrevivência (%); enraizamento nodal, basal e total (%), número de raízes nodal, basal e total, comprimento de raízes nodal, basal e total (cm), volume de raízes nodal, basal e total (cm³) e massa de matéria seca de raízes nodal, basal e total (mg).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5: três cultivares (Bragantina, laçará e Guajarina) x cinco concentrações de AIB (0, 1500, 3000, 4500 e 6000 mg Kg⁻¹), com 4 repetições de dezesseis estacas cada.

As médias das variáveis foram analisadas estatisticamente pelo teste de F, regressão e teste de média de Tukey. Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

As cultivares Bragantina, laçará e Guajarina apresentaram alta capacidade de sobrevivência sendo maior (99,3%) com o uso de AIB na concentração estimada de 3561 mg Kg⁻¹ de AIB (Figura 1). Também na ausência do regulador apresentaram altos valores de sobrevivência (87,5%) (Figura 1). Sharangi et al. (2010) conseguiram em *P. nigrum* maior sobrevivência das estacas medianas com dois nós tratadas com 100 mg L⁻¹ de AIB. Trabalhando com as espécies *P. amplum*, *P. arboreum* e *P. sp.*, Magevski et al. (2011) também verificaram altos índices de sobrevivência (98%, 100% e 89%, respectivamente) independente das concentrações de AIB. A manutenção da estaca viva durante o processo de enraizamento adventício é função de vários fatores dentre estes, do genótipo, da elevada porcentagem de enraizamento, da qualidade do sistema radicular como número, volume e massa de matéria seca, além de outros fatores como, a consistência dos tecidos e a reduzida contaminação do material vegetal procedente do campo ou a sua desinfestação adequada ou até mesmo da estrutura física e do sistema de irrigação da casa de vegetação etc. Segundo Mateja et al. (2007), o estresse fisiológico do material vegetativo pode ser minimizado por meio de um sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente de modo a proporcionar uma sobrevivência maior como a observada no presente trabalho.

Outro fator que pode auxiliar na sobrevivência das estacas das cultivares de *P. nigrum* é a presença de prováveis células da endoderme no caule, assim observada em outras Piperaceas como em *Piper aduncum* (VIANNA; AKISUE, 1997), *Piper crassinervium* (ALBIERO et al., 2004), *Piper diospyrifolium*, *Peperomia dahlstedtii* (SOUZA et al., 2004) e *Peperomia parnassiflora* (OLIVEIRA et al., 2008). Estas células endodérmicas são importantes segundo Mauseth (1988), nos controles do córtex de saída de água, pela transpiração foliar ou na entrada de água, provocada pela pressão de raiz, principalmente quando ocorre perda abrupta de folhas e até mesmo durante o preparo das estacas através da redução do limbo foliar no processo de indução ao enraizamento adventício como observado no presente trabalho.

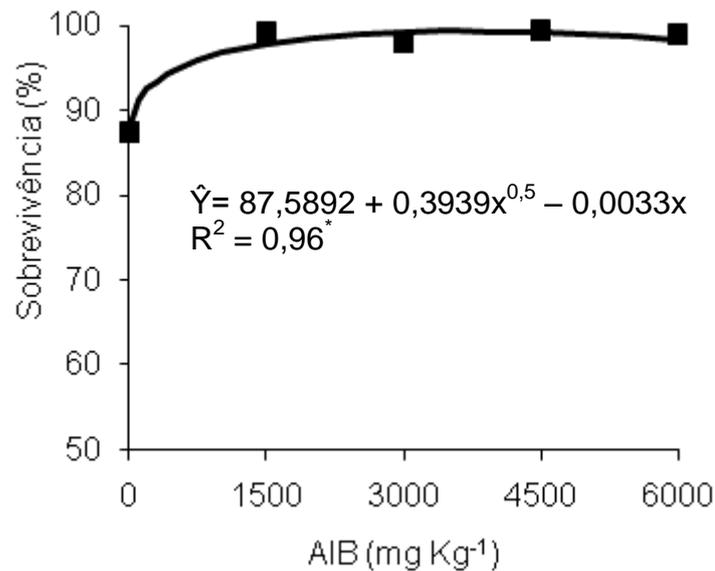


Figura 1. Sobrevivência (%) de estacas de *Piper nigrum* cvs. Bragantina, laçará e Guajarina tratadas com diferentes concentrações de AIB. (* significativo a 5%).

As raízes em estacas de *P. nigrum* surgem na região nodal (axila foliar) (Figura 2Aa) e basal um pouco acima da região incisada (Figura 2Ab). Nas cvs. Bragantina, laçará e Guajarina a região nodal das estacas apresentam raízes pré-formadas, e o mesmo também foi observado por Souza et al. (2009) na espécie *Piper amalago* e em outras espécies como *Citrus medica* e *Ribes* sp. onde há primórdios radiculares pré-formados latentes, de modo que, uma vez colocadas em condições favoráveis, formam raízes (FACHINELLO et al., 2005). O desenvolvimento das gemas axilares é regulada por um sinal positivo produzido pelas raízes, juntamente com influências inibidoras das gemas apicais pré-existent (dominância apical) (THOMAS; HAY, 2010). Segundo os autores, na ausência de raízes nodais, um único sistema radicular basal é incapaz de manter o crescimento contínuo do broto. Segundo Thomas e Hay (2008) há em plantas estoloníferas uma ligação fisiológica entre o crescimento de raízes nodais e o desenvolvimento de tecidos caulinares.

O enraizamento nodal apresentou comportamento linear crescente para a cv. Bragantina, com o máximo de enraizamento (64,5%) atingido com 6000 mg Kg⁻¹ de AIB (Figura 2B). Significa que para esta cultivar concentrações de AIB mais elevadas do que estas podem aumentar o enraizamento nesta região da estaca.

Entretanto, o inconveniente é que, muito provavelmente precisar-se-á de concentrações muito mais elevadas da auxina para atingir o máximo de enraizamento. As cvs. laçará (98,7%) e Guajarina (91,8%) apresentaram altos percentuais de enraizamento nodal com comportamento raiz quadrada e pontos de máximo de 3351 e 3866 mg Kg⁻¹ de AIB, respectivamente (Figura 2B). Singh e Singh (1989) também já haviam identificado o efeito do nó em estacas de *P. nigrum* cv. Panniyur-1 onde a presença de dois nós proporcionou o máximo de enraizamento. Em outras espécies como em *Bambusa vulgaris* as estacas nodais apresentaram melhores resultados de enraizamento quando tratadas com 8000 mg L⁻¹ de AIB (ISLAM et al., 2011). A presença de nós em estacas de rosa também foi positiva no enraizamento adventício (PARK et al., 2010).

O enraizamento basal das estacas apresentou comportamento raiz quadrada e pontos de máximo de 3154; 3166 e 3351 mg Kg⁻¹ com 88,5; 94,3 e 93,3% de enraizamento, para as cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, respectivamente (Figura 2C). O efeito mais pronunciado do AIB na região basal das estacas da cv. Bragantina pode ter ocorrido devido o aumento da plasticidade celular neste local, possivelmente pelo aumento da biossíntese da celulase (RAVEN; CURTIS, 1975). Significa também que se aumentar a concentração de AIB na cv. Bragantina para melhorar o efeito na região nodal pode interferir negativamente na basal devido provavelmente à fitotoxidez.

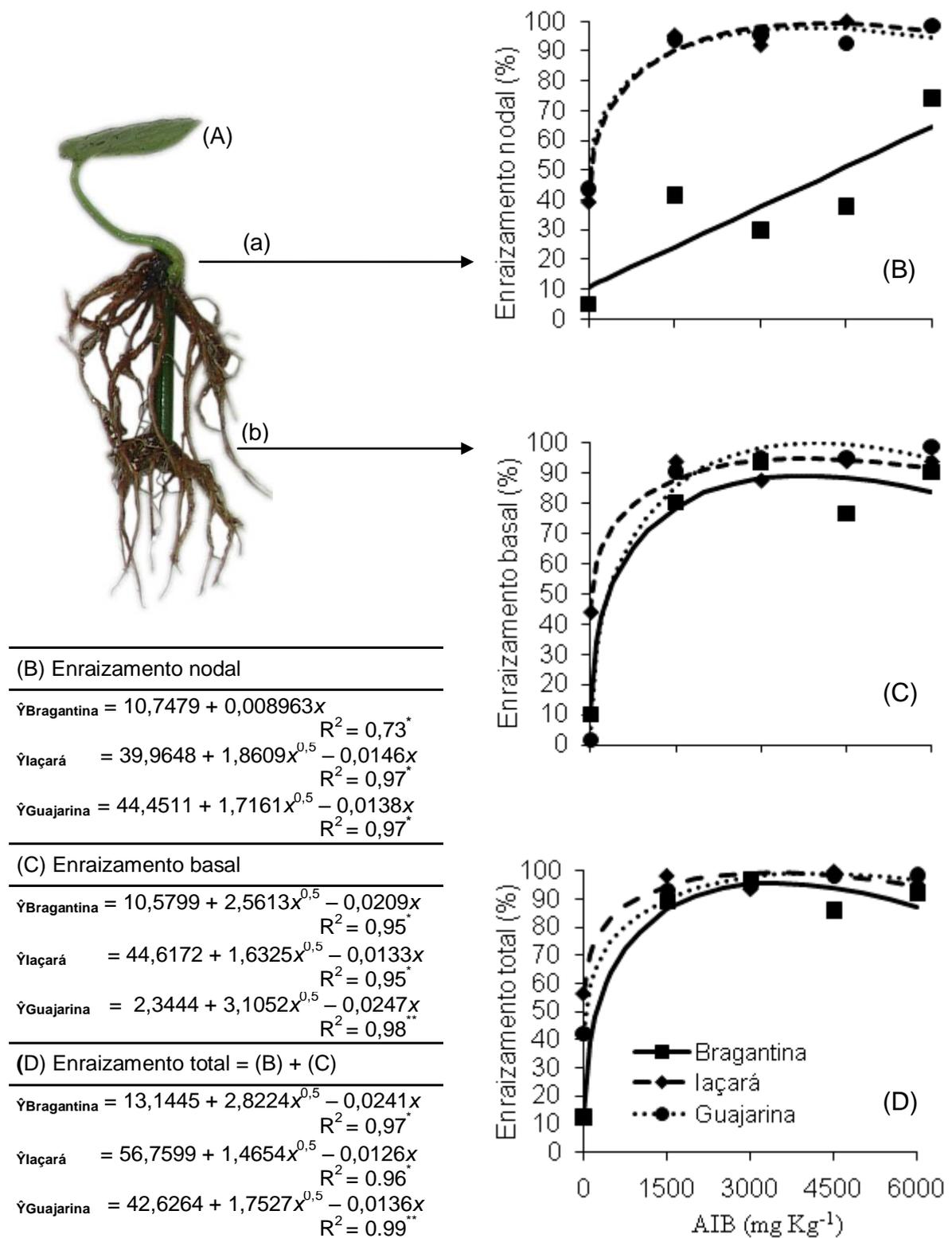


Figura 2. Estaca enraizada da cv. laçará (A) com raízes formadas nas regiões nodal (a) e basal (b). Enraizamento nodal (B), basal (C) e total (D=B+C) (%) de estacas de *Piper nigrum* cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, tratadas com diferentes concentrações de AIB. (* significativo a 5% e ** significativo a 1%).

O enraizamento total na ausência da auxina foi baixo para as cvs. Bragantina (12%), laçarát (56%) e Guajarina (42%) (Figura 2D e Tabela 1). Thanuja et al. (2002) também encontraram baixo valor de enraizamento (25,75%), mas neste caso, para a espécie *P. nigrum* cv. Panniyur-1 quando não utilizaram regulador de crescimento. Cardoso e Santos (1981), relataram a facilidade no enraizamento de estacas de *P. nigrum*, mas não informaram se havia a necessidade ou não do uso de reguladores de crescimento. Em algumas Piperaceas já existem relatos de que a propagação vegetativa ocorre naturalmente como na espécie *Peperomia parnassifolia*, mediante estolão, definidos como ramos aéreos caulinares plagiótropicos, muito tenros, formados na base planta, que originam novos indivíduos e que podem ou não se desprender da planta original (OLIVEIRA et al., 2008). Em outras espécies ocorre por meio de raízes adventícias aéreas pré-existentes na região nodal dos ramos vegetativos como observado por Souza et al. (2009) na espécie *Piper amalago* que apresentaram xilema e floema ricos em conteúdo celular amiláceo importante na emissão e no crescimento de raízes. Estes autores observaram o mesmo comportamento para outras Piperaceas como em *Piper xylosteoides*, *Piper arboreum*, *Peperomia parnassiflora* e *Ottonia martiana*. Uma grande quantidade de grãos de amido, também havia sido observada nas células do parênquima medular do caule de *Piper crassenergium* (ALBIERO et al., 2004) e *Piper hispidum* (ALBIERO et al., 2006).

Verifica-se, que o uso do AIB é importante no enraizamento adventício de estacas de todas as cultivares estudadas de *P. nigrum*, com comportamento raiz quadrada e pontos de máximo de 3428 (Bragantina); 3381 (laçarát) e 4152 mg Kg⁻¹ (Guajarina) com média de 98,0% (Figura 2D). A menor concentração empregada de AIB (1500 mg Kg⁻¹) já resultou em altos valores de enraizamento total para as cultivares Bragantina (89%), laçarát (98,4%) e Guajarina (98,4%) (Tabela 1). Há relatos de 50 anos atrás, sem muito sucesso, do uso de produtos a base de AIB como o Serradix[®] e Vigortone[®] (CARDOSO, 1961). Thanuja et al. (2002) ao utilizarem 50 mg L⁻¹ de AIB atingiram 60,58% de enraizamento. A concentração de AIB depende da espécie e também da cultivar estudada, tanto que para *Piper* sp. o enraizamento adventício apresentou comportamento linear com a melhor concentração de 5000 mg L⁻¹ (87,5%) (SILVA et al., 2004), para *Piper mikanianum* var. *mikanium* a concentração foi de 1500 mg L⁻¹ (65%) (PESCADOR et al., 2007) e, para *P. nigrum* cv. Panniyur1 (FRANCIS et al., 1993) e *P.*

longum (SUNDHARAIYA et al., 2000) a concentração ideal foi a de 1000 mg L⁻¹ que resultou em maior porcentagem de enraizamento e melhor qualidade do sistema radicular. Em clones de cacaueteiro houve também repostas diferenciadas quanto ao AIB no enraizamento adventício (SANTOS JÚNIOR et al., 2008). Estacas de *Arbutus unedo* e *Taxus baccata* tratadas com 8000 e 10000 mg L⁻¹ (AIB, AIA e ANA) apresentaram superioridade quanto ao enraizamento adventício em ordem crescente com o AIB>AIA=ANA e o AIB>AIA>ANA, respectivamente (METAXAS et al., 2004). Em *Pongamia pinnata* eficiência foi da ordem de AIB>ANA>AIA (KESARI et al., 2009). O efeito positivo do AIB muito provavelmente foi devido a sua maior estabilidade química e, segundo Fogaça e Fett-Neto (2005) esta característica está relacionada com o favorecimento do enraizamento principalmente em espécies recalcitrantes. O AIB também foi superior à AIA e ANA em *Camelliasinensis* (ROUT, 2006), ao ANA em *Tectonagrandis* (HUSEN; PAL, 2007) e à AIA em *Cloeziabuxifolia* e *Cloeziaaquarum* (LEMAY et al., 2009). Segundo Husen e Pal (2007) o AIB e o ANA aumentou o nível de açúcar total solúvel, amido, proteínas e a atividade da peroxidase na zona de enraizamento. Houve acúmulo também de açúcares na base do caule de *Ulmus vilosa* (BHARDWAJ; MISHRA, 2005) e *Dianthus caryophyllus* (AGULLÓ-ANTÓN et al., 2011). Segundo Correa et al. (2011) teores de açúcares totais e compostos fenólicos e a atividade da peroxidase são marcadores bioquímicos importantes no processo de enraizamento adventício. Entretanto existem espécie como *Sapium glandulatum* com dificuldades no processo de enraizamento adventício mesmo com altas concentrações de AIB (8000 mg Kg⁻¹) (FERREIRA et al., 2009).

A qualidade do sistema radicular é muito importante na eficiência do crescimento da muda e dentre estas características temos o número de raízes. Verificou-se, portanto, que aquelas formadas na região nodal das estacas da cv. Bragantina foram muito poucas (1,82) com o ponto de máximo de 4531 mg Kg⁻¹ de AIB (Figura 3A), diferentemente da basal com 8 raízes, ao utilizar a maior concentração de AIB (6000 mg Kg⁻¹) (Tabela 1 e Figura 3B). Em *Psidium guajava* um maior número de raízes também foi produzidas em concentrações mais elevadas de AIB (8000 mg L⁻¹) (ABDULLAH et al., 2006). O maior número de raízes da cv. Bragantina formada na região basal das estacas indica menor gasto da auxina já que a imersão das estacas no talco pode ser apenas nesta região. O mesmo não

pode ser feito com as cvs. laçará e Guajarina, onde é necessária a imersão total das estacas em talco já que o número de raízes formadas na região nodal é de 10 a 12 (Tabela 1 e Figura 3A).

O maior número total de raízes foi de 12; 30 e 22 a partir das concentrações estimadas de 3937; 5187 e 4980 mg Kg⁻¹ de AIB, para as cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, respectivamente (Figura 3C). Verifica-se que a cv. laçará apresentou o maior número e massa de matéria seca total de raízes em todas as concentrações de AIB estudadas (Tabela 1), o que indica que a mesma é bastante responsiva na formação de raízes e isto pode ser influenciado por vários aspectos como a presença de folhas novas, grau de lignificação da estaca, amido, balanço hormonal etc. Segundo Mori et al. (2011) o enraizamento adventício é dependente de fatores genéticos nas plantas doadoras.

Tabela 1. Características do enraizamento adventício das estacas de *Piper nigrum* cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, tratadas com diferentes concentrações de AIB

Características avaliadas	Cultivares	AIB (mg Kg ⁻¹)				
		0	1500	3000	4500	6000
Enraizamento nodal (%)	Bragantina	5,00 b	41,56 b	29,75 b	37,75 b	64,52 b
	laçará	39,25 a	95,25 a	92,00 a	100,00 a	98,50 a
	Guajarina	43,75 a	94,00 a	95,50 a	92,50 a	98,50 a
Enraizamento basal (%)	Bragantina	10,00 b	80,00 b	93,50 a	76,50 b	90,31 a
	laçará	43,75 a	93,75 ab	87,50 a	93,87 a	93,75 a
	Guajarina	1,50 b	98,50 a	98,50 a	100,00 a	100,00 a
Enraizamento total (%)	Bragantina	12,50 b	89,06 a	96,87 a	85,93 a	92,18 a
	laçará	56,25 a	98,43 a	93,75 a	100,00 a	95,31 a
	Guajarina	42,18 a	98,43 a	98,43 a	100,00 a	100,00 a
Número de raízes nodal	Bragantina	0,05 b	2,07 b	0,70 c	1,03 c	1,01 c
	laçará	2,14ab	7,27 a	13,20 a	16,12 a	14,69 a
	Guajarina	2,87 a	5,34 a	7,70 b	10,68 b	9,51 b
Número de raízes basal	Bragantina	0,30 a	5,57 b	8,03 a	5,92 c	8,09 b
	laçará	1,31 a	10,30 a	10,95 a	11,23 b	10,57 ab
	Guajarina	0,01 a	8,93 a	9,30 a	15,23 a	12,52 a
Número total de raízes	Bragantina	0,35 a	7,65 b	11,00 c	7,23 b	12,01 b
	laçará	3,45 a	17,57 a	24,15 a	27,35 a	25,26 a
	Guajarina	2,89 a	14,28 a	17,00 b	25,92 a	22,03 a
Comprimento da maior raiz nodal (cm)	Bragantina	0,12 b	3,21 b	8,85 b	3,01 b	5,93 c
	laçará	1,55 ab	7,33 a	9,04 a	9,47 a	7,86 b
	Guajarina	2,67 a	8,00 a	9,91 a	9,35 a	10,18 a
Volume total de raízes (m ³)	Bragantina	0,0019 a	0,3384 b	0,5885 b	0,3865 b	0,9135 b
	laçará	0,0865 a	0,5577 b	0,7404 b	0,6539 b	0,5442 b
	Guajarina	0,0154 a	0,9327 a	1,2693 a	2,0096 a	1,5673 a

Continuação...

Massa seca de raízes nodal (mg)	Bragantina	0,0000 a	0,0150 b	0,0087 c	0,0177 c	0,0331 c
	laçará	0,0039 a	0,0566 a	0,1387 a	0,1435 a	0,1331 a
	Guajarina	0,0092 a	0,0419 ab	0,0665 ab	0,0735 b	0,0716 b
Massa seca de raízes basal (mg)	Bragantina	0,0021 a	0,0289 a	0,0614 a	0,0450 b	0,0594 a
	laçará	0,0039 a	0,0427 a	0,0519 a	0,0502 b	0,0704 a
	Guajarina	0,0000 a	0,0510 a	0,0510 a	0,0835 a	0,0612 a
Massa seca total de raízes (mg)	Bragantina	0,0021 a	0,0439 b	0,0700 c	0,0627 b	0,0925 b
	laçará	0,0077 a	0,0993 a	0,1906 a	0,1937 a	0,2035 a
	Guajarina	0,0092 a	0,0929 a	0,1175 b	0,1569 a	0,1327 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna entre as cultivares dentro de cada concentração de AIB, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O crescimento das raízes nodal da cv. Bragantina foi menor que as demais cultivares estudadas, mas o seu maior comprimento (4 cm) foi alcançado sob a concentração de 6000 mg Kg⁻¹ de AIB. O AIB também influenciou no crescimento de raízes de *Camellia sinensis* L. (LIMA et al., 2011b). Segundo Corrêa et al. (2005) as auxinas regulam o processo de enraizamento e os carboidratos impulsionam o crescimento das raízes. As cvs. laçará (8,73 cm) e Guajarina (9,64 cm) tiveram maior crescimento de raízes com ponto de máximo de 3639 e 5374 mg Kg⁻¹ de AIB, respectivamente (Figura 4A). O comprimento de raízes na posição basal das estacas teve comportamento raiz quadrada para todas as cultivares com ponto de máximo de 3.117 mg Kg⁻¹ de AIB, com valor atingindo 6,29 cm (Figura 4B). O comprimento total (média do comprimento na posição nodal e basal) da maior raiz foi de 10,1 cm com a concentração estimada de 3900 mg Kg⁻¹ de AIB (Figura 4C). Em trabalho desenvolvido por Ansari et al. (2008), verificaram interação entre família de meio-irmãos de *Albizia procera* Benth. e AIB com aumento significativo do comprimento de raízes em quatro das sete famílias. Em *Dalbergia melanoxylon* estacas tratadas com AIB apresentaram maior porcentagem de enraizamento, número e comprimento de raízes superiores se comparado às não tratadas.

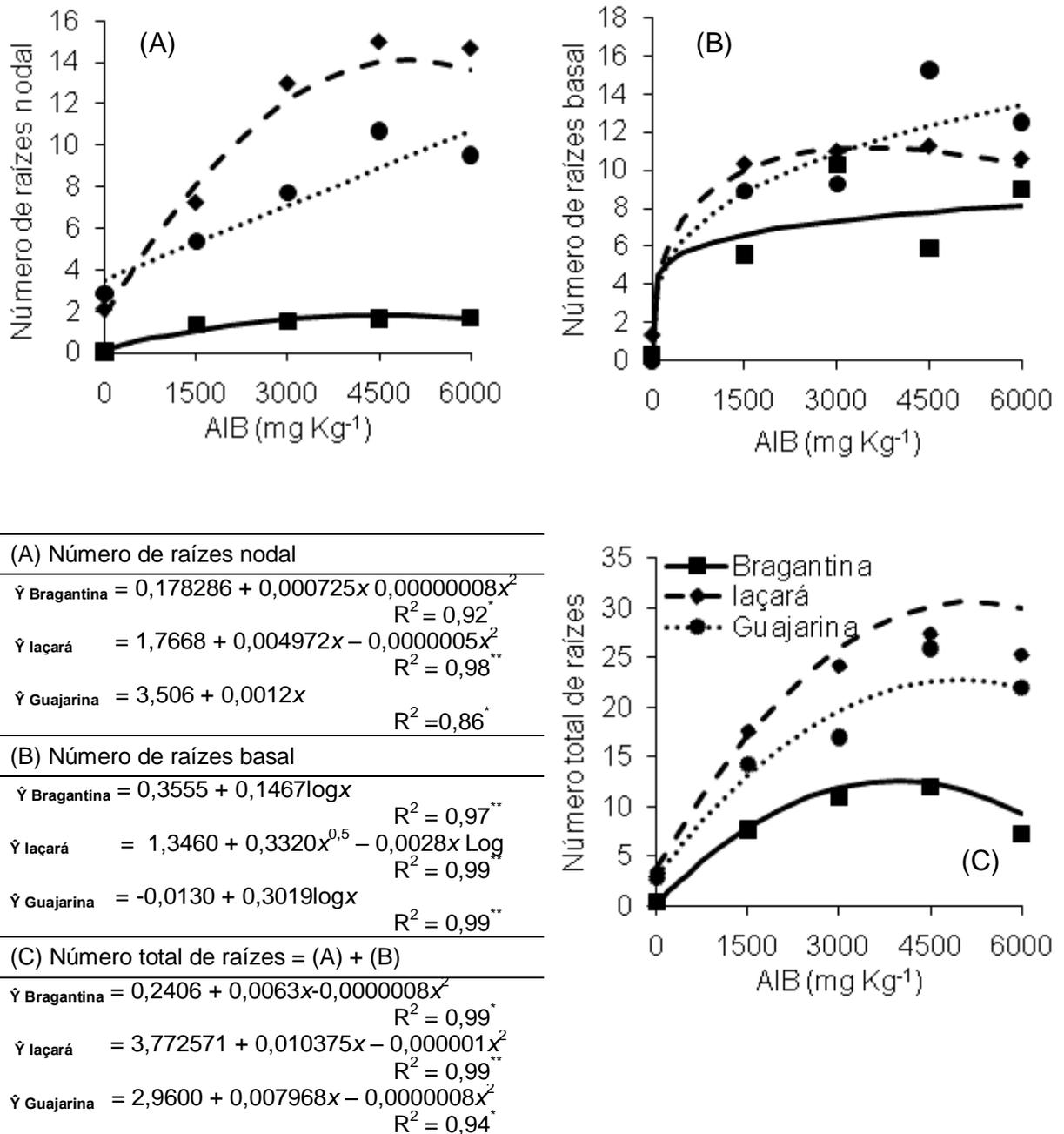


Figura 3. Número de raízes nodal (A), basal (B) e total (C=A+B) de estacas de *Piper nigrum* cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, tratadas com diferentes concentrações de AIB. (* significativo a 5% e ** significativo a 1%).

O volume total de raízes teve comportamento quadrático em todas as cultivares com pontos de máximo de 4000; 3397 e 4714 mg Kg⁻¹ de AIB atingindo valores de 0,828; 0,687 e 1,793 cm³ para as cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, respectivamente (Figura 5). A cv. Guajarina apresentou maior volume total de raízes em todas as concentrações de AIB estudadas (Tabela 1), o que se pode inferir que a mesma possa ser utilizada como porta-enxerto tendo em vista a maior exploração do

sistema radicular e conseqüentemente maior eficiência na absorção de água e na utilização de adubos minerais conforme verificado em trabalho realizado por Veloso et al. (2000), onde somente a cv. Guajarina respondeu a aplicação de fósforo.

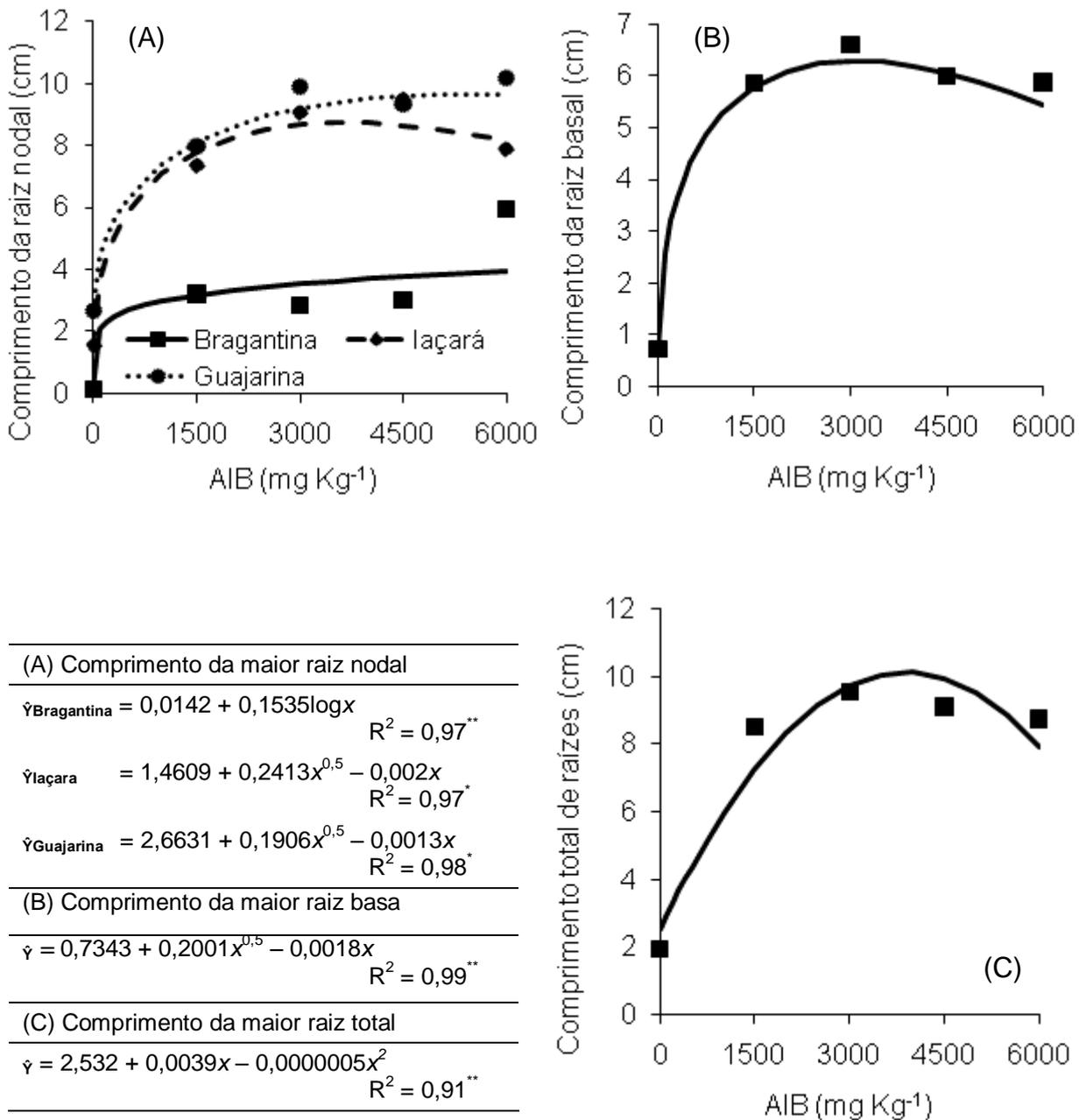


Figura 4. Comprimento da maior raiz nodal (A), basal (B) e total (C=A+B) (cm) de estacas de *Piper nigrum* cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, tratadas com diferentes concentrações de AIB (* significativo a 5% e ** significativo a 1%).

A massa de matéria seca de raízes está associada com a taxa de enraizamento e número de raízes (HOLANDA et al., 2012), onde para esta característica a cv. Bragantina foi 2,34 vezes superior na região basal (67,38 mg) ao

utilizar 5687 mg Kg⁻¹ de AIB se comparado a nodal (28,78 mg) com 6000 mg Kg⁻¹ de AIB (Figura 6 A e B, respectivamente). Para as demais cultivares, a massa de matéria seca nodal foi superior à basal, onde as cvs. laçará e Guajarina apresentaram 164,3 e 69,61 mg de raízes, com pontos de máximo de 6000 e 4500 mg Kg⁻¹ de AIB (Figura 6A). A massa de matéria seca total de raízes foram de 75,71 mg para a 'Bragantina'; 195,5 mg para a 'laçará' e 153,82 mg para a 'Guajarina' com seus respectivos pontos de máximo de 3890; 4650 e 4316 mg Kg⁻¹ de AIB, respectivamente (Figura 6C). Novamente se verifica que a capacidade rizogênica da cv. Bragantina é muito inferior às estacas das cvs. laçará e Guajarina.

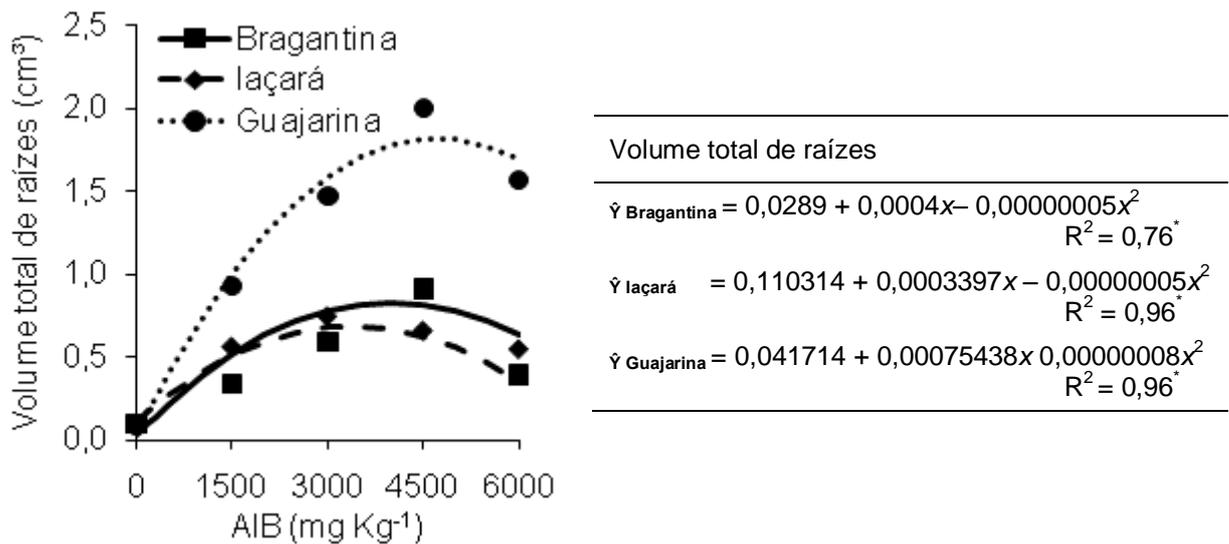


Figura 5. Volume total de raízes (cm³) de estacas de *Piper nigrum* cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, tratadas com diferentes concentrações de AIB. (* significativo a 5% e ** significativo a 1%).

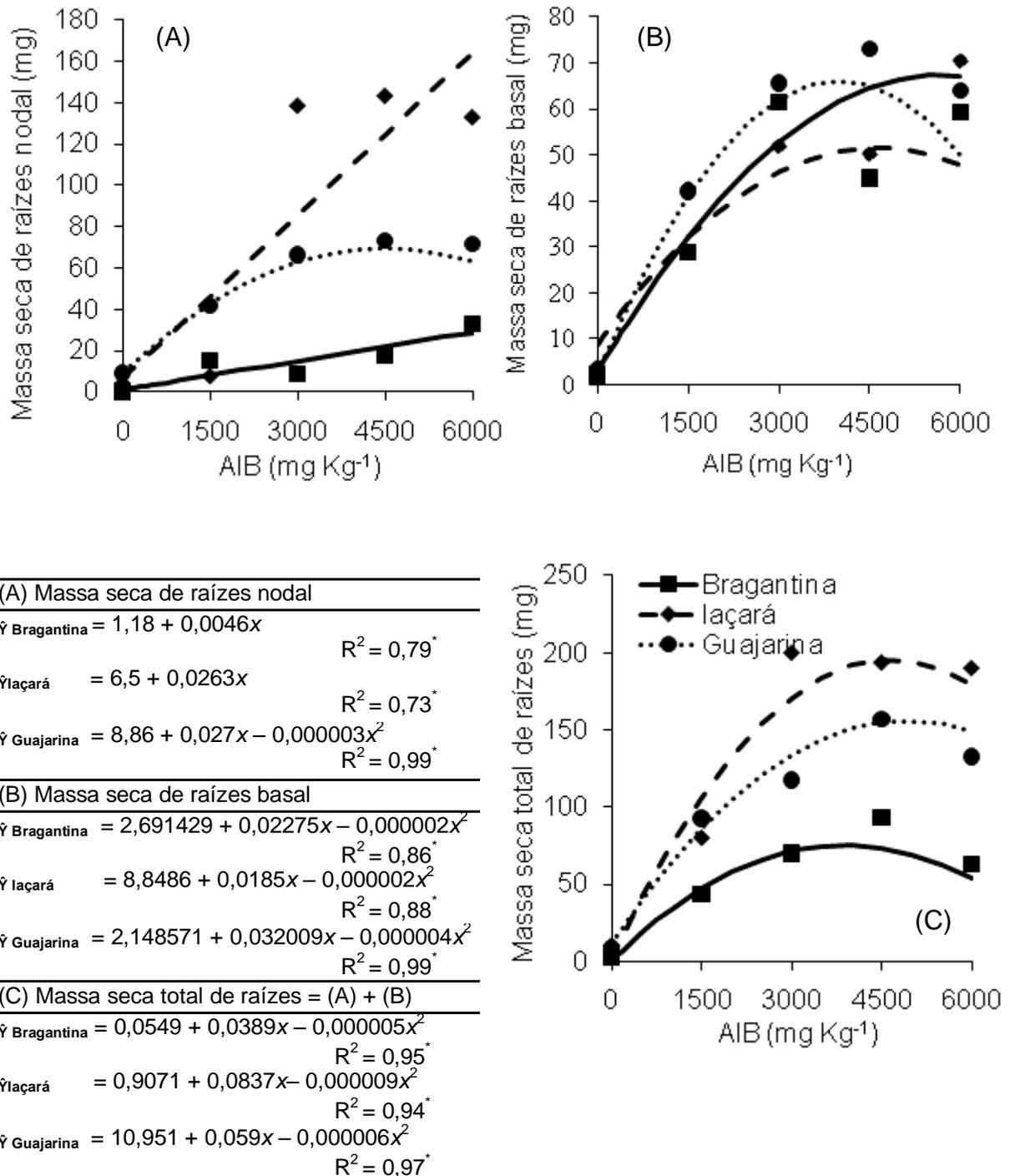


Figura 6. Massa seca de raízes nodal (A), basal (B) e total (C=A+B) (mg) de estacas de *Piper nigrum* cvs. Bragantina, laçarà e Guajarina, tratadas com diferentes concentrações de AIB.

Conclusões

Nas condições em que foi conduzido o experimento, recomenda-se para a cv. Bragantina a imersão apenas da região basal e para as cvs. Iaçará e Guajarina a imersão total das estacas em AIB, e a concentração recomendada para as cultivares é de 4000 mg Kg⁻¹.

Referências Bibliográficas

ABDULLAH, A.T.M.; HOSSAIN, M.A.; BHUIYAN, M.K. Clonal propagation of guava (*Psidium guajava* Linn.) by stem cutting from mature stock plants. **Journal of Forestry Research**, v.17, n.4, p.301-304, 2006.

AGULLÓ-ANTÓN, M.A.; SÁNCHEZ-BRAVO, J.; ACOSTA, M.; DRUEGE, U. Auxin of sugars: what makes the difference in the adventitious rooting of stored carnation cuttings? **Journal of Plant Growth Regulation**, v.30, n.1, p.100-113, 2011.

ALBIERO, A.L.M.; PAOLI, A.A.S.; SOUZA, L.A. de; MOURÃO, K.S.M. Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper crassinervium* H.B. & K. (Piperaceae). **Acta Botânica Brasílica**, v.19, n.2, p.305-312, 2004.

ALBIERO, A.L.M.; PAOLI, A.A.S.; SOUZA, L.A. de; MOURÃO, K.S.M. Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper hispidum* Sw. (Piperaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.3, p.379-391, 2006.

ANSARI, S.A.; SINGH, S. Genetic difference in adventitious rhizogenesis in *Albizia procera* Benth. With IBA treatment. **Journal of Forest Research**, v.13, n.2, p.79-82, 2008.

ARAÚJO, R.C.; BRUCKNER, C.H. Biologia reprodutiva de fruteiras. In: BRUCKNER, C.H. Ed. **Fundamentos do melhoramento de fruteiras**. Viçosa-MG: Editora UFV, p.1-38. 2008.

BASTOS, D.C. **Propagação de caramboleira por estacas caulinares e caracterização anatômica e histológica da formação de raízes adventícias**. 65f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2006.

BHARDWAJ, D.R.; MISHRA, V.K. Vegetative propagation of *Ulmus villosa*: effect of plant growth regulators, collection time, type of donor and position of shoot on adventitious root formation in stem cuttings. **New Forests**, v.29, n.2, p.105-116, 2005.

CARDOSO, M. Sobre o enraizamento de estacas de pimenta-do-reino. **Bragantia**, v.20, n.16, p.529-531, 1961.

CARDOSO, M.; SANTOS, R.R. dos. Pimenteira-do-reino: produtividade segundo o tipo de muda. **Bragantia**, v.40, n.9, p.221-224, 1981.

CORRÊA, L. de A.; PAIM, D.C.; SCHWAMBACH, J.; FETT-NETO, A.G. Carbohydrates as regulatory factors on the rooting of *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus globules* Labill. **Plant Growth Regulation**, v.45, n.1, p.63-73, 2005.

CORREA, L.R.; STEIN, R.J.; FETT-NETO, A.G. Adventitious rooting of detached *Arabidopsis thaliana* leaves. **Biologia Plantarum**, v.56, n.1, p.25-30, 2011.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: estatística experimental e matrizes, Viçosa: Editora UFV, 285 p. 2006,

DUNN, D.E.; COLE, J.C.; SMITH, M.W. Position of cut, bud retention and auxins influence rooting of *Pistacia chinensis*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 67, n. 1, p.105-110, 1996.

DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Efeito da aplicação de etefon em ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) e do IBA no enraizamento de suas estacas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n. 2, p. 296-304, 1998.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2ed. Editora UFPEL, 179p. 1995.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 221p. 2005.

FERREIRA, B.G.A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; CARPANEZZI, A.A.; TAVARES, F.R.; KOEHLER, H.S. Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.2, p.196-201, 2009.

FOGAÇA, C.M.; FETT-NETO, A.G. Role of auxin and its modulators in the adventitious rooting of *Eucalyptus* species differing in recalcitrant. **Plant Growth Regulation**, v.45, n.1, p.1-10, 2005.

FRANCIS, G.; ARAVINDAKSHAN, M.; GOPIKUMAR, K.; VALSALAKUMARI, P. K. Effect of growth substances on rooting of planting materials in black pepper (*Piper nigrum* L.). **Journal of Tropical Agriculture**, v.31, n.1, p.71-76, 1993.

GASPAR, T.; HOFFINGER, M. Auxin metabolism during adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKLA, N. Adventitious root formation in cuttings. Portland: **Discorides Press**, v.2, p.117-131. 1988.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR., F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 8 th ed., 915p, 2011.

HOLANDA, F.S.R.; VIEIRA, T.R.S.; ARAÚJO FILHO, R.N. de; SANTOS, T. de O.; ANDRADE, K.V.S. de; CONCEIÇÃO, F.G. da. Propagation through cutting technique of species occurring in the lower São Francisco in Sergipe State with different concentrations of indolbutiric acid. **Revista Árvore**, v.36, n.1, p.75-82, 2012.

HOFFMANN, A.; CHALFUN, N.N.J.; ANTUNES, L.E.C.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; REZENDE E SILVA; C.R. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 319p. 1996.

HUSEN, A.; PAL, M. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. F. (teak) cuttings as affected by age of donor plants and auxin (IBA and NAA) treatment. **New Forests**, v.33, n.3, p.309-323, 2007.

ISLAM, M.S.; BHUIYAN, M.K.; HOSSAIN, M.M.; HOSSAIN, M.A. Clonal propagation of *Bambusa vulgaris* by leafy branch cuttings. **Journal of Forestry Research**, v.22, n.3, p.387-392, 2011.

KESARI, V.; KRISHNAMACHARI, A.; RANGAN, L. Effect of auxins on adventitious rooting from stem cuttings of candidate plus tree *Pongamia pinnata* (L.), a potential biodiesel plant. **Trees – Structure and Functions**, v.23, n.3, p.597-604, 2009.

LEITE, J.R.; INFORZATO, R. Enraizamento de estacas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). **Bragantia**, v.25, n.3, p.7-9, 1966.

LEMAY, V.; GÂTEBLÉ, G.; McCOPY, S. Vegetative propagation of two endemic species of *Cloezia* Brongn.& Gris for conservation and mining revegetation activities in New Caledonia. **New Forest**, v.37, n.1, p.1-8, 2009.

LI, S-W.; XUE, L. The interaction between H₂O₂ and NO, Ca²⁺, cGMP and MAPKs during adventitious rooting in mung bean seedlings. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, v.46, n.2, p.142-148, 2010.

LI, S-W.; XUE, L.; XU, S.; FENG, H.; NA, L. Mediators, genes and signaling in adventitious rooting. **The Botanical Review**, v.75, n.2, p.230-247, 2009.

LIMA, D.M.; BIASI, L.A.; ZANETTE, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; BONA, C.; MAYER, J.L.S. Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schwacke com a aplicação de ácido indolbutírico relacionada aos aspectos anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.4, p.422-438, 2011a.

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

MAGEVSKI, G.C.; CZEPAK, M.P.; SCHMILDT, E.R.; ALEXANDRE, R.S.; FERNANDES, A.A. Propagação vegetativa de espécies silvestres do gênero *Piper*, com potencial para uso como porta enxertos em pimenta-do-reino (*Piper nigrum*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, p.559-563, 2011.

MATEJA, S.; DOMINIK, V.; FRANCI, S.; GREGOR, O. The effects of a fogging system on the physiological status and rooting capacity of leafy cuttings of woody species. **Tree – Structure and Function**, v.21, n.4, p.491-496, 2007.

METAXAS, D.J.; SYROS, T.D.; YUPSANIS, T.; ECONOMOU, A.S. Peroxidases during adventitious rooting in cuttings of *Arbutus unedo* and *Taxus baccata* as affected by plants genotype and growth regulator treatment. **Plant Growth Regulation**, v.44, n.3, p.257-266, 2004.

MORI, Y.; MIYAHARA, F.; TSUTSUMI, Y.; KONDO, R. Effect of combination treatment with ethephon and indole-3-butyric acid on adventitious rooting of *Pinus thunbergii* cuttings. **Plant Growth Regulation**, v.63, n.3, p.271-278, 2011.

OLIVEIRA, J.H.G. de; SOUZA, L.A. de; IWAZAKI, M. de C. Estruturas de reprodução de *Peperomia parnassifolia* Miq. (Piperaceae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.30, n.1, p.1-7, 2008.

PARK, S.M.; WON, E.J.; PARK, Y.G.; JEONG, B.R. Effect of node position, number of leaflets left, and light intensity during cutting propagation on rooting and subsequent growth of domestic roses. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v.52, n.4, p.339-343, 2010.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N.N.J.; RAMOS, J.D.; VALE, M.R.; SILVA, C.R.R. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 137 p., 2001.

PESCADOR, R.; VOLTONI, A.C.; GIRARDI, C.G.; ROSA, F.A.F. da Estaquia de pariparoba-do-Rio Grande do Sul sob efeito do ácido indol-butírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, v.8, n.4, p.391-398, 2007.

QADDOURY, A.; AMSSA, M. Endogenous phenolic contents, peroxidase and polyphenoxidase activities in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) off shoots related to rooting ability. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.25, n.4, p.417-421, 2003.

RAVEN, P.H.; CURTIS, H. Integración del crecimiento: fitohormonas. **Biología vegetal**. Barcelona: Omega, p.162–168, 1975.

ROUT, G.R. Effect of auxins on adventitious root development from single node cuttings of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze and associated biochemical changes. **Plant Growth Regulation**, v.48, n.2, p.11-117, 2006.

SANTOS JÚNIOR, A.J. dos; ALMEIDA, A-A.F. de; SILVA, D. da C.; FARIA, J.C.; MIELKE, M.S.; GOMES, F.P. Enraizamento de estacas, crescimento e respostas anatômicas de mudas clonais de cacaueteiro ao ácido indol-3-butírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, p.1071-1082, 2008.

SHARANGI, A.B.; KUMAR, R. Performance of rooted cuttings of black pepper (*Piper nigrum* L.) with organic substitution of nitrogen. **International Journal of Agricultural Research**, v.6, n.9, p.673-681, 2011.

SHARANGI, A.B.; KUMAR, R.; SAHU, P.K. Survivability of black pepper (*Piper nigrum*) growing media. **Journal of Crop and Weed**, v.6, n.1, p.52-54, 2010.

SILVA, J.M.M. da; RAPOSO, A.; SOUZA, J.A. de; MIRANDA, E.M. de; Indução de enraizamento em estacas de joão-brandinho (*Piper* sp.) com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agrônômica**, v.35, número especial, p.248-252, 2004.

SOUZA, L.A. de; MOSCHETA, I.S.; MOURÃO, K.S.M.; ALBIERO, A.L.M.; IWAZAKI, M. de C.; OLIVEIRA, J.H.G.; ROSA, S.M. da. Vegetative propagation in Piperaceae species. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, n.6, p.1357-1361, 2009.

SOUZA, L.A.; MOSCHETA, I.S.; OLIVEIRA, J.H.G. Comparative morphology and anatomy of the leaf and stem of *Peperomia dahlstedtii*, *Ottonia martiana* and *Piper diospyrifolium* (Piperaceae). **Gayana Botanica**, v.61, p.6-17, 2004.

SUNDHARAIYA, K.; PONNUSWAMI, V.; JASMINE, A.J. Effect of growth regulators in the propagation of sarkaraikolli (*Gymnema sylvestre*), medicinal coleus (*Coleus forskohlii*) and thippili (*Piper longum*). **Journal South Indian Horticulturae**, v.48, n.1/6, p.172-174, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, v.3. ed. Porto Alegre: Artmed, 719p. 2004.

THANKAMAN, C.K.; DINESH, R.; EAPEN, S.J.; KUMAR, A.; KANDIANNAN, K.; MATHEW, P.A. Effect of solarized potting mixture on growth of black pepper (*Piper nigrum* L.) rooted cuttings in the nursery. **Journal of Spices and Aromatic Crops**, v.17, n.2, p.103-108, 2008.

THANUJA, T.V.; HEDGE, R.V.; SREENIVASA, M.N. Induction of rooting and root growth in black pepper cuttings (*Piper nigrum* L.) with the inoculation of arbuscular mycorrhizae. **Scientia Horticulturae**, v.92, p.339-346, 2002.

THOMAS, R.G.; HAY, M.J.M. Adaptive variation in physiological traits underpinning stem elongation responses among nodally-rooting stoloniferous herbs. **Evolutionary Ecology**, v.22, n.3, p.369-381, 2008.

THOMAS, R.G.; HAY, M.J.M. The role of nodal roots in prostrate clonal herbs: 'phalanx' versus 'guerrilla'. **Evolutionary Ecology**, v.24, n.6, p.1489-1504, 2010.

VELOSO, C.A.C.; CARVALHO, E.J.M.; MALAVOLTA, E.; MURAOK, T. Resposta de cultivares de pimenta-do-reino aos nutrientes NPK em um latossolo amarelo da Amazônia Oriental. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.343-347, 2000.

VIANNA, W.O.; AKISUE, G. Caracterização morfológica de *Piper aduncum* L. **Lecta**, v.15, p.11-62, 1997.

3.2. ENRAIZAMENTO ADVENTÍCIO DE ESTACAS DE CULTIVARES DE PIMENTA-DO-REINO EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Resumo

Objetivou-se investigar o comportamento de cultivares de *Piper nigrum* L. em diferentes substratos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente, localizada no Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em São Mateus, ES. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4 (cultivares: Bragantina, laçará e Guajarina x substratos: Solo + Composto orgânico – 18%, Vermiculita, Casca de arroz carbonizada e Bioplant[®]), com quatro repetições de 16 estacas cada. Há diferenças entre as cultivares de pimenta-do-reino quanto às características relacionadas ao sistema radicular. O substrato Vermiculita foi o mais indicado e o Casca de arroz semi-carbonizada não é recomendado para o enraizamento adventício de estacas das cvs. Bragantina, laçará e Guajarina.

Palavras-chave: *Piper nigrum* L., estaquia, genótipos, propagação.

Abstract

This study aimed to investigate the behavior of cultivars of *Piper nigrum* L. on different substrates. The experiment was conducted in a greenhouse equipped with irrigation system type intermittent mist, located in Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) of the Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) in São Mateus, ES. The experimental design was completely randomized in a 3x4 factorial scheme (cultivars: Bragantina laçará and Guajarina x substrates: Soil+organic compound-18%, Vermiculite, Rice husk semi-carbonized, Bioplant[®]) with four replications of 16 cuttings each. There are differences among cultivars of black pepper kingdom and the characteristics related to the root system. The substrate Vermiculite was the best rice hulls and semi-carbonized is not recommended for rooting cuttings of cvs. Bragantina laçará and Guajarina.

Key-words: *Piper nigrum* L., cutting, genotypes, propagation.

Introduo

Sabe-se que a qualidade de qualquer produto de origem vegetal inicia-se com a seleo das plantas no campo que constituirão futuramente às matrizes provenientes de um sistema de produo de mudas de qualidade, através da escolha da fonte de propágulo, método de propagao, reguladores de crescimento, substratos, recipientes, sistemas de irrigao e cobertura de casa de vegetao etc.

O estabelecimento destas plantas-matrizes inicia-se com a produo da muda e a qualidade da mesma  atingida com o emprego de substratos adequados que proporcione boa aerao, drenagem, baixa densidade, fornecimento de nutrientes e iseno de microrganismos fitopatogênicos.

Dentre os fatores que podem melhorar os resultados, destacam-se a presença de folhas nas estacas, uso de câmara de nebulizao intermitente, uso de reguladores exógenos, tipos de ramos, fatores do ambiente, disponibilidade de água, luminosidade e substrato (SILVA, 2008).

A propagação vegetativa vem sendo cada vez mais utilizada em substituição à propagação por sementes em espécies de importância econômica e a tecnologia de enraizamento de estacas se consolida como o método mais econômico para propagação em larga escala (HARTMANN et al., 2011). Porém ainda existem alguns entraves, o que se torna um desafio para os técnicos estabelecer as condições ideais para o bom enraizamento de cada espécie, para assim, obter-se um protocolo ajustado que permita a propagação de plantas em larga escala com bons rendimentos.

De acordo com Borges et al. (2011), a formação de raízes em estacas é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias.

Alguns fatores como: condições fisiológicas da planta matriz (presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas, compostos fenólicos e outras substâncias não identificadas), o período e posição de coleta das estacas, juvenilidade, podem atuar isoladamente ou em conjunto no processo de formação de raízes (HARTMANN et al., 2011).

A utilização de substrato, tanto na propagação sexuada como na assexuada tem sido alternativa aos problemas causados pelo cultivo tradicional em solo, devido à proliferação de patógenos, salinização de solos, otimização do uso efetivo de água e a exigência do consumidor quanto a sistemas de produção menos agressivos ao meio ambiente (BEZERRA; LEDDERMAN, 1995).

Substrato ou meio de enraizamento tem por finalidade manter as estacas na vertical durante o período de enraizamento (fase sólida), proporcionar umidade e nutrientes às estacas (fase líquida), permitir o arejamento na base das estacas (fase gasosa), além de criar um ambiente escuro ou opaco reduzindo a penetração da luz para a base das estacas (LEMAIRE, 1995; HARTMANN et al., 2011; SOUZA et al., 2006).

Apesar de não existir um substrato universal ou ideal para o enraizamento de estacas (HARTMANN et al., 2011; SOUZA et al., 2006), a sua escolha parece ser determinante para o sucesso da propagação vegetativa.

Um dos aspectos a ter em consideração na escolha de um substrato é a qualidade dos materiais empregados na sua composição, podendo estes serem avaliados através das suas propriedades físicas e químicas (SOUZA et al., 2006).

As propriedades químicas mais utilizadas para caracterizar um substrato são o pH, a capacidade de troca de cations, a salinidade e a percentagem de matéria orgânica (SCHMITZ et al., 2002).

Relativamente às propriedades físicas, destacam-se a densidade, a porosidade, assim como a fácil disponibilidade de água e a capacidade de retenção da mesma (GABRIËLS et al., 1986; SCHMITZ et al., 2002).

O substrato deve, ainda, ser isento de agentes patogénicos, possuir um bom equilíbrio entre macro e microporos que permita um bom desenvolvimento radicular, boa capacidade de drenagem da água, boa consistência visando a obtenção de torrões intactos quando retirados do recipiente, baixo custo e de fácil obtenção (JABUR; MARTINS, 2002).

Os substratos de enraizamento podem ser orgânicos, minerais grosseiros ou uma mistura destes (HARTMANN et al., 2011; SOUZA et al., 2006). A componente orgânica inclui turfa, musgo ou cascas de espécies herbáceas e lenhosas, enquanto os substratos minerais, usados para proporcionarem uma maior porosidade e drenagem, podem conter perlite, vermiculite, areia grossa, lã de rocha ou mistura destes (HARTMANN et al., 2011).

A vermiculita é uma argila pertencente ao grupo dos filossilicatos que é composta, principalmente, de ferro, magnésio e silicato de alumínio. Este substrato mineral é caracterizado por apresentar uma alta capacidade de retenção da água e bom arejamento e possuir uma baixa estabilidade de estrutura, desagregando-se facilmente ao longo do tempo (PACHECO, 2007).

As condições ótimas para o enraizamento de estacas herbáceas também dependem da temperatura, da luz, da umidade, do nível de CO₂ e do substrato de enraizamento (HARTMANN et al., 2011).

Relativamente à influência do substrato no enraizamento de estacas herbáceas de variedades de videira, Egger et al. (1985), estudaram o comportamento de quatro porta-enxertos em diferentes substratos, tendo verificado que as estacas não tiveram dificuldade em enraizar e em produzir um bom desenvolvimento radicular em qualquer um dos substratos onde foram plantadas. Estes autores defendem que as pequenas diferenças encontradas devem-se à natureza do material posto a enraizar, ou seja, do porta-enxerto, sendo menos importantes os aspectos relacionados com as características do substrato. No entanto, de um modo geral, os melhores resultados foram registados num substrato

orgânico (100%) e em perlite (100%). Os outros substratos ensaiados neste estudo foram a turfa, a areia fina e uma mistura de todos os meios ensaiados.

Avaliando a influência de outros tipos de substratos no enraizamento de estacas herbáceas de porta-enxertos de videira, Roberto et al. (2004) verificaram que, apesar de não terem sido observadas diferenças significativas entre os substratos utilizados, o substrato de casca de arroz carbonizada proporcionou um maior desenvolvimento radicular das estacas do que as vermiculitas de grânulos finos e de grânulos médios. Estes resultados são justificados pelos referidos autores, provavelmente, devido à melhor oxigenação e à drenagem conferida pela casca de arroz carbonizada, acrescentando, ainda, outras características deste substrato favoráveis ao enraizamento tais como o baixo peso e a boa porosidade

Segundo Pio et al. (2005), a capacidade de formação de raízes, a qualidade do sistema radicular formado e o desenvolvimento posterior da planta propagada são fatores que influenciam a viabilidade deste método de propagação vegetativa. Por outro lado, a capacidade de uma estaca emitir raiz depende das características da planta que lhe deu origem, do tratamento recebido e da interação de determinados fatores que se encontram presentes nas células dessa estaca, assim como de substâncias produzidas nas suas folhas e gomos (BORTOLINI, 2006).

O sucesso do enraizamento de estacas herbáceas e semilenhosas deve-se à tendência para estas enraizarem com maior facilidade, pois apresentam tecidos mais tenros, não havendo, conseqüentemente, a presença de um anel de esclerênquima altamente lenhificado, que dificultaria a emissão dos primórdios radiculares (BORDIN et al., 2005).

O objetivo foi avaliar diferentes substratos no enraizamento adventício de estacas das cvs. Bragantina, laçará e Guajarina.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente, pertencente ao Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas (DCAB), do Centro Universitário Norte do Espírito Santo

(CEUNES) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus São Mateus, ES.

Os ramos herbáceos ortotrópicos de plantas adultas no campo foram utilizados para a remoção das estacas por meio de tesoura de poda. A cada ramo retirado, estes foram imersos em caixas de isopor contendo água destilada com o objetivo de manter o tecido hidratado, para não sofrer dessecação perdendo água, de forma a não comprometer a qualidade das estacas no processo de enraizamento. Com número suficiente de ramos coletados, estes foram transportados imediatamente para a casa de vegetação. Foi feito em seguida toailete nos ramos, ou seja, a individualização das estacas com dois nós e uma folha, e estas na sua base foi feito um bisel simples. Após o preparo de número suficiente de estacas estas foram imersas em talco com a concentração de 4000 mg Kg^{-1} do ácido indol-3-butírico (AIB). Após o tratamento com a auxina, as estacas foram plantadas em bandejas de polietileno contendo os substratos Solo + Composto orgânico, Vermiculita, Casca de arroz semi-carbonizada e Bioplant[®] (32 células por bandeja e cada célula com um volume de 250 cm^3 de substrato). Estes substratos foram irrigados antes mesmo do plantio das estacas, e após, mediante sistema de irrigação. As estacas foram mantidas em casa de vegetação coberta, por um período de 60 dias.

Para a determinação da densidade, utilizou-se a metodologia da auto-compactação (BRASIL, 2007). Após, o substrato foi colocado em estufa a 105°C , por 24 horas, para determinar a matéria seca do substrato e assim, a densidade seca.

A granulometria foi determinada pelo tamisamento via seca, peneirando 100 g de cada substrato seco ao ar, o qual era acoplado em um jogo de peneiras com malha de $> 4,75$; $2,00$ a $4,75$; $1,00$ a $2,00$; $0,5$ a $1,00$; $0,25$ a $0,5$ e $< 0,25$ mm, e agitado por 5 minutos. As frações retidas em cada peneira foram pesadas e calculadas as porcentagens sobre o peso total das amostras.

As características avaliadas neste experimento foram: sobrevivência (%); enraizamento nodal, basal e total (%), número de raízes nodal, basal e total, comprimento de raízes nodal, basal e total (cm), volume de raízes nodal, basal e total (cm) e massa de matéria seca de raízes nodal, basal e total (mg).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3×4 (cultivares: Bragantina, laçará e Guajarina x substratos: Solo + Composto orgânico – 18%, Vermiculita, Casca de arroz semi-carbonizada e

Bioplant[®]), com quatro repetições de 16 estacas cada. Para a análise estatística foi utilizado o software GENES (CRUZ, 2006).

Tabela 1. Características físicas e químicas dos substratos em estudo

Características	Substratos			
	Solo + Composto orgânico	Vermiculita	Casca de arroz semi-carbonizada	Bioplant [®]
Químicas				
Matéria orgânica total (dag Kg ⁻¹)	3,1	0,8	11,2	8,5
pH em H ₂ O	7,6	6,7	6,6	5,2
P Mellich (mg dm ⁻³)	222	9,0	49	198,0
Na ⁺ (mg dm ⁻³)	910,0	97,0	170,0	510,0
K ⁺ trocável (mg dm ⁻³)	1920	160,0	570,0	990,0
Mg ²⁺ trocável (cmol)	1,7	0,5	0,3	3,2
Ca ²⁺ trocável (cmol)	5,0	0,5	0,6	7,8
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ trocável (mmol _c dm ⁻³)	6,7	1,0	0,9	11,0
Al ³⁺ (cmol)	0,0	0,0	0,0	0,4
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol)	1,0	0,9	0,8	4,7
Zn (mg dm ⁻³)	14,1	1,0	3,0	15,2
Fe (mg dm ⁻³)	83,0	299,0	23,0	206,0
Mn (mg dm ⁻³)	85,0	18,0	29,0	45,0
Cu (mg dm ⁻³)	0,9	1,7	0,5	2,4
B (mg dm ⁻³)	1,15	0,30	0,55	1,22
CTC (t) (cmol)	11,6	1,4	2,4	13,9
Saturação bases (%)	92,1	61,0	74,7	74,2
Físicas				
Densidade (kg m ⁻³)	1202,45	186,15	123,27	303,59
Porosidade total (%)	45,24	71,74	41,81	64,09
Tamanho de partículas	Distribuição do tamanho de partículas (%)			
> 4,75 mm	0,00	1,32	1,77	0,07
2,00 a 4,75 mm	6,41	17,14	62,73	34,56
1,00 a 2,00 mm	14,43	26,10	25,83	43,36
0,5 a 1,00 mm	19,67	22,19	7,33	18,78
0,25 a 0,5 mm	22,49	16,05	1,67	2,31
< 0,25 mm	37,01	17,21	0,67	0,92

Resultados e Discussão

Efetuada a análise química e física dos substratos, verificou-se na mistura Solo + Composto orgânico em comparação aos demais substratos estudados, que apesar dos melhores resultados de P, K, Mg, Ca, Ca + Mg, Zn, Mn, B e CTC, observou-se a mais alta densidade e uma das mais baixas porosidade total com a maior taxa de distribuição de partículas na granulometria mais baixa <0,25 mm (37,01%) e na de 0,25 a 0,5 mm (22,49%) (Tabela 1). Esta mistura promoveu um encharcamento e uma camada selante resultando possivelmente em uma maior impedância mecânica e este substrato ainda proporcionou o desenvolvimento de algas na sua superfície, onde a soma desses fatores negativos resultou em subsequente morte de 100% das estacas, iniciado com sintomas de escurecimento dos tecidos na região proximal das estacas evoluindo para a necrose das mesmas, o que possivelmente pode estar relacionada a algum microrganismo fitopatogênico. Thankaman et al. (2008) verificaram superioridade da mistura de Solo + Areia + Esterco de curral (2:1:1 v/v) solarizada na redução de doenças e no aumento do crescimento de raízes de *P. nigrum*.

O maior percentual de sobrevivência foi obtido em estacas da cv. Guajarina (87,29%), o que não diferiu estatisticamente da cv. laçará (78,12%) no substrato Vermiculita. A cv. Bragantina neste mesmo substrato apresentou resultados inferiores com 60,95% de sobrevivência. O menor percentual de sobrevivência foi encontrado também na cv. Guajarina (39,06%) no substrato Casca de arroz semi-carbonizada. No substrato Bioplant[®], os maiores índices de sobrevivência foram com as cvs. laçará (68,72%) e Guajarina (62,50%) e o menor com a cv. Bragantina

(40,62%). Magevski et al. (2011) obtiveram índices de sobrevivência de 100% para *Piper arboreum*, 98% para *Piper amplum* e 89% para *Piper* sp. aos 45 dias, independente das concentrações de AIB em estacas cultivadas no substrato Bioplant[®]. Nas demais cultivares não se verificou diferença estatística entre os substratos estudados, com média de 50,52 e 70,82% de sobrevivência para as cvs. Bragantina e laçará, respectivamente (Tabela 2).

O enraizamento de estacas de pimenta-do-reino ocorre em duas regiões, na nodal (axila foliar) e basal (Figura 1a e c, respectivamente) um pouco acima da região incisada na porção distal. Entretanto, neste experimento algumas raízes surgiram também na região mediana entre a nodal e basal (Figura 1b). Isto se deveu ao estímulo hormonal através da imersão total das estacas da cv. Guajarina no AIB (4000 mg Kg⁻¹) e o efeito pode ter sido potencializado pelo cultivo das mesmas no substrato Vermiculita. A facilidade de enraizamento é função de vários fatores, e segundo Mori et al. (2011) é dependente de fatores genéticos nas plantas doadoras. Algumas Piperaceas apresentam, portanto, grande facilidade de enraizamento sem o uso de auxinas no substrato cascalho fino como em *P. cubensis*, *P. galioides*, *P. glabella*, *P. guadalupensis*, *P. hirta* var. *glaberrima* (100%) e *P. wrightiana* (80%) (MONTESINO et al., 2006).

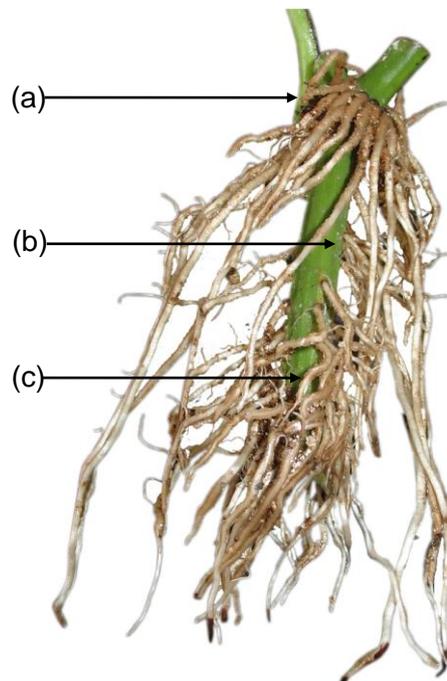


Figura 1. Estaca enraizada de *Piper nigrum* cv. Guajarina no substrato Vermiculita com raízes formadas nas regiões nodal (a), mediana (b) e basal (c).

Tabela 2. Características do enraizamento adventício das estacas de *Pipernigrum* cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, em diferentes substratos

Características avaliadas	Substratos	Cultivares		
		Bragantina	laçará	Guajarina
Sobrevivência (%)	Vermiculita	60,95 Ab	78,12 Aab	87,29 Aa
	Casca de arroz semi-carbonizada	50,00 Aab	65,62 Aa	39,06 Cb
	Bioplant []	40,62 Ab	68,72 Aa	62,50 Ba
Enraizamento nodal (%)	Vermiculita	57,87 Ab	78,25 Aab	87,50 Aa
	Casca de arroz semi-carbonizada	50,00 Aab	62,50 Aa	39,25 Bb
	Bioplant []	40,75 Ab	68,75 Aa	54,87 Bab
Enraizamento total (%)	Vermiculita	60,93 Ab	78,25 Aab	87,50 Aa
	Casca de arroz semi-carbonizada	50,00 Aab	67,25 Aa	39,25 Bb
	Bioplant []	40,75 Ab	68,75 Aa	60,93 Bab
Número de raiz nodal	Vermiculita	4,47 Ab	12,59 Aa	6,68 Ab
	Casca de arroz semi-carbonizada	4,31 Aa	5,62 Ba	3,29 Aa
	Bioplant []	2,83 Ab	7,00 Ba	4,48 Aab
Volume de raiz nodal (cm ³)	Vermiculita	0,3750 Ab	0,9520 Aa	0,5350 Ab
	Casca de arroz semi-carbonizada	0,3125 Aa	0,3300 Ba	0,1725 Ba
	Bioplant []	0,3000 Ab	0,6250 Ba	0,4850 ABab

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O enraizamento nodal e total atingiram o mesmo valor médio, sendo maiores nas cvs. Guajarina (87,50%) e laçará (78,25%) no substrato Vermiculita (Tabela 2). Silva et al. (2004) com a Piperaceae joão-brandinho (*Piper* sp.) obtiveram 85,4% de enraizamento das estacas tratadas com 4000 mg L⁻¹ de AIB no substrato Areia. Entretanto, o enraizamento basal foi maior (62,25%) com a cv. laçará seguido da cv. Guajarina (52,83%) independente do substrato utilizado (Tabela 3). A cv. Bragantina apresentou resultados inferiores de enraizamento nodal e total onde os substratos não diferiram estatisticamente entre si, com mdias de 49,54 e 50,56%, respectivamente (Tabela 2). Apesar de não ter encontrado diferença estatística na cv. Bragantina entre os substratos no enraizamento total, os valores médios encontrados para esta característica no substrato Vermiculita (60,93%) em relação  Casca de arroz semi-carbonizada (50%) e ao Bioplant[] (40,75%) foi superior em 10,93 e 20,18%, respectivamente (Tabela 2), o que  muito representativo em um viveiro de produção de mudas de pimenta-do-reino.

Quanto a qualidade do sistema radicular, a característica número e volume de raiz nodal foram maiores na cv. laçará no substrato Vermiculita. Esta cultivar no substrato Vermiculita produziu em média 12,59 raízes, ou seja, aproximadamente

seis raízes a mais que a cv. Guajarina e oito a mais que a cv. Bragantina (Tabela 2). Estacas de *Piper mikanianum* Kunth Stend var. *mikanianum* produziram maior número de raízes no substrato Vermiculita, devido a boa retenção de água e ótimo espaço de ar na capacidade de retenção, fatores que possibilitam a manutenção de um adequado suprimento de água para o enraizamento de estacas (PESCADOR et al., 2007). A cv. laçará independentemente do substrato tamb apresentou o maior número de raízes basal e total, volume de raiz total, massa de matéria seca de raiz nodal, basal e total (Tabela 3).

Tabela 3. Características do enraizamento adventício das estacas de *Piper nigrum* cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, em diferentes substratos

Características avaliadas	Cultivares		
	Bragantina	laçará	Guajarina
Enraizamento basal (%)	40,68 b	62,25 a	52,83 ab
Número de raiz basal	5,64 b	8,32 a	7,46 ab
Número de raiz total	9,51 b	16,73 a	12,28 b
Volume de raiz basal (cm ³)	0,3766 b	0,5400 ab	0,6266 a
Volume de raiz total (cm ³)	0,7050 b	1,1733 a	1,0233 ab
Massa de matéria seca de raiz basal (mg)	0,0191 b	0,0350 a	0,0350 a
Massa de matéria seca de raiz nodal (mg)	0,0166 b	0,0516 a	0,0233 b
Massa de matéria seca de raiz total (mg)	0,0350 b	0,0875 a	0,0558 b

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Independentemente da cultivar a Vermiculita foi superior aos demais substratos nas características enraizamento basal, número de raiz basal e total, comprimento da maior raiz basal e total. Oliveira et al. (2009) verificaram que a mistura Perlita + Vermiculita (1:1 v/v) incrementou o comprimento médio das raízes de estacas de oliveira. E com relação ao comprimento da maior raiz nodal, volume de raiz basal e total, massa de matéria seca de raiz basal, nodal e total a Vermiculita não diferiu estatisticamente do substrato comercial Bioplant[] (Tabela 4). Segundo Mattana et al. (2009) as estacas da Piperaceae *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. na mistura Solo + Esterco bovino + Substrato comercial + Vermiculita (3:1:1:1 v/v) apresentaram maiores valores de massa de matéria fresca e seca de raízes. A Vermiculita e o Bioplant[] foram os substratos com a maior porosidade total (Tabela 1), o que contribuiu consideravelmente para a emissão e crescimento do sistema radicular. Dutra et al. (2012) verificaram também para o substrato Bioplant[] uma alta

porosidade e baixa densidade aparente. O substrato Vermiculita apresenta ainda uma baixa densidade (Tabela 1) o que somado a sua alta porosidade auxiliou para alcançar os melhores resultados com as características de sistema radicular. Higashikawa et al. (2010) detectaram também baixa densidade para o substrato Vermiculita e, de acordo com Abad et al. (2001), a densidade perfeita de substratos deve ser menor que 400 kg m^{-3} o que foi verificado no presente trabalho com densidade de $186,15 \text{ kg m}^{-3}$ (Tabela 1).

O Bioplant[®] ainda tem como vantagem ser um dos substratos com a melhor composição química com relação ao Mg, Ca, Ca + Mg, Zn, Cu, B, M.O. e CTC (Tabela 1), elementos estes como o Ca, Zn e B, além da M.O. como fonte de substâncias húmicas relacionados diretamente com a formação de raízes. Sharangi e Kumar (2011) verificaram melhor desempenho de estacas enraizadas da cv. Panniyur-1 quando a campo recebem uma suplementação de matéria orgânica (25%) com uréia (75%). Considerando a formação de parte aérea e a permanência da muda no viveiro até a sua aquisição e plantio o seu aspecto visual de vigor fisiológico é fundamental como padrão de qualidade morfológica conferida por esses nutrientes e outros numa faixa ótima como o P e K (Tabela 1).

O substrato Casca de arroz semi-carbonizada foi inferior em todas as características estudadas da estaca (Tabela 1). É um substrato que apresentou com relação a suas características químicas a mais baixa CTC (2,4 cmol), bem inferior a encontrada por Schmitz et al. (2002) que foi de 8,5 cmol e foi ainda o substrato que apresentou a mais baixa porosidade total (41,81%) (Tabela 1).

Tabela 4. Comprimento da maior raiz basal, nodal e total (cm) das estacas de *Piper nigrum* cvs. Bragantina, laçará e Guajarina, em diferentes substratos

Características avaliadas	Substratos		
	Vermiculita	Casca de arroz semi-carbonizada	Bioplant [®]
Enraizamento basal (%)	66,35 a	42,33 b	47,08 b
Número de raiz basal	10,74 a	5,14 b	5,53 b
Número de raiz total	18,66 a	9,55 b	10,30 b
Comprimento da maior raiz basal (cm)	3,70 a	1,67 b	2,55 b
Comprimento da maior raiz nodal (cm)	3,60 a	1,51 b	2,79 a
Comprimento da maior raiz total (cm)	3,97 a	1,71 c	2,99 b
Volume de raiz basal (cm ³)	0,6583 a	0,3300 b	0,5550 a

Continuação...

Volume de raiz total (cm ³)	1,2775 a	0,6008 b	1,0233 a
Massa de matéria seca de raiz basal (mg)	0,0316 ab	0,0200 b	0,0375 a
Massa de matéria seca de raiz nodal (mg)	0,0358 a	0,0175 b	0,0383 a
Massa de matéria seca de raiz total (mg)	0,0683 a	0,0358 b	0,0741 a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Conclusões

Nas condições em que foi conduzido o experimento concluímos que:

- Há diferenças entre as cultivares de pimenta-do-reino quanto às características relacionadas ao sistema radicular.
- O substrato Vermiculita é o mais indicado para o enraizamento de estacas das cvs. Bragantina, laçará e Guajarina.
- Não se recomenda o substrato Casca de arroz semi-carbonizada para o enraizamento de estacas das cvs. Bragantina, laçará e Guajarina.

Referências Bibliográficas

ABAD, M.; NOGUERA, P.; BURÉS, S. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. **Bioresource Technology**, v.77, p.197-200, 2001.

BEZERRA, J.E.F.; LEDDERMAN, I.E. Propagação vegetativa por estaquia da aceroleira. In: SÃO JOSÉ, A. R; ALVES, R. E. **Acerola no Brasil, produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB. p.32-40, 1995.

BORDIN, I.; HIDALGO, P.C.; BÜRKLE, R.; ROBERTO, S.R. Efeito da presença da folha no enraizamento de estacas semilenhosas de porta-enxertos de videira. **Ciência Rural**, v.35, p.215-218, 2005.

BORGES, S.R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.S.; MELO, L.A.; ROSADO, A.M. Enraizamento de mini estacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.425-434, 2011.

Bortolini, M.F. **Uso de ácido indol butírico na estaquia de *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.** Dissertação para a obtenção do título de Mestre em Ciências. Universidade Federal do Paraná, Brasil, 85 p., 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 17, de 21 de maio de 2007. **Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa.** Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, 24 de maio de 2007.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**, Viçosa: Editora UFV, 285 p., 2006.

DUTRA, T.R.; GRAZZIOTTI, P.H.; SANTANA, R.C.; MASSAD, M.D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, n.2, p.321-329, 2012.

EGGER, E.; MORETTI, G.; BORGIO, M. Confronto di substrati per la moltiplicazione rapidadi talee verdi ed apici vegetativi di portinnesti della vite in serra. **Vignevini**, v.12, p.43-49, 1985.

GABRIËLS, R.; VERDONCK, O.; MEKERS, O. Substrate requirements for pot plants in recirculating water culture. **Acta Horticulturae**, v.178, p.93-100, 1986.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**, 8 th ed., 915p, 2011.

HIGASHIKAWA, F.S.; SILVA, C.A.; BETTIOL, W. Chemical and physical properties of organic residues. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.34, p.1743-1752, 2010.

JABUR, M.A.; MARTINS, A.B.G. Influência de substratos na formação dos porta-enxertos: limoeiro-cravo (*Citrus limonia* Osbeck) e tangerineira-cleópatra (*Citrus reshni* Hort. Ex Tanaka) em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.514-518. 2002.

LEMAIRE F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**. v.396, p.273-284, 1995.

MAGEVSKI, G.C.; CZEPAK, M.P.; SCHMILDT, E.R.; ALEXANDRE, R.S.; FERNANDES, A.A. Propagação vegetativa de espécies silvestres do gênero *Piper*,

com potencial para uso como porta enxertos em pimenta-do-reino (*Piper nigrum*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, p.559-563, 2011.

MATTANA, R.S.; FRANCO, V.S.; YAMAKI, H.O.; MAIA E ALMEIDA, C.I.; MING, L.C.; Propagação vegetativa de plantas de pariparoba [*Pothomorphe umbelata* (L.) Miq.] em diferentes substratos e número de nós das estacas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.3, p.325-329, 2009.

MONTESINO, L.P.; ESPINOSA, A.L.; ALMARALES, B.P. Caracterización y propagación de peperômias cubanas. **Revista del Jardín Botánico Nacional**, v.27, p.123-127, 2006.

MORI, Y.; MIYAHARA, F.; TSUTSUMI, Y.; KONDO, R. Effect of combination treatment with ethephon and indole-3-butyric acid on adventitious rooting of *Pinus thunbergii* cuttings. **Plant Growth Regulation**, v.63, n.3, p.271-278, 2011.

OLIVEIRA, A.F. de; CHALFUN, N.N.J.; ALVARENGA, A.A.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, D.L. de. Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NaOH e álcool. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.79-85, 2009.

PACHECO, J.P. **Estaquia de Luehea divaricata Mart. (açoita-cavalo)**. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, 84p., 2007.

PESCADOR, R.; VOLTONI, A.C.; GIRARDI, C.G.; ROSA, F.A.F. da. Estaquia de pariparoba-do-Rio Grande do Sul sob efeito do ácido indol-butírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, v.8, n.4, p.391-398, 2007.

PIO, R.; BASTOS, D.C.; BERTI, A.J.; FILHO, J.A.S.; FILHO, F.A.A.M.; ENTELMANN, F.A.; ALVES, A.S.R.; NETO, J.E.B. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.562-567, 2005.

ROBERTO, S.R.; NEVES, C.S.V.J.; JUBILEU, B.S.; AZEVEDO, M.C.B. Avaliação do enraizamento de pâmpanos de porta-enxertos de videira em diferentes substratos avaliados mediante imagens. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.26, p.85-90, 2004.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D. de; KÄMPF, A.N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v.32, n.6, p.937-944, 2002.

SILVA, C.P. **Enraizamento de estacas de pinheira (*Annona squamosa* L.), gravioleira (*Annona muricata* L.) e atemoeira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* L.) tratadas com ácido indolbutírico (AIB), ácido naftalenoacético (NAA) e bioestimulante**. 2008. 154 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Jaboticabal, 2008.

SHARANGI, A.B.; KUMAR, R. Performance of rooted cuttings of black pepper (*Piper nigrum* L.) with organic substitution of nitrogen. **International Journal of Agricultural Research**, v.6, n.9, p.673-681, 2011.

SILVA, J.M.M. da; RAPOSO, A.; SOUZA, J.A. de; MIRANDA, E.M. de; Indução de enraizamento em estacas de João-Brandinho (*Piper* sp.) com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, número especial, p.248-252, 2004.

SOUZA, P.V.D.; CARNIEL, E.; FOCESATO, M.L. Efeito da composição do substrato no enraizamento de estacas de maracujazeiro azedo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.276-279, 2006.

THANKAMAN, C.K.; DINESH, R.; EAPEN, S.J.; KUMAR, A.; KANDIANNAN, K.; MATHEW, P.A. Effect of solarized potting mixture on growth of black pepper (*Piper nigrum* L.) rooted cuttings in the nursery. **Journal of Spices and Aromatic Crops**, v.17, n.2, p.103-108, 2008.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos:

- Recomenda-se para a cv. Bragantina, a imersão apenas da região basal e para as cvs. laçará e Guajarina, a imersão total das estacas em AIB.
- A concentração recomendada para as cultivares é de 4000 mg Kg⁻¹.
- Há diferenças entre as cultivares de pimenta-do-reino quanto às características relacionadas ao sistema radicular.
- O substrato Vermiculita foi o mais indicado para o enraizamento de estacas das cvs. Bragantina, laçará e Guajarina.
- Não se recomenda o substrato Casca de arroz semi-carbonizada para o enraizamento de estacas das cvs. Bragantina, laçará e Guajarina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, N.; FAZAL, H.; ABBASI, B.H.; FAROOQ, S.; ALI, M.; KHAN, M.A. Biological role of *Piper nigrum* L. (black pepper): a review. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v.1, p.1-10, 2012.

ATROCH, A.L.; CRAVO, M.S.; SANTOS, J.A. Enraizamento de estacas de clones de guaranazeiro tratados com ácido indol-3-butírico (AIB). **Revista de Ciências Agrárias**, v.47, p.103-111, 2007.

AVIDAN, B.; LAVÉE, S. Physiological aspects of the rooting ability of olive cultivars. **Acta Horticulturae**, v.79, p.93-101, 1978.

CARDOSO, M. Sobre o enraizamento de estacas de pimenta-do-reino. **Bragantia**, v.20, n.16, p.529-531, 1961.

CARDOSO, M.; SANTOS, R.R. dos; IGUE, T. Pimenteira-do-reino: produtividade segundo o tipo de muda. **Bragantia**, v.40, n.9, p.221-224, 1981.

CARVALHO, R.I.N.; SILVA, I.D.; FAQUIM, R. Enraizamento de mini-estacas herbáceas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, p.387-392, 2007.

CABALLERO, J.M.; NAHLAWI, N. Influence of carbohydrates and washing with water on the rooting of the Gordal cultivar of the olive (*Olea europaea* L.). Anais Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, **Serie Producción Vegetal**, Madrid, v. 11, p.219-230, 1979.

CABALLERO, J.M. Multiplicación del olivo por etaquillado semileñoso bajo nebulización. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Comunicaciones INIA, **Serie Producción Vegetal**. 39p. 1981.

CHAUDHURY R.; CHANDEL K.P.S. Germination studies and cryopreservation of seeds of black pepper (*Piper nigrum* L.) - a recalcitrant species. **Cryo-Letters**, v.15, p.45-150, 1994.

CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. **Columbia University Press**, 1262p. 1988.

DEL RIO, C.; CABALLERO, J.M. Effects of carbohydrate content on the seasonal rooting of vegetative and reproductive cuttings of olive. **Journal of Horticultural Science**, v.66, n.3, p.301-309, 1991.

DOSSEAU, S.; ALVARENGA, A.A. de; SOUZA, E. dos S.; ALVES, J. da S.; ARANTES, L. de O. **Características fisiológicas da propagação assexuada de *Piper aduncum* L.** (Piperaceae). XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal. Fortaleza. 2009.

DUARTE M.L.R.; ALBUQUERQUE F.C.; POLTRONIERI, MARLI, C.; Sistema de produção da pimenteira-do-reino, Embrapa Amazônia Oriental, 2005. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimentadoReino/paginas/importancia.htm>>acesso em 10/08/2012

DUARTE, M. de L.R; ALBUQUERQUE, F.C. Doenças da pimenta-do-reino. In: DUARTE, M. de L.R. **Doenças de plantas no tropico úmido**. Belém: Embrapa-Cpatu. p.159-208, 1999.

DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F.C.; HAMADA, M.; COSTA, A.P. Murcha causada por *Fusarium oxisporum*, uma nova doença da pimenta-do-reino no Estado do Pará. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, p.178-181, 1999.

FERREIRA, B.G.A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; CARPANEZZI, A.A.; TAVARES, F.R.; KOEHLER, H.S. Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.2, p.196-201, 2009.

FONTANAZZA, G.; RUGINI, E. Effect of leaves and buds removal on rooting ability of olive tree cuttings. **Olea**, v.2, p.9-28, 1977.

FONTANAZZA, G.; RUGINI, E. Radicazione delle cultivar di olivo com il método Dell cassone riscaldato. **Revista delle Colture Legnose da Frutta e della Ortofloricoltura**, v.43, n.2, p.39-44, 1981.

GAIA, J.M.D.; MOTA, M.G.C.; DERBYSHIRE, M.T.V.C.; OLIVEIRA, V.R.; COSTA, M.R.; MARTINS, C. da S.; POLTRONIERI, M.C. Caracterização de acessos de pimenta-do-reino com base em sistemas enzimáticos. **Horticultura Brasileira**. v.25, n.3, p.333-342, 2007.

GARCIA, J., KAMADA, T.; JACOBSON, T.K.B.; CURADO, M.A.; OLIVEIRA, S.M. Superação de dormência em sementes de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.30, n.2, p.51-54, 2000.

GARTNER, B.L. Breakage and regrowth of *Piper* species in rain forest understory. *Biotropica*, v.21, p. 303-307, 1989.

GREIG, N. ; MAUSETH, J.D. Structure and function of dimorphic prop roots in *Piper auritum* L. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.118, p.176-183, 1991.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**, 8 th ed., 915p, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático de produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro, v.24, n.11, p.82, 2011.

LEITE, J.R.; INFORZATO, R. Enraizamento de estacas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). **Bragantia**, v.25, n.3, p.7-9, 1966.

MEDEIROS, A.C.S. **Comportamento fisiológico, conservação de germoplasma a longo prazo e previsão de longevidade de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.)**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 127p.1996.

MINDÉLLO NETO, U.R.; BALBINOT Jr., A.A.; HIRANO, E. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de dois porta-enxertos de pessegueiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, p.433-437, 2004.

MILANEZ, D.; VENTURA, J.A.; FANTON, C.J. **Cultura da pimenta-do-reino**. Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária-EMCAPA. 94 p. 1987.

BRASIL.Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA -. 37ª Reunião da Comunidade Internacional da Pimenta (CIP). Disponível <<http://agrofartura.wordpress.com/2010/11/02/>>Acesso em 25/07/2012.

NAMBIAR, P.K.V.; PILLAY, V.S.; SASIKUMARAM, S.; CHANDY, K.C. Pepper Research at Panniyur-1. **A Resume Journal of Plantation Crops**, v.1, p.4-11, 1978.

NAIR, R.R.; GUPTA, S.D. High frequency plant regeneration through cyclic secondary somatic embryogenesis in black pepper (*Piper nigrum* L.). **Plant Cell Reports**, v.24, p.699-707, 2006.

OLIVEIRA, J.H.G.; SOUZA, L.A.; IWAZAKI, M.C. Estruturas de reprodução de *Ottonia martiana* Miq. (Piperaceae). **Hoehnea**, v.32, p.59-66, 2005.

OLIVEIRA, A.F. de; PASQUAL, M; CHALFUN, N.N.J; REGINA, M. de A.; RINCON, C. del R. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira sob efeito de diferentes

épocas, substratos e concentrações de ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.1, p.117-125, 2003.

ONO, E.O.A.; RODRIGES, J.D.; PINHO, S.Z. Ação de auxinas e/ou boro, no processo de formação de raízes em estacas de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.37, n.1, p.157-66, 1994.

PANNELLI, G.; FILIPPUCCI, B.; CASANO, F. Plant regulators and rooting environments for olive cuttings [cultivars, Italy]. Fitoregolatori Ed ambienti per La radicazione di talee semilegnose di olivo. **Frutticoltura**, v.45, n. 6/7, p.51-56, 1983.

PANELLI, G., FILIPUCCI, B.; DADDI, P. Rizogenesi e ciclo vegetativo in *Olea europaea* L. cv. 'Frantoio', 'Leccino' e 'Morailo'. Influenza di trattamenti con fitoregolatori basali e fogliari a diverse concentrazioni. **Annali dell Istituto Sperimentale per l'Olivicoltura**, v.6, p.135-150, 1980.

PILLAY, V.S. Project report on research and development of black pepper (*Piper nigrum*L.) in the humid tropics of Brazil. Belém: **EMBRAPA-CPATU**. 27p, 1995.

PRADO, G.; OLIVEIRA, M.S. de; MOREIRA, A.P.A.; LIMA, A. de S.; SOUZA, R. de A.; ALVES, M. do C. Determinação de aflatoxina B₁ em pimenta (*Piper nigrum* L.) e orégano (*Origanum vulgare* L.) por cromatografia em camada delgada e densitometria. **Química Nova**, v.31, n.3, p.514-517, 2008

RAVINDRAN,P.N. Black pepper: *Piper nigrum*. Series: Medical and Aromatic Plants – Industrial Profiles. Center for Medicinal Plants Research. Kerala, India. ISBN: 9057024535. **Publisher Availability: InStock CRC Press** pp. 1-526, 2000.

ROBERTO, S.R.; ZIETEMANN, C.; COLOMBO, L.A.; ASSIS, A.M.; SANTOS, C.E.; AGUIAR, R.S.; MORAES, V.J. Enraizamento de estacas herbáceas dos porta-enxertos IAC 572 "Jales" e IAC 766 "Campinas" em câmara de nebulização. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, p.479-482, 2006.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.12, p.499-514, 1973.

SILVA, I.C. **Propagação vegetativa de *Ocotea puberula* Benth & Hook e *Ocotea pretiosa* Nees pelo método de estaquia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 109p, 1984.

SIMAS, N.K.; LIMA, E. da C.; KUSTER, R.M.; LAGE, C.L.S.; OLIVEIRA FILHO, A.M. de. Potential use of *Piper nigrum* ethanol extract against pyrethroid-resistant *Aedes aegypti* larvae. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.40, n.4, p.405-407, 2007.

SOUZA, L.A.; ROSA, S.M. Estruturas de Reprodução de *Piper amalago* var. *medium* Linneaus (Piperaceae). **Acta Científica Venezuelana**, v.55, p.27-34, 2004.

TOMPSETT, P.B. Desiccation studies in relation to the storage of Araucaria seed. **Annals of Applied Biology**, v.105, p.581-586, 1984.

TRAJANO, V.N.; LIMA, E. de O.; SOUZA, E.L. de; TRAVASSOS, A.E.R. Propriedade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.3, p.542-545, 2009.

ZANETTE, F. **Propagação da pereira *Pirus comunis* var. *garber* por estaquia lenhosa**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia e Fitossanitarismo) Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 59p, 1995