UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL

ROBSON RANGEL FREIRE

Magister Scientiae

DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE MUDAS EM VIVEIROS REGISTRADOS E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA PIMENTEIRA-DO-REINO (*Piper nigrum* L.) NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

São Mateus, ES

Fevereiro de 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL

DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE MUDAS EM VIVEIROS REGISTRADOS E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA PIMENTEIRA-DO-REINO (*Piper nigrum* L.) NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

ROBSON RANGEL FREIRE

Magister Scientiae

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
Fevereiro de 2013

DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE MUDAS EM VIVEIROS REGISTRADOS E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA PIMENTEIRA-DO-REINO (*Piper nigrum* L.) NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

ROBSON RANGEL FREIRE

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:

Prof. Dr. Fábio Ribeiro Pires
Universidade Federal do Espírito Santo

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

Prof. Dr. José Carlos Lopes
Universidade Federal do Espírito Santo
(Co-orientador)

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

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Freire, Robson Rangel, 1974-
F866d Diagnóstico da produção de mudas em viveiros registrados e propagação vegetativa da pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) no Norte do Espírito Santo / Robson Rangel Freire. – 2013.
90 f. : il.

Orientador: Rodrigo Sobreira Alexandre.
Coorientadores: José Carlos Lopes, Edilson Romais Schmildt.
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Plantas - Propagação por estaquia. 2. Viveiros. 3. Lavoura. 4. Mudas. 5. Substratos. 6. Raízes (Botânica). I. Alexandre, Rodrigo Sobreira. II. Lopes, José Carlos. III. Schmildt, Edilson Romais. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. V. Título.

CDU: 63

Ao Senhor Nosso Deus, presente em todos os lugares por onde caminhamos, que me permitiu mais esta vitória. Dedico...

BIOGRAFIA

Nascido em 21 de Abril de 1974 em Vitória-ES, é filho de Alcebiades Simões Freire e Maria da Penha Rangel Freire, morou com os pais e irmãos (Fábio Luiz Rangel Freire e Rubson Rangel Freire) em Boa Vista, Cariacica/ES, até o ano de 2000 quando passou a morar em Vitória após se casar com Waleska Ribeiro Meireles Freire e esta união foi abençoada com o filho Pedro Meireles Freire. Graduou-se em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES (1997), especializou-se em Manejo Integrado de Pragas (Latu Sensu), pela UFES (1998). Atuou como professor na Escola Família Agrícola de Boa Esperança - ES (1997 a 1998) e Escola Família Agrícola de jaguaré – ES (2001 a 2003). Foi extensionista junto aos agricultores assentados no Norte do Espírito Santo, pela da FETAES e CCA-ES (1999 a 2000). Trabalhou como técnico no Departamento de Licenciamento Ambiental do Município da Serra/ES (2002/2003) e como Diretor do Departamento de Recursos Naturais do município da Serra/ES (2003/2004). Foi responsável técnico no controle de pragas quarentenárias em madeira e em grãos, prestando serviço através de empresa privada do ramo de controle de pragas (2004/2005). Desde 2006 é funcionário da Prefeitura Municipal de Vitória atuando como engenheiro agrônomo responsável pelo manejo da arborização urbana da cidade de Vitória/ES, lotado na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Vitória. Ingressou no Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical em nível de mestrado, pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES/CEUNES), em São Mateus-ES, submetendo-se à defesa e aprovação de dissertação em 26 de fevereiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida;

À minha esposa Waleska e meu filho Pedro pelo carinho, compreensão e apoio em todos os momentos;

Aos meus pais Alcebiades e Maria da Penha, irmãos Fabinho e Rubinho, e respectivas famílias pelo carinho e apoio sempre que precisei;

A todos os meus familiares incluindo minha sogra Teresa pelo apoio e atenção;

Aos amigos pela força e apoio moral;

Aos colegas do serviço, e as chefias Maura e Erika, pela compreensão nas horas difíceis;

Ao meu orientador Rodrigo Sobreira Alexandre, pela compreensão nas dificuldades e apoio incansável;

Aos amigos Fábio e Catherine e seus filhos Felipe e Rodrigo pelo acolhimento inestimável em seu lar;

Aos colegas do mestrado em especial Jamile, Poliana e Kristhiano, Helder e Joel. E os colegas da graduação André, Kleber e Lívia, pelo companheirismo, apoio e ajuda nos trabalhos;

Aos viveiristas que com muita atenção e boa vontade me acolheram e permitiram realizar esse trabalho;

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pelas informações prestadas;

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial o Centro Universitário Norte do Espírito Santo, pela oportunidade de realização do curso de mestrado;

Aos meus Co-orientadores Professor Edilson Romais Schmildt e José Carlos Lopes, pela disponibilidade e colaboração nos esclarecimentos das dúvidas e soluções de problemas;

Aos Professores do programa que me ajudaram a entender e vencer cada obstáculo, nas suas respectivas disciplinas;

Aos funcionários da secretaria do Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical, pela atenção e apoio prestado;

A Prefeitura Municipal de Vitória pela liberação, para que eu pudesse cursar o mestrado;

Ao amigo Ronaldo, pela cooperação na finalização do trabalho;

A Rafael A. Cazate pelo apoio, para o desenvolvimento dos experimentos;

A todos que de alguma maneira me apoiaram na conquista desta nova etapa.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL 1
2 REVISÃO DE LITERATURA 2
2.1. Descrição da espécie. 2
2.2. Histórico e importância econômica. 3
2.3. Propagação vegetativa. 5
2.3.1. Propagação vegetativa por estaquia. 6
2.3.2. Fatores que interferem na propagação por estaquia. 7
2.3.2.1. Potencial genético do material. 8
2.3.2.2. Fatores relacionados à planta matriz. 8
2.3.2.3. Uso de fitoreguladores. 10
2.3.2.4. Substratos 11
2.3.2.5. Características das estacas. 13
2.3.2.6. Ambiente de propagação 14
3 CAPÍTULOS 16
3.1. Diagnóstico da produção de mudas de pimenteira-do-reino em viveiros do Norte do Espírito Santo 17
Resumo 17
Abstract 18
Introdução 19
Material e métodos 19
Resultados e Discussão 20
Conclusões 34
Referências 34
3.2. Enraizamento adventício da pimenteira-do-reino na presença e ausência de auxina em substratos utilizados por viveiristas. 38
Resumo 38
Abstract 40
Introdução 41
Material e métodos 42
Resultados e Discussão 45
Conclusões 60
Referências 61
4. CONCLUSÕES GERAIS 65

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67
6. ANEXOS 73
ANEXO A 74
ANEXO B 75
ANEXO C 76
ANEXO D 77

RESUMO

FREIRE, ROBSON RANGEL. M. Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Fevereiro de 2013; **Diagnóstico da produção de mudas em viveiros registrados e propagação vegetativa da pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) no norte do Espírito Santo**. Orientador: Rodrigo Sobreira Alexandre, Co-orientadores: Edilson Romais Schmildt e José Carlos Lopes.

O cultivo da pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) para fins comerciais, no Espírito Santo, iniciou-se na década de 70, sendo hoje a cv. Bragantina a mais representativa nas lavouras capixabas. A pipericultura no Espirito Santo necessita urgente de estudos e pesquisas para continuar a ser destaque de produtividade, com tecnologias apropriadas para a região. Neste sentido a qualidade das plantas matrizes inicia-se com a produção de mudas de excelência. Apesar da experiência dos viveiristas da região em produzirem mudas por estaquia, as etapas deste processo devem ser muito bem inspecionadas para garantir o máximo de eficiência. O estudo teve como objetivo investigar o sistema de produção de mudas de pimenteira-do-reino e a qualidade dos substratos utilizados nos viveiros. Foi solicitado ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) a localização de viveiros em conformidade com a legislação pertinente, e mediante as informações prestadas foram realizadas visitas técnicas a 11 viveiros, registradas por meio de um questionário. Coletaram-se amostras dos substratos utilizados na produção de mudas. As respostas dos questionários foram tabeladas e transformadas em gráficos de frequência relativa para melhor contextualização da situação. Os mesmos substratos foram utilizados para montar um experimento

fatorial 11 (substratos) x 2 (presença e ausência de ácido-3-indolbutírico (AIB), visando avaliar o enraizamento de estacas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina, que foi conduzido em blocos ao acaso com quatro repetições de 16 estacas, na casa de vegetação localizada no Centro Universitário Norte do Espírito Santo, no município de São Mateus-ES. Constatou-se que não existe uniformidade na produção de mudas, na infraestrutura dos viveiros e nas técnicas utilizadas. As diferenças estão relacionadas à origem das plantas matrizes, ao material propagativo, e ao manejo durante o crescimento das mudas, ficando confirmada pelas análises, diferenças na composição química, física e biológica dos substratos, influenciadas, principalmente, pela diversidade da fonte de matéria orgânica e a utilização ou não de corretivos e adubações. Conclui-se que, apesar de todos os viveiros serem registrados no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM) e estarem em conformidade com as exigências legais em vigência, ainda é necessário pesquisar e estudar as divergências para que a produção de mudas de pimenteira-do-reino possa alcançar a excelência nos resultados. A qualidade do enraizamento de estacas de pimenteira-do-reino nos substratos utilizados pelos viveiristas, foi analisada estatisticamente por testes de médias (Tukey ou Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade), e constatou-se aumento significativo na porcentagem de enraizamento com a aplicação de ácido indolbutírico, e diferença significativa na qualidade do enraizamento entre os substratos.

Palavras-chave: Estaquia, viveiristas, substrato, lavoura, enraizamento e mudas.

ABSTRAT

FREIRE, ROBSON RANGEL. M. Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; February 2013; **Diagnosis of seedling production in nursery vegetative registered and propagation of the black pepper (*Piper nigrum* L.) in northern Espírito Santo**; Adviser: Rodrigo Sobreira Alexandre, Co-adviser: Edilson Romais Schmildt e José Carlos Lopes.

The cultivation of black pepper (*Piper nigrum* L.) for commercial purposes, in the State of Espírito Santo, began in the 70s, being the cv. Bragantina currently the most representative among crops in this State. The urge to keep its status in the cultivation of this specific kind of spice demands, urgently, further studies and therefore, thorough research using appropriate technologies for the region. In this sense the quality of mother plants begins with the production of seedlings of excellence. Despite the experience of the greenhouse workers in the region to produce nursery plants by cuttings, the steps in this process should be thoroughly inspected to ensure maximum efficiency. The study aimed to investigate the system of production of black pepper cuttings, including the efficiency of substrates used in the nurseries. It was requested to the Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) the location of nurseries in accordance with applicable law and based on the information provided technical visits were made to 11 nurseries, recorded through a questionnaire. Samples of the substrates used in the production of seedlings were collected. The responses from the questionnaires were tabulated and converted into

graphs of relative frequency for better contextualization of the situation, and the substrates were used to assemble a factorial experiment 11 (substrates) x 2 (presence or absence of 3-butyric acid (IBA)) aiming to evaluate the rooting of black pepper grow Bragantina conducted in randomized block design with four replications of 16 cuttings in a greenhouse located in the Centro Universitário Norte do Espírito Santo, in São Mateus-ES. It was found that there is no uniformity in seedling production, in the nurseries' infrastructure nor the techniques used. The differences are related to the origin of the parental plants, plant propagation, and management for seedling growth, ensuring, through analysis, the difference in chemical composition, physical and biological substrates of, mainly influenced by the diversity of the source of organic matter and the use or not of lime and fertilizers. It was concluded that, despite all the nurseries are registered at the Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM) and comply with the legal requirements in force, we still need to research and study the differences so that the production of black pepper cuttings can exceed its excellence in results. The quality of the rooting of black pepper on the substrates used by nurserymen, was statistically analyzed by multiple comparisons (Tukey or Scott-Knott in 5% level of probability), and it was found significant increase in the percentage of rooting with the use of IBA and also a reasonable difference in the quality of the rooting between substrates.

Keywords: Cuttings, nurserymen, substrate, crops, rooting and cuttings

1. INTRODUÇÃO GERAL

Entre as mais de 1000 espécies do gênero *Piper* pertencentes à família Piperaceae, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais a pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) destaca-se em importância econômica no mundo. Com enorme importância no agronegócio brasileiro gerando divisas internacionais principalmente para países das Américas e da Europa.

No Espírito Santo, a maioria das lavouras comerciais desta especiaria culinária utiliza mão-de-obra familiar e são encontradas no norte capixaba, ocupando área superior a 2.300 ha, sendo o município de São Mateus o que possui maior área com a pipericultura (IBGE, 2012).

Planta de hábito trepador necessita de tutores para viabilizar um crescimento ereto permitindo melhor manejo da cultura, técnica que eleva o preço de implantação da cultura, sugerindo assim que as mudas a serem plantadas sejam de qualidade superior, capazes de garantir boa produtividade da lavoura a ser formada por várias safras (CEDAGRO, 2012)

A estaquia é o método de propagação da pimenteira-do-reino mais utilizado no Brasil, no entanto segundo Abbasi et al. (2010), apesar desta técnica ser eficaz, necessita de cuidados especiais com a seleção de ramos livres de microorganismos fitopatogênicos como fungos, bactérias e vírus, que podem ser transmitidos para as mudas pelo material propagativo proveniente de plantas matrizes contaminadas de lavouras próprias ou de terceiros.

Outro fator preponderante na estaquia da pimenteira do reino é a baixa capacidade de enraizamento das estacas, necessitando do uso de reguladores de crescimento para induzir um enraizamento de melhor qualidade nas estacas.

Neste trabalho foram realizadas visitas técnicas aos viveiros de produção de mudas de pimenteira-do-reino, que estão legalmente em funcionamento no Norte do Espírito Santo, em que se analisou o sistema de produção de mudas em cada viveiro, e foi montado um experimento com os substratos por eles utilizados, para verificar a capacidade de enraizamento dos referidos substratos na ausência e presença do ácido-3-indolbutírico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Descrição da espécie.

A espécie *Piper nigrum* L., conhecida mundialmente por pimenta preta, e no Brasil como pimenta-do-reino, é uma das diversas espécies pertencentes à família Piperaceae, representada por quatro gêneros e cerca de 500 espécies (MAGEVSKI et al., 2011).

A pimenteira-do-reino é um arbusto perene, de hábito trepador, com parte aérea formada por ramos de crescimento (ortotrópicos), que crescem verticalmente ao sentido do solo e apresentam raízes adventícias em seus nós, que auxiliam na fixação da planta no tutor, e, ramos de produção (plagiotrópicos) que crescem no sentido paralelo ao solo. Suas folhas são alternadas, podendo ser cordiforme ou lanceolada, com vários tons de verdes, variando de acordo com a cultivar; as inflorescências possuem flores pequenas na maioria hermafroditas, que produzem frutos redondos, verdes quando imaturos e vermelhos quando maduros, é uma espécie originária da Índia, que se adaptou muito bem nas regiões quentes e úmidas do Brasil e no Espírito Santo, em altitudes inferiores a 600 m (SERRANO et al., 2006).

A espécie apresenta inúmeras cultivares dentre elas 51 foram catalogadas por Mathew et al. (2001), na Índia. No Brasil, as sete cultivares recomendadas para o plantio são: Apra (folhas largas, brotos jovens apresentam coloração violeta, espigas longas, contendo várias fileiras de frutos grandes, inflorescência 100% hermafroditas, quando cultivada em condições de sombreamento, 50% a 60%, apresenta maior produção); Bragantina (folhas largas, cordiformes, espigas muito longas, inflorescência com flores 100% hermafroditas, favorecendo o bom enchimento das espigas, frutos graúdos, brotos novos dos ramos de crescimento na cor verde clara); Cingapura (folhas pequenas e estreitas, espigas curtas, frutos de tamanho médio, brotos novos dos ramos de crescimento de cor roxa); Guajarina (folhas alongadas de tamanho médio, espigas longas, inflorescência com flores 90% hermafrodita, com bom enchimento de frutos nas espigas, frutos esféricos e graúdos, brotos novos dos ramos de crescimento de cor violeta); Iaçará-1 (folhas de tamanho médio e estreitas, espigas longas, inflorescência com flores predominantemente hermafrodita, com espigas de tamanho médio, repletas de frutos em condições ambientais favoráveis, sendo a casca do fruto espessa); Kottanadan-1 (folhas largas de tamanho médio, espigas de comprimento médio, inflorescência com flores predominantemente hermafroditas, com bom enchimento de frutos nas espigas, frutos esféricos e de tamanho médio, brotos novos dos ramos de crescimento de cor violeta); Kuthiravally (folhas largas e compridas, espigas longas com extremidade recurvada repleta de frutos graúdos, inflorescência com flores hermafroditas, brotos novos dos ramos de crescimento de cor violeta) (EMBRAPA, 2013).

2.2. Histórico e importância econômica.

A pimenta-do-reino era um dos bens mais procurados pelos nobres europeus, chegando a ser utilizada como moeda até mesmo no pagamento de impostos, o que motivava muitos estudiosos da época a tentar descobrir o caminho das Índias, culminando em grandes viagens que ultrapassavam fronteiras oceânicas (ALUMIAR, 2013).

No século 17, os portugueses trouxeram a pimenteira-do-reino para o Brasil, ficando o seu cultivo, mesmo que rudimentar, restrito aos estados do litoral brasileiro, com uma cultivar de folhas largas, de cor verde-escura que produzia espigas curtas e falhadas, semelhantes às cvs. Balankota ou Kaluvally, porém até hoje pode-se encontrar nos estados litorâneos, como o Espírito Santo, Ceará e Paraíba, remanescentes da pimenteira-da-terra, nome dado àquela cultivar trazida pelos portugueses. Contudo, apenas em 1933 que os imigrantes japoneses introduziram a cv. Cingapura (ecotipo de Kuching), proporcionando o cultivo intensivo da pimenteira-do-reino, no Brasil, como era praticado na Malásia. Somente na década de 50 que o Brasil tornou-se auto suficiente na produção de pimenta-do-reino, pois o sucesso dos pipericultores de Tomé Açu, no estado do Pará, incentivou a implantação de lavouras comerciais em municípios de outros estados como o Pará, Espírito Santo, Bahia, Maranhão, Ceará e Paraíba (EMBRAPA, 2013).

Os primeiros registros da pipericultura no Espírito Santo, com outra cultivar, que não a pimenteira-da-terra, são da década de 70, chegando a ocupar 600 ha em municípios do Norte em 1979, com a cv. Cingapura-BR-19, e apenas em 1982 foram introduzidas, pela então Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA), hoje Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), as cvs. Bragantina-BR-361 (Panniyur-1), Guajarina-BR-353 (Arkulam muda), Djambi, Belantung, Trang, Balankotta, Kaluvally e Kudaravali. Não havendo registro da introdução das cvs. Iacará e Kottanadan, no Espírito Santo (MILANEZ & VENTURA, 1987).

Na atualidade as cultivares comercialmente mais produzidas no Espirito Santo são, a Cingapura-BRA-19, Iaçará, Guajarina e Bragantina-BRA-124, com destaque para a última, que ocupa praticamente mais de 80% das lavouras capixabas, apesar de também ser susceptível às doenças como a fusariose, mal que reduz o ciclo produtivo da pimenteira-do-reino de 15 para apenas 8 anos. Na região de São Mateus/ES, adaptou-se muito bem, apresentando melhor produtividade e relação peso/volume, quando comparada às outras, além da necessidade de menos mão-de-obra na colheita (CEDAGRO, 2012).

2.3. Propagação vegetativa.

Dentre as técnicas de propagação vegetativa destaca-se a alporquia, enxertia e estaquia, onde a principal vantagem destes métodos é a manutenção das características genéticas das plantas matrizes e consequentemente a uniformidade da lavoura e precocidade de produção (HARTMANN et al., 2002).

Existem registros de que espécies do gênero *Piper* já foram propagadas por caules, brotações, fragmentos de caule entre outras técnicas (GREIG, 1991), e que mais de 40% de espécies de Piper já foram propagadas vegetativamente na floresta tropical de La Selva, Costa Rica (GARTNER, 1989).

Em *Piper amalago*, por exemplo, foi realizada propagação vegetativa por raízes adventícias de ramos plagiotrópicos, que eram originados a partir da base da planta (SOUZA et al., 2009).

Porém a espécie *Piper nigrum* pode ser propagada por sementes e por estacas, sendo que para a utilização das mudas em lavouras comerciais o ideal seria a estaquia, por iniciar a produção mais cedo e manter as características da planta matriz (LEITE & INFORZATO, 1966).

A propagação vegetativa de plantas aromáticas é de grande interesse, pois mantém as características genéticas da planta matriz proporcionando maior estabilidade na composição do óleo essencial (GOMES et al., 2002).

No caso de espécies nativas, a propagação vegetativa torna-se importante também devido a pouca informação sobre as condições necessárias para propagação sexuada, dificuldade de obtenção de sementes, além de acelerar o processo de desenvolvimento da planta (BORTOLINI et al., 2007).

Para fruteiras tropicais perenes Souza & Araújo (1999) recomendam a propagação vegetativa para a multiplicação comercial, especialmente daquelas de polinização cruzada, visando transmitir todo o patrimônio genético das plantas matrizes para as mudas que se formarão, além de aumentar a precocidade e a uniformidade fenotípica dos pomares. Indicação confirmada por Araújo & Castro Neto (2002) para multiplicação de todos os genótipos de espécies perenes com características produtivas desejáveis.

2.3.1. Propagação vegetativa por estaquia.

A estaquia é um processo baseado na teoria da totipotência, que apresenta o princípio de que todas as células vivas têm a capacidade de reproduzir um organismo inteiro, desde que possuam condições adequadas e informações genéticas necessárias para ocorrerem às transformações morfogenéticas, originando órgãos ou tecidos vegetais (HEBERLE, 2010). O processo ocorre por mecanismos de divisão e diferenciação celular, possibilitando a regeneração de raízes, ramos, folhas, calos e embriões (HARTMANN et al., 2002).

A estaquia é o método mais praticado na propagação da pimenteira-do-reino (SERRANO et al., 2006). Este processo induz na pimenteira-do-reino uma frutificação precoce e uniforme, enquanto a propagação seminífera produz plantas de crescimento e frutificação irregulares e tardios, sendo a produtividade muito baixa, uma vez que muitas variedades são dioicas (MILANEZ & VENTURA, 1987).

Existem vários trabalhos que relatam a estaquia como método de propagação de Piperaceaes, como *Piper nigrum* L. (PIMENTEL & LODI, 1994; THANKAMAN et al., 2008, SECUNDINO, 2012); *Piper hispidinervium* (OLIVEIRA & LUNZ, 1986); *Piper aduncum* (DOUSSEU et al., 2009).

A estaquia é um dos métodos utilizados para a clonagem de plantas perenes, pois possibilita a multiplicação de árvores adultas com características superiores (THORPE et al., 1991). Permite a produção de mudas com menor variabilidade genética, favorecendo a formação de povoamentos mais uniformes e de alta produtividade (XAVIER & SANTOS, 2002).

A técnica de estaquia na produção de mudas vem sendo utilizada cada vez com mais frequência para clonagem de plantas lenhosas, pois quando a espécie apresenta alguma restrição à propagação seminífera, a técnica da estaquia pode garantir sua disseminação assegurando vários benefícios, inclusive antecipar o período de florescimento (GRATIERI-SOSSELLA et al., 2008).

Porém, nem todas as plantas têm viabilidade de serem propagadas por estaquia, pois dependem da capacidade de desenvolvimento de raízes, da qualidade do sistema radicular desenvolvido, da adaptação e desempenho do sistema radicular na formação da lavoura (NEVES et al., 2006).

2.3.2. Fatores que interferem na propagação por estaquia.

Muitos fatores interferem na propagação de espécies vegetais por estaquia, principalmente o balanço hormonal e o potencial genético do material (PASQUAL et al., 2001). As hipóteses que podem explicar o difícil enraizamento de estacas seriam: o fato das estacas não possuírem os fatores de enraizamento necessários e em quantidades suficientes; ou devido as altas concentrações de inibidores, que de alguma maneira anulam o efeito de substâncias que promoveriam o enraizamento das estacas (HERRERA et al., 2004).

Substâncias e compostos produzidos nas folhas e acumulados nas zonas de regeneração das raízes como os carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas e compostos fenólicos estão entre os principais fatores internos que afetam o enraizamento das estacas (BASTOS, 2004).

Ainda que a auxina tenha papel importante na iniciação radicular, outras substâncias mostram-se também fundamentais, destacando-se os carboidratos, que são fontes de energia e carbono para a iniciação de raízes adventícias (BREEN, 1985). Os carboidratos atuam como fonte de carbono e energia para a auxina desencadear o processo de biossíntese dos ácidos nucleicos e proteínas necessários à formação das raízes (PIO et al., 2004).

São vários fatores que afetam o enraizamento das estacas, principalmente a variabilidade genética, tipo de estaca, substratos e o teor de auxinas (NACHTIGAL, 1995).

Os fatores que interferem no enraizamento de estacas de plantas matrizes podem ser intrínsecos, que são aqueles relacionados à própria espécie, clone, idade e origem, posição da estaca e o estádio fisiológico no momento da coleta do material propagativo. Quanto aos fatores extrínsecos destacam-se o manejo agronômico antes da retirada do material propagativo, tipo de substrato utilizado para na produção da muda, utilização de fitoreguladores nas estacas, condições de umidade e temperatura no ambiente que está sendo realizada a propagação (HERRERA et al., 2004).

2.3.2.1. Potencial genético do material.

A pimenteira-do-reino apresenta dificuldade no enraizamento de suas estacas (MILANEZ & VENTURA, 1987). No enraizamento de estacas de diferentes cultivares da pimenteira-do-reino, foi verificado diferença estatística na massa seca do sistema radicular das cvs. Guajariana (2,12 g), Iaçará (1,42 g) e Cingapura (0,56 g), sob as mesmas condições de tratamento, inclusive com o uso de AIB (2,0 g kg^{-1}) após 120 dias da repicagem, evidenciando a especificidade de cada cultivar dentro da mesma espécie (SERRANO et al., 2012).

Na propagação vegetativa de cultivares de pimenteira-do-reino, sob um mesmo tratamento verificam-se diferenças entre os enraizamentos por cultivar, pois 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 cm^3 para as cvs. Bragantina, Iaçará e Guajarina, respectivamente, sendo essa diferença atribuída a possibilidade de divergência genética entre as plantas de genótipos distintos da *Piper nigrum* (SECUNDINO, 2012).

O potencial genético de cada espécie interfere na possibilidade de sua propagação por estaquia, a exemplo da *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg. que apresenta dificuldade no enraizamento de estacas (SCAPARE et al., 2002). Enquanto outras como a espécie invasora *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth possui facilidade em propagar-se vegetativamente por estaquia (BIONDI et al., 2008).

Em relação à goiabeira, verificaram que estacas retiradas de plantas que produziam frutos vermelhos apresentavam enraizamento superior, quando comparadas com as de polpa branca (TAVARES et al., 1995). Foi verificado também diferença significativa no número de raízes por estaca em dois clones distintos de umezeiro (MAYER et al., 2002).

2.3.2.2. Fatores relacionados à planta matriz.

Dependendo da época de coleta, a resposta ao enraizamento pode ser variável, sendo os melhores resultados, obtidos no início da estação de crescimento

(GOODE JUNIOR & LANE, 1983). Os mesmos autores verificaram que a consistência dos ramos também afeta o enraizamento, que é prejudicado quando se utilizam as partes apicais muito tenras ou as porções basais com maturidade avançada. Os tecidos tenros podem desidratar com facilidade e considerando que ainda não apresentam raízes, as perdas de água podem influenciar negativamente na emissão de raízes. Por isto, ambientes com alta umidade relativa do ar podem ajudar na manutenção da hidratação destes tecidos. Como exemplo, a propagação por estacas herbáceas em câmara de nebulização apresenta sucesso para várias espécies de frutíferas (MAYER et.al., 2002).

Para a retirada de estacas de pimenteira-do-reino, recomenda-se que seja após o período das chuvas e de preferência um pouco antes do florescimento (MILANEZ & VENTURA, 1987).

Analisando o enraizamento de estacas de pimenteira-do-reino cv. Balancotta, Leite & Inforzato (1966) verificaram que 70 a 80% das estacas enraizadas em todos os tratamentos eram lenhosas, confirmando que as estacas mais próximas da base enraízam com mais facilidade que as do ápice.

O enraizamento das estacas semilenhosas apicais de *Vitis rotundifolia* cv. Dixie foi menos eficiente do que as medianas e basais (CASTRO et al., 1994).

Em estudo com diferentes tipos de estacas na propagação vegetativa da goiabeira serrana (*Acca sellowiana* Berg), concluíram que estacas lenhosas retiradas da parte basal de ramos tendem a apresentar maior percentual de sobrevivência do que as das porções mediana e apical, e estacas herbáceas com 12 cm de comprimento apresentaram maiores percentuais de sobrevivência que as estacas com 18 cm (FRAZON et al., 2004).

Outro fator é a época do ano, pois no outono, os dias curtos e as temperaturas baixas influenciam negativamente no processo fotossintético das plantas. Na época de inverno, os dias curtos e baixas temperaturas alteram processos fisiológicos, como a fotossíntese e translocação de compostos das árvores matrizes, possivelmente dificultando o enraizamento de estacas (NEVES et al., 2006).

No enraizamento de estacas de goiabeira coletadas a partir da primavera até o verão, verificaram-se baixos níveis de triptofano nas estacas, o que pode ser explicado por este aminoácido ter sido convertido em ácido indolacético (AIA) e utilizado pelas plantas para o seu desenvolvimento (DUTRA et al., 2002).

O enraizamento de estacas herbáceas de *P. jaboticaba* somente foi verificado quando se utilizou concentrações de 6000 mg L^{-1} de AIB, porém em estacas lenhosas praticamente não ocorreu enraizamento independente da técnica do estiolamento ou do uso de AIB (SCAPARE et al., 2002).

2.3.2.3. Uso de fitoreguladores.

Para ocorrer o enraizamento é necessário que haja equilíbrio adequado entre auxinas, giberelinas e citocininas na estaca, caso contrário a sua falta pode ser um possível fator para a dificuldade no processo de enraizamento (PASSO, 2009).

O ácido indolbutírico (AIB) é a auxina mais utilizada no enraizamento de estacas. Porém, a concentração ótima para o enraizamento é variável entre espécies, e quando excede a concentração ótima, pode ocorrer efeito inibitório (CARPENTER, 1992). A vantagem é que se trata de uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível a degradação biológica, em comparação com as demais auxinas sintéticas (BASTOS et al., 2006).

A utilização de AIB (2000; 4000; 6000; 8000 mg kg^{-1}) não favoreceu a formação de mudas por estaquia de espécies silvestres do gênero *Piper*, ao contrário, prejudicou o número de folhas em relação às estacas que não foram tratadas com a auxina (MAGESVKI et al., 2011). Porém, em relação ao enraizamento, as espécies comportaram-se diferentemente, para a *Piper amplum* é indicado a concentração de 3000 mg kg^{-1} de AIB, enquanto para a *Piper arboreum*, ocorreu comportamento linear e positivo com o aumento nas concentrações de AIB (MAGESVKI, 2012). Situação semelhante ocorreu na propagação por estaquia da planta joão-brandinho (*Piper* sp.), também uma espécie nativa, porém da região Amazônica, na qual o uso do AIB (0; 1000; 2000; 3000; 4000 e 5000 mg L^{-1}) melhorou de maneira positiva e linear o número de estacas enraizadas de acordo com as concentrações crescentes (SILVA et al., 2004).

No estudo do enraizamento das cvs Bragantina, Iaçará e Guajarina de pimenteira-do-reino, utilizou-se cinco concentrações de AIB (0, 1500, 3000, 4500 e 6000 mg kg^{-1}) e verificou-se que a menor concentração aplicada de AIB (1500 mg kg^{-1}) resultou em altos valores de enraizamento total para as cvs. Bragantina (89%),

Iaçará (98,4%) e Guajarina (98,4%), em detrimento à falta do uso de AIB, em que as porcentagens de enraizamento foram bem inferiores, com 12% para Bragantina, 56% para Iaçará e 42% para Guajarina (SECUNDINO, 2012).

Estudando a produção de mudas de pimenteira-do-reino, após 120 dias do transplantio das estacas enraizadas para as sacolas, foi obtida média de massa seca total do sistema radicular de 1,37 g por muda, utilizando-se 2,0 g kg^{-1} de AIB (SERRANO et al., 2012). Porém, com a utilização de 50 mg L^{-1} dos ácidos alfa-naftalenoacético e beta-indolacético nas estacas de pimenteira-do-reino não verificaram aumento significativo na porcentagem de enraizamento das estacas em comparação com a testemunha (LEITE & INFORZATO, 1966). Diante do exposto, verifica-se que no caso da pimenteira-do-reino o tipo de fitoregulador e a concentração são muito importantes na promoção do enraizamento.

Em outras espécies, como em cajazeira, o AIB também interfere no enraizamento de estacas retiradas na fase final do repouso vegetativo e tratadas com ácido indolbutírico (0, 500, 1000, 1500, e 2000 mg L^{-1}), que utilizando ramos apicais obtiveram médias de enraizamento de 8,3% (0 mg L^{-1} de IBA) a 25% (1000 mg L^{-1} de IBA) (SOUZA & LIMA, 2005).

O tratamento de estacas de *Laurus nobilis* L. com AIB 50 mg L^{-1} e adição de boro, não foi o que proporcionou a maior porcentagem de estacas enraizadas (39,85%), mas foi aquele que possibilitou alta formação de raízes por estaca (10,2) com maior comprimento médio (46,57 mm), características que as mudas devem apresentar para melhor condição de sobreviverem no campo, podendo formar plantas mais produtivas, resistentes a pragas e doenças, bem como a deficiência hídrica (HERRERA et al., 2004).

Avaliando o enraizamento de estacas lenhosas de umbuzeiro submetidas a diferentes concentrações de AIB e ANA (0; 500; 750; 1000; 1250 e 1500 mg L^{-1}), não foi verificado bons resultados na aplicação de ANA, porém o AIB apresentou melhores resultados com as concentrações de 1000 e 1500 mg L^{-1} (GALVÃO, 1985).

2.3.2.4. Substratos

O substrato ideal para o enraizamento é aquele que permite boa aeração, elevada capacidade de retenção de água e, ao mesmo tempo, boa drenagem e que seja livre de patógenos (HARTMANN et al., 2002).

Estudando a propagação de espécies do gênero *Piper*, com potencial de uso como porta-enxerto para a pimenteira-do-reino optou-se pela utilização do substrato comercial Bioplant®, em recipientes de 300 mL (MAGESVKI et al., 2011). No entanto, foi utilizado substrato comercial Plantmax HT®, composto por casca de pinus moída e vermiculita na propagação por estaquia das cvs. Cingapura, Guajarina e Iaçará, e concluíram que o referido substrato pode ser usado na propagação das cultivares de pimenteira-do-reino acima mencionadas (SERRANO et al., 2012).

O substrato constituído de solo, esterco bovino, substrato comercial e vermiculita (3:1:1:1), mostrou-se mais eficiente que o substrato areia fina ou solo, na propagação vegetativa da espécie *Pothomorphe umbellata,* que também é uma Piperaceae (MATTANA et al., 2009).

A propagação por estaquia da espécie *Piper mikanianum*, num substrato formado de areia possibilitou 63,63% de sobrevivência, quando usado 1000 mg L^1 de AIB, enquanto com a adição de vermiculita ao substrato, o índice de sobrevivência de 63,63% só foi possível com o uso de 1500 mg L^1 de AIB (PESCADOR et al., 2007). Os mesmos autores verificaram que as estacas cultivadas em vermiculita formaram maior número de folhas, raízes e brotações do que na areia, provavelmente devido à boa retenção de água e ótimo espaço de aeração. A vermiculita também foi recomendada como substrato na estaquia das cvs Bragantina, Iaçará e Guajarina da espécie *Piper nigrum* L., para avaliar os respectivos comportamentos rizogênicos, pois apresentou melhor desempenho que os substratos solo + composto orgânico, Bioplant® e casca de arroz semi-carbonizada, sendo esse último substrato não recomendado para a propagação dessas cultivares (SECUNDINO, 2012).

Outros substratos são utilizados também para favorecer a propagação vegetativa de espécies como a casca de arroz carbonizada, que proporcionou melhor porcentagem de estacas enraizadas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, que a vermiculita, provavelmente devido à baixa densidade e capacidade de retenção de umidade da palha de arroz carbonizada, além da boa aeração (PIMENTA et al., 2005). No entanto, em relação ao enraizamento da goiabeira cv. Paluma, não

verificaram diferença significativa em relação aos dois substratos (ZIETEMANN & ROBERTO, 2007).

Para propagação por estaquia das goiabeiras cvs. Paluma e Século XXI, foi recomendado a utilização do substrato a base da mistura de solo (Latossolo) + areia + matéria orgânica (esterco de curral) (3:1:1) e o Plantimax®, como os mais indicados em relação aos substratos a base de solo puro (Latossolo) e de fibra de coco (ZIETEMANN & ROBERTO, 2007).

2.3.2.5. Características das estacas.

Para a propagação de pimenteira-do-reino, Milanez & Ventura (1987) recomendaram o uso de estacas herbáceas, de 1 a 2 nós, de diâmetro entre 0,5 e 1,0 cm, deixando uma folha no nó superior. Na propagação de espécies nativas do gênero *Piper* (*Piper arboreum, Piper amplum* e *Piper* sp), foram utilizadas estacas de ramos ortotrópicos de aproximadamente 10 cm, padronizadas com um nó (MAGESVKI et al., 2011).

Para obter um bom enraizamento na propagação da espécie *Pothomorphe umbellata,* que também é uma Piperaceae, recomendam-se utilizar estacas com um nó (MATTANA et al., 2009).

Na propagação por estaquia da planta joão-brandinho (*Piper* sp.), foram utilizadas estacas lenhosas, padronizados em 12 cm de comprimento, deixando-se um internódio por estaca e sem a presença de folhas terminais (SILVA et al., 2004). Características semelhantes quanto às estacas foram verificadas na propagação por estaquia da espécie *Piper mikanianum,* da qual foram retiradas estacas de 12 ± 3 cm de comprimento da porção mediana da planta matriz de um metro de altura em média (PESCADOR et al., 2007).

Para análise do comportamento rizogênico de *P. nigrum* L. com as cvs. Bragantina, Iaçará e Guajarina foram utilizadas estacas com dois nós e uma folha, que tiveram sua base cortada em bisel simples (SECUNDINO, 2012).

O número de folhas deixadas na estaca interfere no enraizamento, no número de raízes e na massa fresca de estacas juvenis e adultas de oliveira (PORLINGIS & THERIOS, 1976). A presença de folhas é muito importante, porque

além do processo de fotossíntese e a produção de carboidratos as mesmas constituem em fonte de auxina (HARTMANN et al., 2002).

A permanência da folha na estaca para algumas espécies é muito importante, a exemplo na produção de mudas das cvs. Topsail e Magnolia de *V. rotundifolia*, onde foi concluído que a propagação vegetativa por estaquia pode ser realizada com ramos semilenhosos deixando-se uma folha e sem o uso de auxinas (BIASI & BOSZCZOWSKI, 2005).

Outro fator importante é o diâmetro da estaca. Em estudo da propagação vegetativa de *Platanus acerifolia* (Ailton) Willdenow verificaram que as estacas de maior espessura apresentaram melhores condições para o enraizamento (DIAS et al., 1999). Em relação à propagação vegetativa de *Manihot glaziovii* Muell. Arg., é recomendado utilizar estacas com diâmetro maior que um centímetro, pois mostraram-se mais eficientes na emissão de raízes adventícias (FERREIRA et al., 2010).

O tamanho da estaca também interfere no êxito da propagação, como exemplo, na produção de mudas do umezeiro verificou-se que estacas herbáceas com 12 cm apresentam resultados satisfatórios, permitindo maior rendimento de estacas por planta matriz em relação às estacas de 25 cm (MAYER et al., 2002).

2.3.2.6. Ambiente de propagação.

Quanto ao ambiente de propagação, a temperatura do ar adequada ao enraizamento de estacas está entre 21 a 27 °C diurna e próxima aos 15 °C noturna (HARTMANN et al., 2002). Altas temperaturas podem promover a formação de brotações antes que ocorra o enraizamento, ocasionando aumento da perda de água e prejudicando a formação de raízes adventícias (BASTOS, 2006).

Na propagação das cvs. Cingapura, Iaçará e Guajarina, para avaliar o uso de adubo de liberação lenta, foi realizado um estudo em casa de vegetação com irrigação controlada (SERRANO et al., 2012). Porém para a propagação de espécies nativas do gênero *Piper* foi utilizado estufa agrícola com irrigação intermitente regulada a 30 ºC e 75% UR (MAGESVKI et al., 2011). O mesmo ambiente foi

utilizado para avaliar o comportamento rizogênico de cultivares de *Piper nigrum,* na aplicação de diferentes concentrações de AIB (SECUNDINO, 2012).

Na propagação por estaquia da planta joão-brandinho (*Piper* sp.), as bandejas com as estacas foram colocadas para enraizar em casa de vegetação coberta com sombrite de 50% de retenção de luminosidade e irrigação intermitente por nebulização, por 60 dias (SILVA et al., 2004).

Em outras espécies vegetais o ambiente também é importante na propagação vegetativa, como na propagação da pereira cv. Limeira em que o melhor enraizamento e número de raízes foram obtidos em estacas tratadas com AIB (4000 mg L^{-1}) e mantidas em estufa tipo BOD sem tela (BARBOSA et al., 2007).

3 CAPÍTULOS

3.1. Diagnóstico da produção de mudas de pimenteira-do-reino em viveiros do Norte do Espírito Santo

Resumo

Com o objetivo de diagnosticar o sistema de produção de mudas de pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.), no Norte do Espírito Santo, foi solicitado ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), a localização de viveiros em conformidade com a legislação pertinente e, com as informações prestadas, foram realizadas visitas técnicas registradas por meio de questionário. As respostas foram tabeladas e transformadas em gráficos de frequência relativa para melhor contextualizar a situação. Constatou-se que não existe uniformidade na produção de mudas, na infraestrutura dos viveiros e nas técnicas utilizadas. As maiores diferenças estão relacionadas à origem do material propagativo e à composição dos substratos. Conclui-se que, apesar de todos os viveiros posuírem o Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM) e estarem em conformidade com as exigências legais, ainda é necessário unir informações e estudar as divergências para que a produção de mudas de pimenteira-do-reino tenha parâmetros técnicos consistentes.

Palavras-chave: *Piper nigrum* L, estaquia, mudas, viveiristas.

Abstract

Aiming to investigate the system of production of black pepper cuttings (*Piper nigrum* L.), in the north of Espírito Santo, it was requested to the Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), the location of nurseries in accordance with applicable law and with the information provided, technical visits were made being embodied through a questionnaire. The responses were tabulated and converted into graphs of relative frequency to better contextualize the situation. It was found that there is no uniformity in seedling production in nurseries' infrastructure nor the techniques used. The biggest differences are related to the origin of propagation material and the composition of the substrates. It is concluded that, despite all the nurseries are registered on the Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM) and comply with all legal requirements, it is still necessary to garner information and study the differences so that the production of seedlings of black pepper can have consistent technical parameters.
Key words: *Piper nigrum* L, cuttings, seedling, nurserymen

Introdução

No Brasil, os principais estados produtores de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.),, além do Pará, são o Espírito Santo, Maranhão, Paraíba, Ceará, Amapá, Bahia e Minas Gerais. Os primeiros registros da pipericultura no Espirito Santo são da década de 70 chegando a ocupar 600 ha em municípios do Norte em 1979 (MILANEZ & VENTURA, 1987). Apesar de ter se passado quase meio século da introdução da pimenteira-do-reino com fins comerciais no estado, poucos são os trabalhos que visam o desenvolvimento da pipericultura capixaba.

O valor da produção somou R$ 38,6 milhões em 2010 (aumento de 20,6% em relação a 2009), e correspondeu a 1,2% do total da produção de produtos do estado, com destaque nacional para o município de São Mateus-ES, como o 1º no ranking, com 5.600 toneladas produzidas e Jaguaré como o 19º, com 690 toneladas produzidas. O município de Pinheiros-ES destacou-se pelo rendimento médio com 4.333 kg ha^{-1}, quase o dobro da média nacional de 2.241 kg ha^{-1} (SINDICATO RURAL DE JÁGUARÉ, 2012).

Boas condições climáticas, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano, aliada ao manejo adequado da lavoura são os principais fatores determinantes para que a produção da pimenteira-do-reino em algumas lavouras do Norte capixaba seja cada vez maior, chegando a 4 kg de pimenta seca por planta.

Portanto, verifica-se que a pipericultura no Espirito Santo necessita de estudos e pesquisas para continuar a ser destaque de produtividade, com tecnologias apropriadas para a região. Neste sentido, o presente trabalho busca diagnosticar a situação da produção de mudas de pimenteira-do-reino nos viveiros registrados no RENASEM no estado do Espírito Santo.

Material e métodos

Foi realizado junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) uma consulta para verificar quantos eram e onde estavam localizados os viveiros de produção de mudas de pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.), com

inscrição no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM). De acordo com o MAPA, existem 11 viveiros registrados, sendo dois no município de Rio Bananal, dois em Jaguaré, um em Vila Valério e seis em São Mateus, todos na região Norte do Espírito Santo.

Após a realização de pesquisas em documentos técnicos relacionados à produção de mudas de várias plantas, para entender o que de fato era relevante no manejo dos viveiros, desde a coleta de propágulos até o sistema de sombreamento das mudas, preparou-se um formulário (ANEXO A), que abrangia 10 temas principais englobados em 23 perguntas abertas e fechadas, aplicado na forma de entrevista com os viveiristas durante as visitas. De acordo com as perguntas foram confeccionados gráficos de freqüência relativa para melhor visualização e discussão dos resultados.

Resultados e discussão

Na região Norte do Espírito Santo há ocorrência de plantios de inúmeras cultivares de pimenteira-do-reino sendo a Pimenta da Terra a primeira a ser cultivada em terras capixabas, havendo registro de que somente no início da década de 70 é que começou o plantio da cv. Cingapura-BR-19. Apenas em 1982 foram introduzidas, pela então Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA), hoje Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), as cvs. Bragantina-BR-361 (Panniyur-1), Guajarina-BR-353 (Arkulam Muda), Djambi, Belantung, Trang, Balankotta, Kalluvali e Kudaravali (MILANEZ & VENTURA, 1987). Não foram encontrados registros da época da introdução das cvs. Iaçará e Kottanadan no estado.

Atualmente, as cultivares de pimenteira-do-reino mais encontradas no Espirito Santo, são a Bragantina, Guajarina, Iaçará e Cingapura, sendo que a Bragantina é a mais cultivada nas lavouras comerciais principalmente por apresentar espigas longas, com comprimento médio de 14 cm, flores 100% hermafroditas, o que favorece o bom enchimento das espigas, com frutos graúdos, apresentando boa relação volume e peso do grão; além disso, é unânime entre os agricultores a afirmação de que as espigas são colhidas com maior facilidade em relação às outras

cultivares, reduzindo a necessidade de mão-de-obra. Assim, a preferência dos pipericultores confirma a distribuição encontrada na Figura 1, em que 100% dos viveiros produzem mudas da cv. Bragantina.

No entanto, nas visitas aos viveiros verificaram-se também em um viveiro, mudas da cv. Guajarina que se tratava de encomenda exclusiva de um produtor. E, em outro viveiro foram encontradas mudas da cv. Kottanadan, que o viveirista tinha algumas plantas em sua lavoura, e resolveu propagar a cultivar.

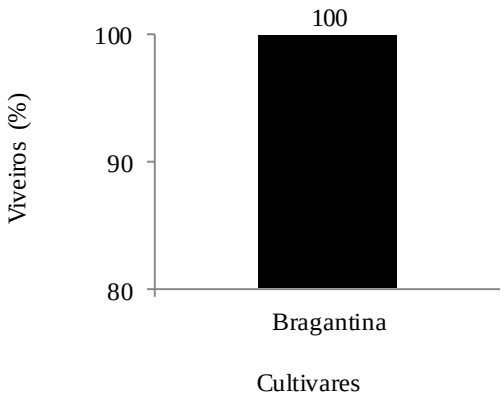


Figura 1. Distribuição de freqüência relativa (%) de cultivares da pimenteira-do-reino propagadas vegetativamente em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

Essa informação gera uma preocupação com o destino da pipericultura no Norte capixaba, pois a homogeneidade genética das plantas cultivadas facilita a disseminação de doenças como a nematose, fusariose e viroses, que tem cada vez mais reduzido o ciclo produtivo das lavouras no Brasil, passando de 30 para menos de 10 anos de produção, culminando com aumento no custo de produção.

A propagação vegetativa da pimenteira-do-reino por estaquia é a mais praticada no Brasil, sendo a única realizada nos viveiros de produção de mudas no Espírito Santo. Porém, é necessário tomar todos os cuidados fitossanitários, pois as estacas utilizadas na propagação são fontes potenciais na transmissão dos patógenos causadores de fusariose e viroses, doenças responsáveis pela decadência nas lavouras capixabas.

As estacas utilizadas para a produção de mudas de pimenteira-do-reino não são retiradas exclusivamente de jardins clonais (Figura 2).

Verifica-se que a maior parte dos viveiros, ou seja, 45,45% produzem mudas de estacas provenientes de lavouras próprias + lavoura de terceiros, 27,27% de

jardim clonal próprio + lavoura própria + lavoura de terceiros, 18,18% de jardim clonal próprio + lavoura própria e 9,10% de lavoura de terceiros (Figura 2).

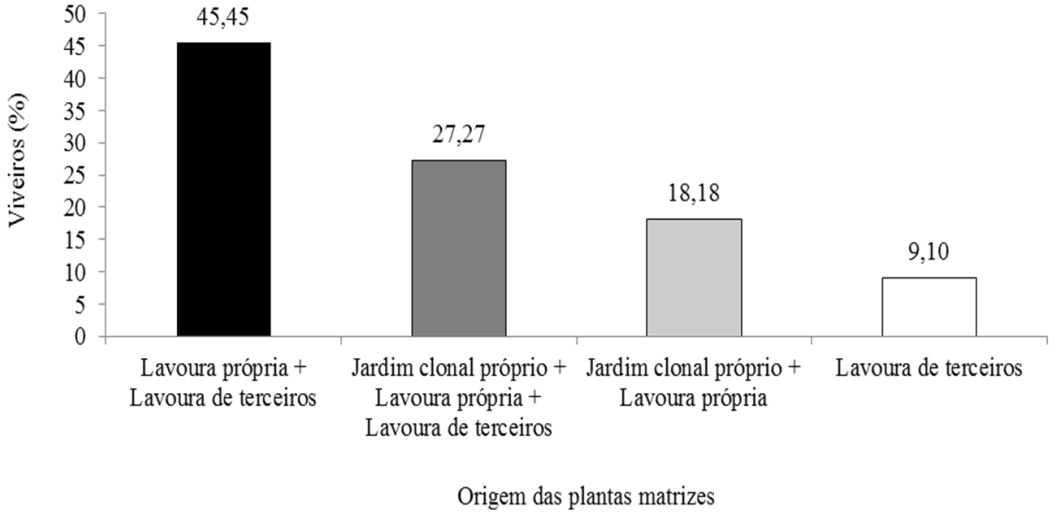


Figura 2. Distribuição de freqüência relativa (%) da origem de plantas matrizes fornecedoras de estacas para o processo de propagação vegetativa da pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

A coleta de material propagativo deve ser realizada com o máximo de cuidados, principalmente quando as estacas são provenientes de lavouras desprotegidas e assim favoráveis ao ataque de afídeos transmissores da doença. Elas podem apresentar-se infectadas por viroses, pois no período de latência do vírus a planta não possui sintomas, e mesmo com sintomas, elas se desenvolvem normalmente. Ao retirar material vegetal dessas plantas para produção de mudas, transmite-se o vírus e só são verificados os sintomas quando as plantas estão em desenvolvimento no campo.

A preferência dos viveiristas é por lavouras jovens, que ainda não cobriram toda a estaca, ou no máximo com três anos de idade, pois, segundo eles, as plantas se apresentam mais vigorosas e o material propagativo proveniente dessas plantas formam mudas de melhor qualidade. Entretanto, não há a garantia do potencial produtivo das matrizes, principalmente porque as plantas jovens, sem uma pré-seleção, ainda não são capazes de apresentar fenotipicamente sua carga genética para produzir frutos. Milanez & Ventura (1987) recomendavam a seleção de matrizes com idade entre dois a quatro anos, sadias, vigorosas e produtivas, confirmando a

necessidade básica de selecionar de maneira muito criteriosa, as plantas que serão as progenitoras de clones que formarão uma nova lavoura.

Para implantar jardins clonais são utilizadas mudas produzidas no próprio viveiro, a partir de matrizes de lavouras próprias ou de terceiros, podendo acarretar os mesmos problemas. Nesse sentido, a proximidade genética dos clones cultivados aliado à falta de conhecimentos aprimorados sobre a genética da espécie constitui-se em um grande problema na obtenção de plantas de genótipos superiores (GAIA et al., 2005).

Cabe ressaltar que no manejo dos jardins clonais as plantas são cultivadas sob sombrite, com irrigação localizada e adubação constante, de forma adensada (1,0 x 0,5 m de distância entre fileiras e plantas, respectivamente). As plantas são tutoradas com ripas de aproximadamente 1,5 m de altura, conduzidas por podas constantes de retirada dos ramos plagiotrópicos, até que o ramo ortotrópico alcance o topo da ripa. Nesse ponto é feito o primeiro corte, possibilitando a aquisição de no mínimo 15 estacas de um nó, por matriz, procedimento realizado por três vezes, ocasião em que é feita a renovação das plantas do jardim.

Para coletar estacas em lavouras de terceiros, normalmente é feita uma troca de favores, em que o viveirista compromete-se a fazer a poda de formação (plantas de até um ano) ou de condução da lavoura (plantas de até três anos) em troca do material propagativo. Outra forma de aquisição é a compra de estacas com duas folhas com custo, que varia de R$ 0,10 a 0,50 cada, dependendo das condições da lavoura.

Como pode ser visto, entra em evidência outro nicho de mercado, que seria a produção de material propagativo de qualidade superior para atender aos viveiristas. Sendo imprescindível que os propágulos sejam provenientes de jardim clonal, pois os que ainda não possuem, estão confeccionando, e os que já os possuem, estão ampliando suas áreas.

A Instrução normativa MAPA n.° 24/2005 define jardim clonal como um conjunto de plantas matrizes ou básicas destinado a fornecer material de multiplicação. Jardins clonais de outras espécies possuem normas próprias relacionadas à formação e ao respectivo manejo, como o café (IN MAPA n.º 35/2012), que as plantas que formarão o jardim clonal deverão ser provindas de viveiros credenciados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento com atestado de origem genética ou certificado de material de propagação, que se

aplicaria à produção de mudas de pimenteira-do-reino constituindo-se em uma garantia do potencial produtivo das lavouras formadas pelas mudas produzidas nos viveiros.

No caso dos jardins clonais de plantas cítricas, a manutenção de plantas básicas, plantas matrizes e borbulheiras, bem como a produção de mudas, somente são permitidas em ambiente protegido por tela de malha com abertura de no máximo 0,87 x 0,30 mm (IN MAPA n.° 10/2005), justamente para evitar a entrada de vetores, que transmitem viroses. Esta estrutura que, nem nos viveiros, nem nos jardins clonais de pimenteira-do-reino da região foi observada, poderia funcionar como um dos métodos de controle preventivo de mudas indexadas.

Porém, apesar da pimenta-do-reino estar no topo dos produtos do agronegócio capixaba, a normatização na produção de mudas ainda é incipiente, não existindo, por exemplo, uma determinação da quantidade mínima, de clones distintos para formação de um jardim clonal, que garanta a diversidade de plantas para produção de material propagativo de pimenteira-do-reino.

As estruturas dos jardins clonais e casas de vegetação com sombrite são revestidas de malha preta (poliolefinas). Nos jardins clonais são utilizadas malhas de 30, 50 e 75% em 33,33, 50,00 e 16,67% dos viveiros, respectivamente (Figura 3A). Nas casas cobertas com sombrite as malhas são de 50; 70 e 75% em 63,64, 27,27 e 9,09% dos viveiros, respectivamente (Figura 3B).

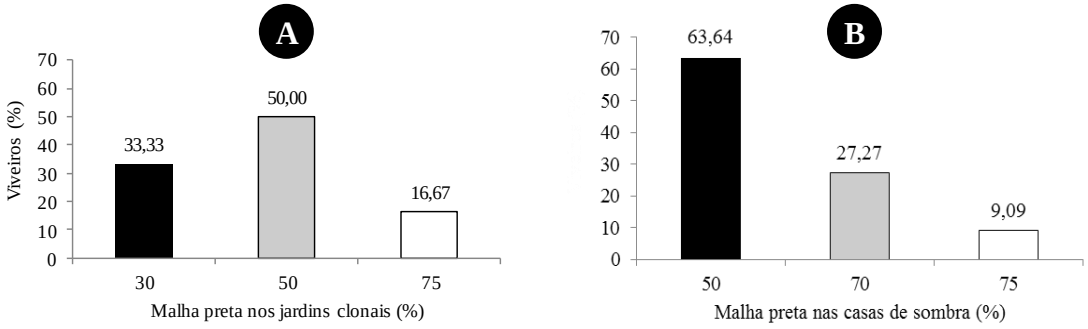


Figura 3. Distribuição de freqüência relativa (%) dos tipos de malha preta, utilizadas no revestimento de jardins clonais, (A) e casas de sombra (B) de plantas matrizes e mudas de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

A redução da irradiância conferida pelas malhas pretas influencia muito no processo de enraizamento adventício.

No caso dos jardins clonais, as plantas matrizes que são cultivadas nestas condições, se beneficiam com o sombreamento, por não sofrerem fotoxidações e perda excessiva de água, pela transpiração dos tecidos das estacas, nos processos iniciais da propagação vegetativa por estaquia.

A decisão sobre o nível de sombreamento a ser utilizado deve ser norteada de critérios que mostrem um desenvolvimento equilibrado da muda. Em relação ao crescimento de mudas do maracujazeiro amarelo, Zanella et al. (2006) recomendam sombreamento de 80%. Em *Coffea arabica* L., o sombreamento de 22 e 50% permitiu melhor crescimento das mudas, principalmente quando avaliada pela massa seca total das plantas (TATAGIBA et al., 2010). Para o crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham., o sombreamento de 30% foi o que proporcionou melhores resultados em relação aos de 0, 50 e 70% de sombreamento (ALMEIDA et al., 2005).

Dos viveiristas investigados, 63,63% recomendam coletar estacas para a produção de mudas da pimenteira-do-reino em qualquer época do ano; 27,27% recomendam que a coleta não seja efetuada no inverno (maio a julho), e apenas 9,09% recomendam a coleta o ano todo, mas com o cuidado de ser feita três dias antes ou depois da lua nova (Figura 4). Os viveiristas que não recomendam a coleta no inverno justificam que há inconveniência devido ao crescimento lento, que pode ser justificado em função da redução do metabolismo vegetal nesse período, acarretando em atraso no crescimento das mudas.

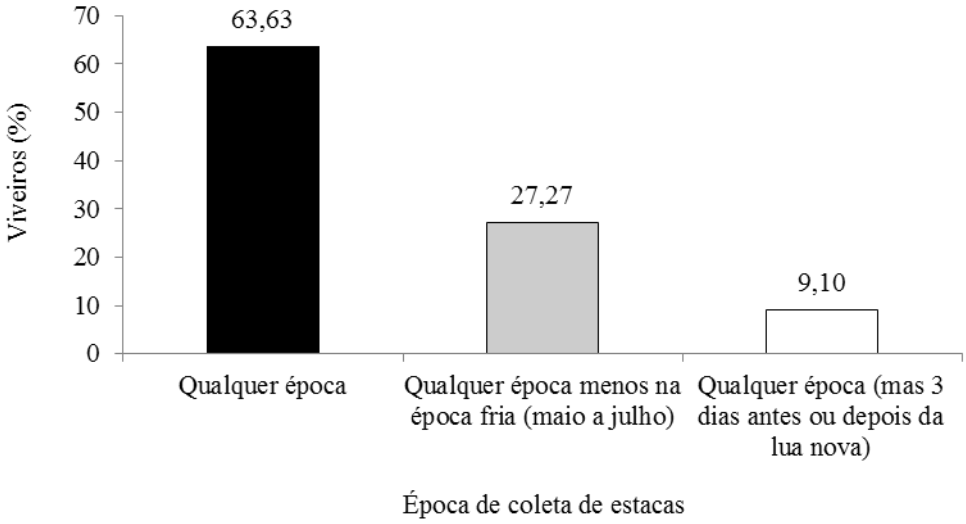


Figura 4. Distribuição de freqüência relativa (%) da época de coleta de estacas de plantas matrizes de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

Com a espécie *Ficus carica* L cv. Roxo de Valinhos, os melhores resultados no enraizamento de estacas foram obtidos quando as estacas foram coletadas em setembro e os piores, nas coletas feitas em agosto (RAMOS et al., 2008). Para a espécie *Hibiscus rosa-sinensis,* também a melhor época para a propagação por estaquia foi no mês de setembro (PIZZATTO et al., 2011). No entanto, para a propagação por estaquia da goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI, no Norte do Paraná a melhor época indicada para coleta de estacas herbáceas é no meio do verão (ZIETEMANN & ROBERTO, 2007).

No outono, os dias curtos e as temperaturas baixas influenciam negativamente no processo fotossintético das plantas. Na época de inverno, os dias curtos e baixas temperaturas alteram processos fisiológicos, como a fotossíntese e translocação de compostos, das plantas matrizes, possivelmente, dificultando o enraizamento de estacas (NEVES et al., 2006).

Com relação ao comprimento das estacas, a maioria dos viveiristas (72,72%) utiliza estacas de 6,1-9,0 cm de comprimento (Figura 5A), sendo que desse total, 90,9% utilizam estacas com apenas um nó (Figura 5B), que são extraídas com gavinhas, de ramos ortotrópicos, na posição mediana e basal, com diâmetro menor que 1 cm e com uma de folha. Entretanto, na década de 80, Milanez & Ventura (1987) orientavam que as estacas deveriam ter de três a quatro nós, o que hoje é praticamente inviável pela escassez de material propagativo.

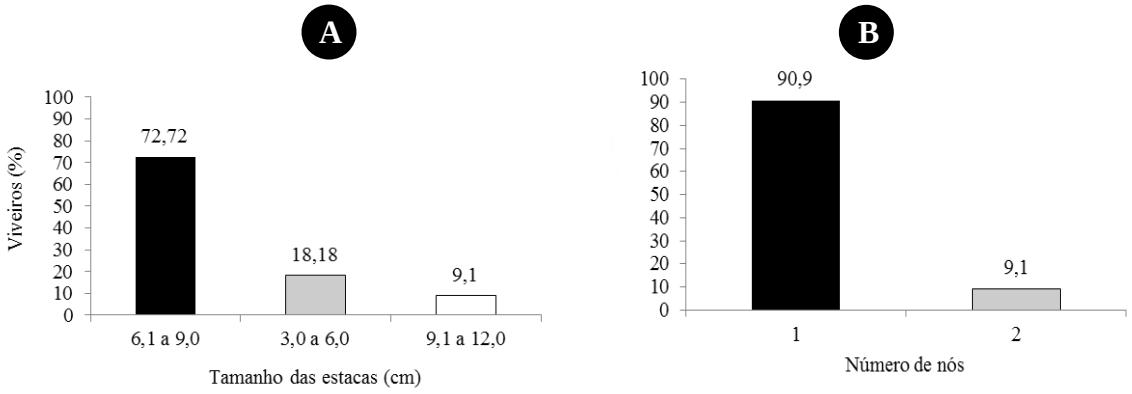


Figura 5. Distribuição de freqüência relativa (%) do tamanho (A) e número de nós (B) de estacas de plantas matrizes de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

Nenhum viveirista entrevistado utiliza ramos produtivos para a produção de mudas. Segundo eles, não há comercialização porque as plantas formadas têm um crescimento rasteiro, no sentido horizontal em relação ao solo, dificultando o manejo e exigindo maior área para uma mesma quantidade de plantas. Já ramos ortotrópicos promovem o crescimento vertical da planta que, com auxílio do tutor, sustentam os ramos plagiotrópicos, facilitando todo o manejo da lavoura desde o controle de invasoras até a colheita, inclusive as podas.

As estacas de plantas matrizes de pimenteira-do-reino, em 63,63% dos viveiros são tratadas com produtos fitossanitários (Figura 6A) e, em 57,14% dos viveiros o produto comercial utilizado é o Derosal® 500 SC (Methyl benzimidazol-2-ylcarbamate - Carbendazim), na concentração de 500 g L^{-1}, classificado como fungicida sistêmico pertencente ao grupo químico Benzimidazol, classe toxicológica II (altamente tóxico) (Figura 6B), mesmo não estando ainda registrado para pimenteira-do-reino.

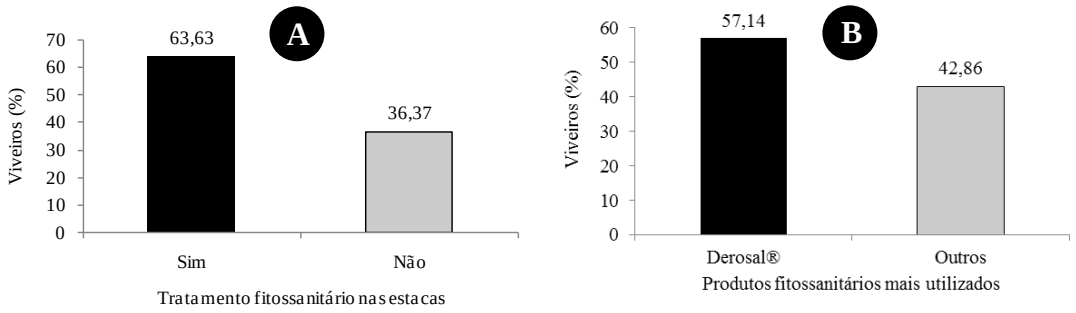
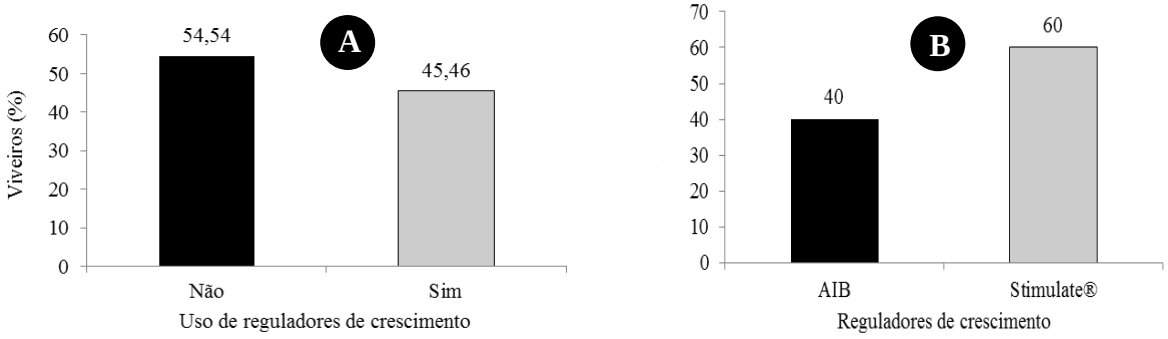


Figura 6. Distribuição de freqüência relativa (%) do tratamento fitossanitário nas estacas (A) e produtos fitossanitários mais utilizados (B) na produção de mudas de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

Dos viveiristas que tratam as estacas com reguladores de crescimento (Figura 7A), 40,0% usam AIB (ácido indol-3-butírico), diluído em talco inerte, aplicado por imersão na base da estaca, cuja concentração varia de 3000 a 5000 mg Kg^{-1}. 60,0% usam Stimulate® aplicado por pulverização, aproximadamente 15 dias após o plantio, numa concentração de 15 mL L^{-1} (Figura 7B). O Stimulate® apresenta na sua composição cinetina + giberelina + ácido indol-3-butírico (0,09 + 0,05 + 0,05 g L^{-1}, respectivamente), produto este com componentes que permitem o crescimento de raízes pela divisão e alongamento celular. Outros produtos também foram ou são

utilizados no enraizamento de estacas de *P. nigrum* como o Serradix® e Vigortone® (CARDOSO, 1961), ácido naftaleno acético (ANA, 50 mg L^{-1}), ácido beta-indolacético (50 mg L^{-1}) (LEITE & INFORZATO, 1966), AIB (50 mg L^{-1}) (THANUJA et al., 2002) e AIB (2,0 g kg^{-1}) (SERRANO et al., 2012).

A utilização de diferentes concentrações de AIB em espécies nativas do gênero *Piper*, não favoreceu a formação de mudas por estaquia, pois prejudicou a emissão de folhas, sendo que apenas a *Piper arboreum* apresentou melhor crescimento de parte aérea em relação às espécies *Piper* sp. e *Piper arboreum*, independentemente da concentração de AIB (MAGEVSKI et al., 2011). O AIB apresentou melhores resultados no enraizamento de estacas mais lenhosas que nas herbáceas de umbuzeiro (PAULA et al., 2007).



.

Figura 7. Distribuição de freqüência relativa (%) do uso ou não (A) e do tipo de regulador de crescimento (B) em estacas de plantas matrizes de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

A maior porcentagem de enraizamento e qualidade de raízes ocorreu em mudas de *Ficus carica* tratadas com as concentrações de 1000, 2000 e 3000 mg L^{-1} de AIB (LAJÚS et al., 2007). Em *Psidium guajava*, as concentrações de 2000 e 3000 mg L^{-1} resultaram nas maiores médias de massa fresca e seca de raízes por estaca, porém, a concentração de 3000 mg L^{-1} determinou um maior número de raízes por estaca (COLOMBO et al., 2008).

As fontes de matéria orgânica utilizadas nas misturas para a produção de mudas de pimenteira-do-reino nos viveiros investigados são formadas basicamente de esterco bovino, esterco de galinha, munha e palha de café (Figura 8). Estas fontes estão presentes cada uma em 18,18% dos viveiros.

A adição de diferentes fontes de matéria orgânica em substratos para a produção de mudas é uma busca constante por fontes de nutrientes e de melhoria de suas condições físicas, favorecendo o crescimento das raízes pela aeração e manutenção da umidade, sem, contudo, serem fontes de propagação de plantas daninhas de difícil controle ou de disseminação de patógenos. Estudos evidenciam que a matéria orgânica fornece vários nutrientes, entre eles o enxofre e o nitrogênio (ARAÚJO et al., 2010).

Na produção de mudas de mamoeiro cv. Sunrise Solo recomenda-se a utilização de substratos com 80% de esterco bovino (MESQUITA et al., 2012). Para mudas de maracujazeiro amarelo o recomendado é com 40% de cama de frango (DAVID et al., 2008).

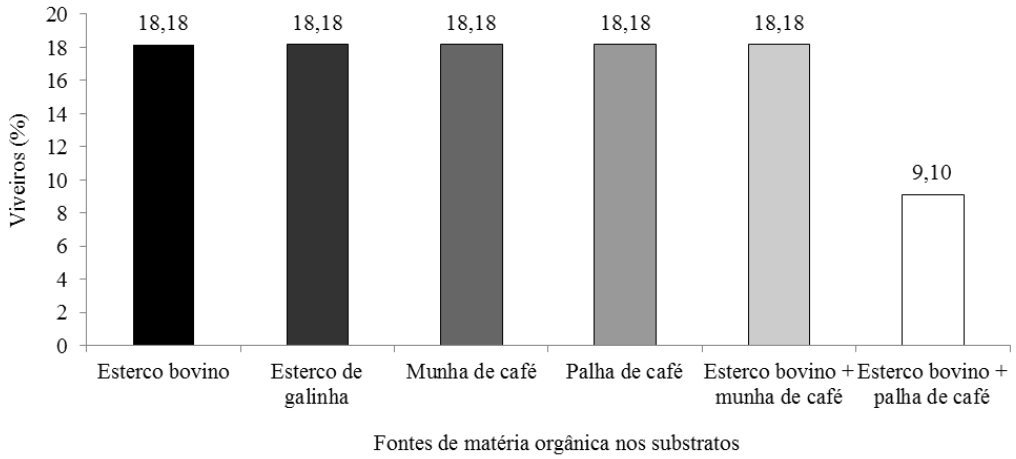


Figura 8. Distribuição de freqüência relativa (%) das fontes de matéria orgânica nos substratos utilizados na produção de mudas por estaquia de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

Os substratos investigados são suplementados com potássio, utilizando-se cloreto de potássio e com fósforo utilizando-se superfosfato simples, em 18,19 e 90,9% dos viveiros (Figura 9A e B), respectivamente. Sendo que os viveiristas que utilizam o cloreto de potássio seguem mais fielmente a recomendação técnica para a composição do substrato. Os demais viveiristas não entendem ser tão importante, pois para eles, a utilização de superfosfato simples é mais eficaz na produção de mudas, principalmente na formação do sistema radicular. Estes substratos têm o seu pH corrigido com calcário em 72,72% dos viveiros (Figura 9C). As mudas recebem adubação de cobertura em 90,0% dos viveiros (Figura 9D).

Do total de viveiristas avaliados, 45,46% verificaram que as mudas pegam até 15 dias após o plantio das estacas; 36,36% entre 16 a 30 dias e 18,18% acima de 30 dias (Figura 10A). Esse pegamento está relacionado com a emissão de brotos. Entretanto, o início das brotações para 54,54% dos viveiristas ocorre entre 16 e 30 dias; para 27,28% até 15 dias e 18,18% acima de 30 dias (Figura 10B), considerado como um indicador fitotécnico importante, que confirma o pegamento das mudas.

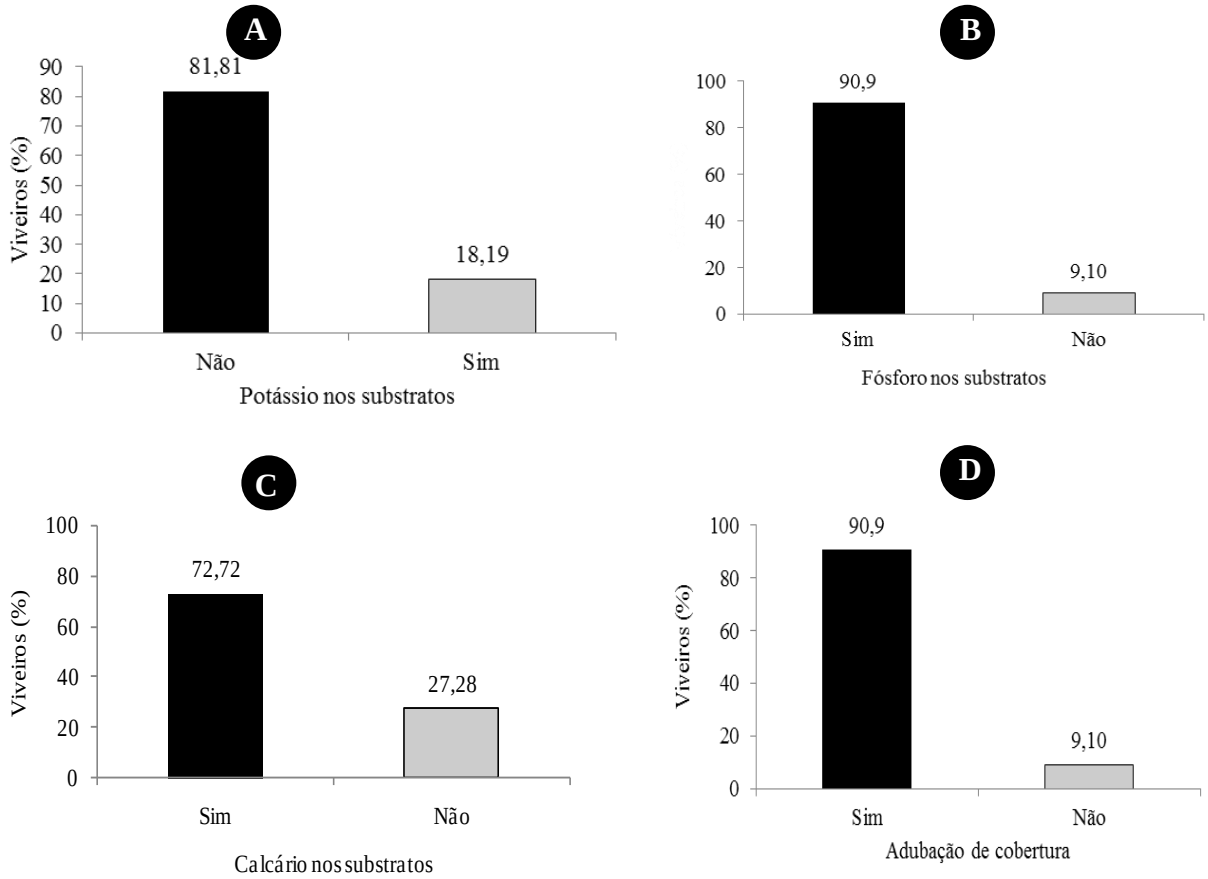


Figura 9. Distribuição de freqüência relativa (%) da adubação ou não com potássio (A), fósforo (B), correção do pH do calcário (C) e adubação de cobertura (D) de mudas provenientes de estacas de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

O número de folhas por muda, para 63,64% dos viveiristas, oscila entre três a quatro; para 18,18%, de uma a duas folhas; e para 18,18%, de cinco a seis (Figura 10C). No final do processo de produção das mudas para 54,55% dos viveiristas as mudas apresentaram 21 a 30 cm de altura; para 27,28%, as mudas apresentaram

altura acima de 30 cm; e para 18,18%, as mudas apresentaram 10 a 20 cm de altura (Figura 10D).

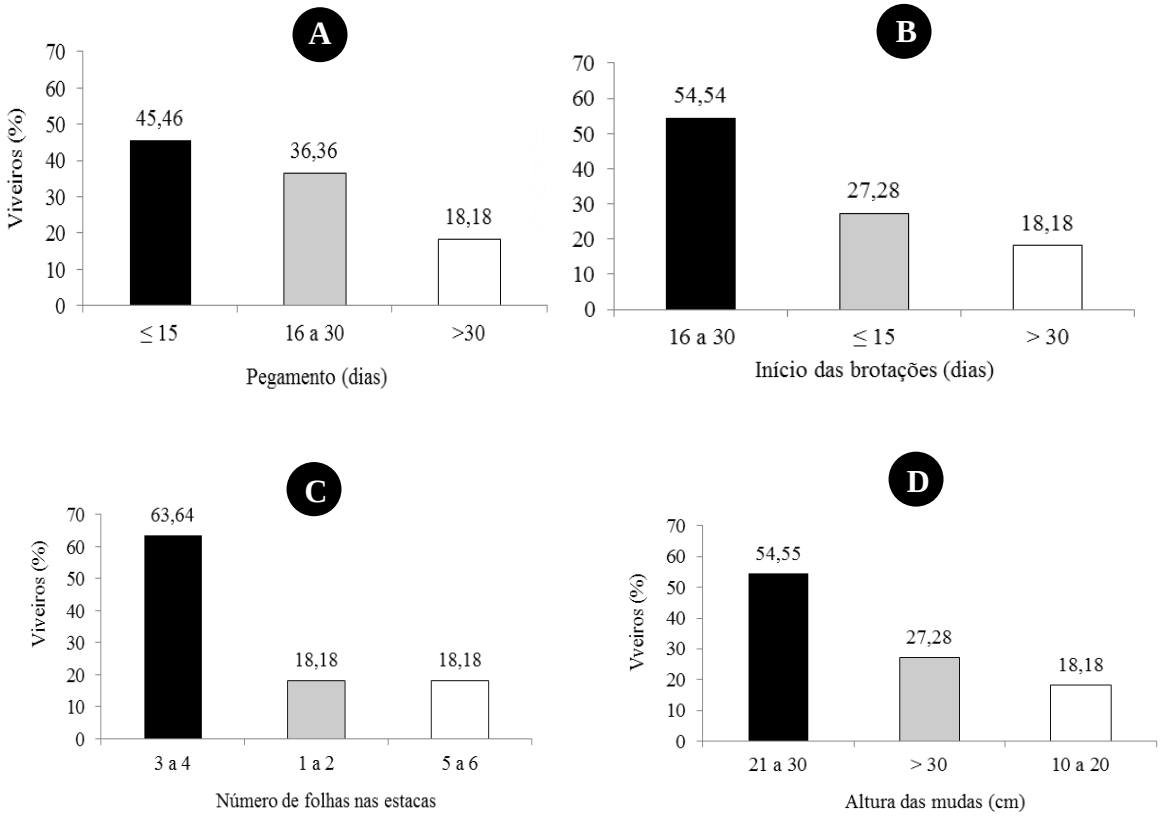


Figura 10. Distribuição de freqüência relativa (%) do índice de pegamento (A), início da formação de brotos (B), número de folhas (C) e altura da muda (D) de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

O replantio de novas estacas substituindo as que não pegaram ou morreram em sacolas plásticas ocorre em 81,81% dos viveiros (Figura 11A). De maneira geral nos viveiros investigados morrem em média 40% das estacas plantadas. A causa de morte das estacas é atribuída a vários fatores, destacando-se microrganismos fitopatogênicos como os fungos de solo *Fusarium* e *Phytophytora*, dentre outros problemas como os nematóides, que promovem injúrias no sistema radicular de mudas de pimenteira-do-reino, facilitando assim o ataque de *Fusarium*. Carnaúba et al. (2007), por exemplo, encontraram um isolado do *Fusarium* sp. infectando mudas da cv. Bragantina no município de União dos Palmares, em Alagoas.

Há nematoides, como o da espécie *Meloidogyne enterolobii*, que são tão virulentos que o uso de rizobactérias não foi capaz de reduzir necroses radiculares, nem o estresse fisiológico em lavouras de *Psidium guajava* (ALMEIDA et al., 2011).

No entanto, Almeida et al. (2012) verificaram que o uso de farinha de carne e ossos foi eficaz na redução de todos os nematóides e fungos prejudiciais às plantas cultivadas, promovendo aumento dos microrganismos bacteriófagos.

Outro problema é o contato das sacolas plásticas dispostas no viveiro com o solo, que ocorre em 90,9% dos viveiros (Figura 11B). Com o crescimento do sistema radicular, este pode perfurar a sacola plástica e entrar em conato com o solo, que é uma potencial fonte de contaminação das mudas. Apenas um único viveiro teve o cuidado de depositar brita no piso impedindo o contato direto da sacola com o solo, como forma de controle preventivo a possíveis doenças (Figura 11B).

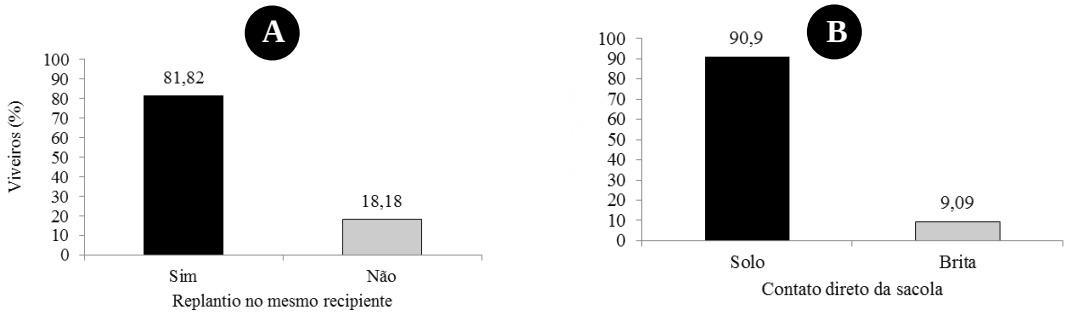


Figura 11. Distribuição de freqüência relativa (%) do uso de replantio de estacas no mesmo recipiente (A) e do contato do recipiente diretamente com o solo ou brita (B) em viveiros de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

Dentre os viveiros estudados, todas as etapas da produção de mudas de pimenteira-do-reino são finalizadas entre 60 a 120 dias em 63,64% dos viveiros, ou seja, entre dois a quatro meses após o plantio das estacas; em 18,18% até 60 dias e para 18,18%, acima de 120 dias (Figura 12). Esse tempo varia muito, de acordo com o comprador, pois quando há escassez de mudas muitos pipericultores, quando chove ou estão com as covas preparadas, optam por plantar as mudas mesmo que estejam apresentando apenas uma ou duas folhas no broto, entendendo que a planta continuará seu crescimento após o plantio definitivo.

Outra questão importante que foi diagnosticada é o crescimento heterogêneo das mudas, em canteiros formados no mesmo dia, verificando-se que algumas estacas rapidamente emitem brotos, começam a crescer e expandir as folhas; outras, no entanto, mantêm-se vivas, porém, sem emissão de brotos, com uma diferença às vezes de mais de 30 dias para o início da brotação. Para evitar a

quebra de raízes frágeis dentro das sacolas, os viveiristas não movem as mudas no canteiro, e retiram as mais desenvolvidas, escolhidas para serem comercializadas, sem fazer o relocamento das restantes.

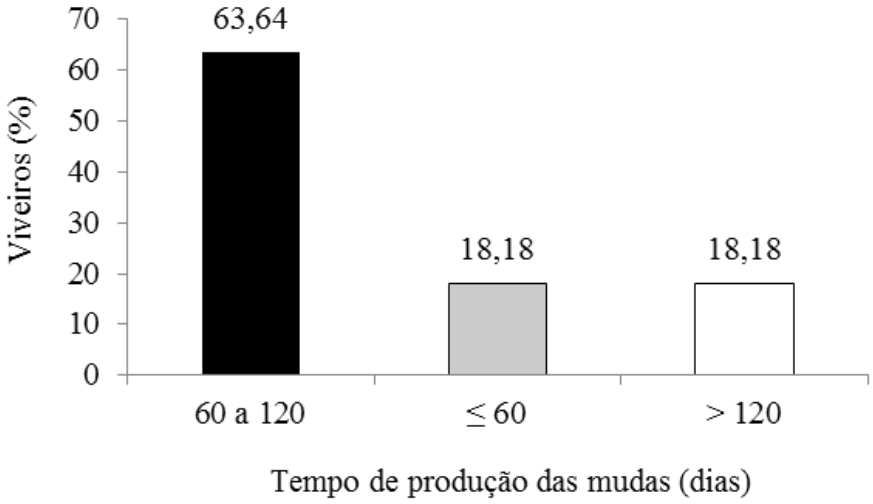


Figura 12. Distribuição de freqüência relativa (%) do tempo gasto para produção de mudas nos viveiros de pimenteira-do-reino em viveiros registrados no Norte do Espírito Santo.

Assim, verificou-se que o tempo de produção da muda é fator determinante quanto ao valor que ela é comercializada, pois os viveiristas que comercializavam mudas com uma ou duas folhas no broto eram os que vendiam pelos menores preços, R$ 1,00 a 1,25, enquanto os que só comercializavam mudas com quatro a cinco folhas no broto obtinham os maiores valores, R$ 1,75 a 2,00 por unidade, sendo o valor de R$ 1,50 o preço médio aplicado nos viveiros.

Foi possível constatar nas visitas, que apesar de todos os viveiros terem um responsável técnico devidamente legalizado, as tecnologias utilizadas na produção de mudas são muito diferentes. Além da disparidade em relação as estruturas, com viveiro com capacidade de produzir 30 mil mudas por período e outro com potencialidade para 500 mil.

No entanto, ficou muito claro que nenhum viveirista está levando prejuízo, muito pelo contrário, desde os mais tecnificados até os de menores infraestruturas, todos estão em plena expansão de seus viveiros, para aumentar a capacidade produtiva, visando atender a alta demanda do mercado por muda de qualidade.

Conclusões

Nenhum dos viveiros investigados utiliza substratos comerciais;

Nenhum dos jardins clonais investigados utiliza tela antiafídica;

Alguns viveiristas utilizam reguladores de crescimento do grupo químico citocinina+giberelina+auxina para o enraizamento adventício das estacas;

No mercado há carência de produtos fitossanitários registrados para uso na produção de mudas de pimenteira-do-reino;

Não há consenso entre os viveiristas, quanto ao melhor nível de sombreamento para os jardins clonais e viveiros;

A maior parte dos viveiristas prepara seu próprio substrato, de acordo com a orientação técnica, porém adaptando de acordo com suas experiências com a cultura;

Já é praticamente consenso entre os viveiristas que a muda pode ser feita a partir de estacas com apenas um nó, sempre com a presença de gavinha e com uma folha;

Não há um padrão de tamanho das mudas, principalmente relacionadas à quantidade de folhas;

Não há um trabalho de aclimatação de mudas antes de serem transplantadas para o campo;

Para a maioria dos viveiristas, o processo de produção de mudas de pimenteira-do-reino, nas condições do Norte do Espírito Santo, é concluída entre 60 a 120 dias;

O tempo de produção de mudas e o seu tamanho são determinantes no valor final;

A maioria dos viveiristas não seguem um padrão de normas técnicas para a produção de mudas de pimenteira-do-reino.

Referências

ALMEIDA, A. M.; GOMES, V. M.; SOUZA, R. M. Avaliação de rizobactérias em casa de vegetação e em campo visando ao controle do declínio da goiabeira. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 837-842, 2011.

ALMEIDA, A. M.; GOMES, V. M.; SOUZA, R. M.; MIRANDA, G. B. Avaliação em casa de vegetação e em campo de diferentes compostos orgânicos contra *Meloidogyne enterolobii*. **Bragantia**, v. 71, n. 1, p. 67-74, 2012.

ALMEIDA, L. S. de; MAIA, N. da; ORTEGA, A. R.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal,** v.15, n. 3, p. 323-329, 2005.

ARAÚJO, W. B. M.; ALENCAR, R. D.; MENDONÇA, V. MEDEIROS, E. V.; ANDRADE, R. C.; ARAÚJO, R. R. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 68-73, 2010.

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

CARNAÚBA, J. P.; SOBRAL, M. F.; AMORIM, E. P. da R.; SILVA, I. O. Ocorrência de *Fusarium solani* f. sp. *piperis* em *Piper nigrum* no estado de Alagoas. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 96-97, 2007.

COLOMBO, L. A.; TAZIMA, Z. H.; MAZZINI, R. B.; ANDRADE, G. A.; KANAYAMA, F. S.; BAQUERO, J. E.; AULER, P. A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 539-546, 2008.

DAVID, M. A.; MENDONÇA, V.; REIS, L. L.dos; SILVA, E. A. da; TOSTA, M. da S.; FREIRE, P. de A. Efeito de doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 3, p. 147-152, 2008.

GAIA, J. M. D.; MOTA, M. G. C.; DERBYSHIRE, M. T. V. C.; OLIVEIRA, V. R.; COSTA, M. R.; MARTINS, C. S.; POLTRONIERI, M. C. Diversidade e similaridade genéticas em clones de pimenta-do-reino. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 221-227, 2005.

LAJÚS, C. R.; SOBRAL, L. S.; BELOTTI, A.; SAVARIS, S. L.; SANTOS, S. R. F. dos; KUNST, T. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas lenhosas de figueira (*Ficus carica* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1107-1109, 2007.

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

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 nigrun*). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais,** v. 13, especial, p. 559-563, 2011.

MESQUITA, E. F. de; CHAVES, L. H. G.; FREITAS, B. V.; SILVA, G. A.; SOUSA, M. V. R.; ANDRADE, R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 58-65, 2012.

MILANEZ, D.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J. **Cultura da pimenta-do-reino**. Vitória-ES, EMCAPA, 1987, 94 p. (Documento, 33).

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

PAULA, A. L. A.; BOLIANI, A. C; CORRÊA, L. S; CELOTO, M. I. B. Efeito do ácido indolbutírico e raizon no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 29, n. 3, p. 411-414, 2007.

PIZZATTO, M.; WAGNER JUNIOR, A.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D. A.; MAZARO, S. M. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa do hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 487-492, 2011.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Avaliação da época de estaquia e uso de bioregulador no enraizamento de estacas de figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 748-753, 2008.

SERRANO, L. A. L.; MARINATO, F. A.; MAGIERO, M.; STURM, G. M. Produção de mudas de pimenteira-do-reino em substrato comercial fertilizado com adubo de liberação lenta. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 512-517, 2012.

SINDICATO RURAL DE JAGUARÉ/ES. Pimenta do reino: São Mateus é o maior produtor nacional. Disponível em. <http://www.srjaguare.com.br/noticia/pimenta-do-reino-sao-mateus-e-o-maior-produtor-nacional.php>. Acesso em 02 de novembro de 2012.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. dos. Crescimento vegetativo de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Coffee Sience**, v. 5, n. 3, p. 251-261, 2010.

THANUJA, T. V.; HEGDE, 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, n. 3, p. 339-346, 2002.

ZANELLA, F.; SONCELA, R.; LIMA, A. L. da S. Formação de mudas de maracujazeiro “amarelo” sob níveis de sombreamento em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 880-884, 2006.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. ‘Paluma' e ‘Século XXI’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 031-036, 2007.

3.2. Enraizamento adventício da pimenteira-do-reino na presença e ausência de auxina em substratos utilizados por viveiristas.

Resumo

A produção de mudas de qualidade está entre os principais desafios da pipericultura. A produção de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) tem atraído cada vez mais agricultores, devido principalmente à melhora nos preços, dessa especiaria culinária, impulsionada pelo mercado internacional. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar o enraizamento de estacas da pimenteira-do-reino cv. Bragantina com a presença ou ausência de AIB, em diferentes substratos utilizados por viveiristas capixabas. Foi possível identificar 11 viveiros registrados e regularizados com os procedimentos legais exigidos pela legislação pertinente. Os substratos por eles utilizados foram coletados e identificados arbitrariamente por letras, registrando-se suas devidas composições. Foram realizadas análises químicas, físicas e biológicas nos respectivos substratos. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação com cobertura de filme plástico, fechada com tela antiafídica e com sistema de irrigação do tipo microaspersão automatizada. O experimento foi montado em delineamento em blocos casualizados, esquema fatorial 11 x 2, constituindo 22 tratamentos, sendo 11 substratos, na presença e ausência de AIB (4.000 mg kg^{-1}), com quatro repetições e 16 estacas por repetição. O número de estacas que perdeu a folha foi avaliado após 15 dias de plantio direto nos substratos; aos 105 dias após a montagem do experimento foram avaliados: sobrevivência (%); porcentagem de

estacas brotadas; enraizamento (%); enraizamento basal, nodal e nas duas regiões (%); número de raízes basal, nodal e total; comprimento da maior raiz basal e nodal (cm); volume total de raízes (m^3) e massa seca de raiz (mg). Os resultados foram submetidas à análise de variância e teste de médias de Tukey e Scott-Knott, ambos em nível de 5 % de probabilidade. Verificou-se que em todas as características relacionadas ao enraizamento o uso do AIB foi benéfico independentemente do substrato. Quanto à retenção foliar, as estacas de apenas um dos substratos apresentaram maior perda da folha com a utilização do AIB. A concentração de AIB utilizada não favoreceu a emissão de brotos nas estacas. Os substratos que proporcionaram um enraizamento de melhor qualidade foram o D (Terra + calcário + cloreto de potássio + super simples + esterco de galinha), o I (terra + palha de café + super simples + calcário) e o K (terra + palha de café triturada + calcário + super simples + esterco bovino). Este último foi o que apresentou melhores resultados na falta do AIB, sendo estatisticamente diferente de todos os outros.

Palavras-chave: *Piper nigrum* L., propagação vegetativa, AIB, viveiristas.

Abstract

The production of quality seedlings is among the major challenges of the cultivation of black pepper (*Piper nigrum* L.). The cultivation of this culinary spice has lured an increasing number of farmers, mainly due to its rising prices driven by the international market. Henceforth, the aim of this research was to verify the rooting of black pepper cv. Bragantina in either the presence or the absence of IBA, on different substrates used by local nurserymen. It was possible to identify 11 registered nurseries using all the legal procedures required by applicable law in accordance with the applicable law. The substrates used by them were collected, arbitrarily identified by letters, recording their pertinent compositions. Chemical, physical and biological analyses were made in the respective substrates. The experiment was conducted in a greenhouse with plastic film roof, enclosed in anti aphids mesh and provided irrigation with automated sprayer system type. The experiment was a randomized block design, factorial 11x2, constituting 22 treatments, 11 substrates in the presence and absence of IBA (4,000 mg kg-1), with 4 replications and 16 cuttings per plot. The number of cuttings that have lost the leaves was evaluated after 15 days of life on the substrates and 105 days after the experiment it was evaluated: survivability (%); sprouting percentage, rooting (%) basal roots, and the two nodal regions (%), number of basal roots, nodal and total length of roots and basal nodal (cm), total root volume (m^3) and dry weight of root (mg). The results were submitted to ANOVA and Tukey's mean test and Scott-Knott both at level 5% probability. It was found that in all characteristics related to the use of IBA rooting it was beneficial for both substrates. As the retaining leaf cuttings of only one of the substrates had higher loss of leaves in the presence of AIB. The IBA concentration did not favor the growing of buds on the cuttings. The substrates that were more present promoting rooting of better quality than others were D (soil + limestone + potassium chloride + super simple + chicken manure), I (soil + limestone + super simple + coffee straw) and K (soil + limestone + super simple + coffee straw chopped + bovine manure), being the last one which showed the best results in the absence of IBA and yet statistically different from all others.

Key words: *Piper nigrum* L., vegetative propagation, AIB, nurserymen.

Introdução

A espécie *P. nigrum* apresenta inúmeras cultivares, dentre elas, 51 foram catalogadas por Mathew et al. (2001), na Índia. No Brasil, a cultivar propagada preferencialmente é a Bragantina, embora sejam cultivadas comercialmente outras como a Guajarina, Cingapura e Iaçará.

Entre os principais desafios da pipericultura, está a qualidade da muda, que é essencial para a garantia da produtividade da lavoura. O valor de implantação da pipericultura é relativamente alto, o que se reflete na responsabilidade de se produzir mudas de qualidade superior, principalmente nos quesitos fitossanitário e formação do sistema radicular, sendo o último a principal queixa de pipericultores em relação à qualidade das mudas que adquirem no mercado.

A recomendação para propagação comercial da pimenteira-do-reino é a vegetativa por estaquia. Neste sentido, são utilizados produtos à base de fitoreguladores, que auxiliam a formação de raízes na estaca. Entre os reguladores mais utilizados está o ácido indol-3-butírico (AIB), principalmente por ser estável quimicamente à fotodegradação e imune à ação biológica.

Outro fator importante na produção de mudas é a qualidade do substrato, que necessita estar livre de fitopatógenos e de propágulos de plantas daninhas. E, além disso, segundo Zietemann & Roberto (2007), o substrato tem a prerrogativa de sustentar as plantas durante o enraizamento fornecendo nutrientes para seu desenvolvimento, com porosidade suficiente para proporcionar aeração adequada ao sistema radicular, ser de boa drenagem e ao mesmo tempo manter uma umidade adequada ao crescimento da nova planta.

Existem substratos comerciais diversos para a produção de mudas de diferentes espécies, porém, oneram o custo da produção, levando os viveiristas a produzirem seu próprio substrato. Este é produzido sob orientação técnica, sem desconsiderar sua experiência com a cultura. Entretanto, faltam estudos com relação a composição ideal de um substrato para a produção de mudas de pimenteira-do-reino.

O objetivo deste trabalho foi verificar o enraizamento de estacas da pimenteira-do-reino cv. Bragantina com a presença ou ausência de AIB, em diferentes substratos utilizados pelos viveiristas.

Material e métodos

Foi solicitado ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) informações de quantos eram e onde estavam localizados no Espírito Santo, os viveiros de produção de mudas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), regularizados junto ao Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM). Neste sentido, foi possível identificar 11 viveiros registrados e regulamentados quanto aos procedimentos legais exigidos pela legislação pertinente, nos municípios de Rio Bananal (dois), Jaguaré (dois), Vila Valério (um) e São Mateus (seis), todos na região Norte do Espírito Santo.

Foram obtidos 11 substratos junto aos viveiristas, os quais foram identificados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Composição, corretivos e adubação de substratos utilizados por viveiristas na região Norte do Espírito Santo

Substratos	Descrição	Corretivo	Adubação
A	Terra	Calcário	Super simples + Esterco bovino
B	Terra	Calcário	Super simples + Esterco de galinha
C	Terra	Calcário	Super simples + Cloreto de potássio + Esterco bovino
D	Terra	Calcário	Super simples + Cloreto de potássio + Esterco de galinha
E	Terra + Munha de café	-	-
F	Terra + Munha de café	Calcário	Super simples
G	Terra + Munha de café	-	Super simples + Esterco bovino
H	Terra + Munha de café	Calcário	Super simples + Esterco bovino
I	Terra + Palha de café	Calcário	Super simples
J	Terra + Palha de café	-	Super simples + Esterco bovino
K	Terra + Palha de café triturada	Calcário	Super simples + Esterco bovino

Na composição dos substratos, a proporção de terra foi de 70 a 80%, matéria orgânica cerca de 20 a 30%, calcário, super simples e cloreto de potássio, 4, 5 e 1 kg m^{-3}, respectivamente, sendo o material misturado manualmente com auxílio de enxada, ou mecanicamente, com auxílio de pá mecânica, cujas análises química,

de acordo com Silva 2009, e física foram feitas nos Laboratórios de Análise de Solo, Folha e Água (LAGRO) e de Física do Solo do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo, e os resultados encontram-se nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

A análise microbiológica, foi avaliada indiretamente, por meio da respiração basal (Figura 4) utilizando a metodologia apresentada por Sá Mendonça & Matos, (2005) (mg C-CO_2 mg^{-1} de substrato), no Laboratório de Física do Solo, do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo.

Tabela 2. Análise química dos substratos utilizados nos viveiros de pimenteira-do-reino localizados no Norte do Espírito Santo

Análise Química		Substratos										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
pH (H_2O)[1]	mg dm^{-3}	7,7	7,1	7,0	6,3	7,4	6,9	6,5	7,1	7,2	5,4	6,9
P_2O_5[2]		74,1	285,8	301,6	226,5	41,4	190,9	287,8	279,8	292,2	285,6	64,0
K_2O[2]		539	924	891	352	1529	385	1463	946	671	616	572
Na[2]		22	99	198	55	11	11	121	110	88	110	44
Fe[2]		38	24,6	44,2	47,4	52,6	77,7	55,3	31,8	37,7	89,5	51,2
Cu[2]		0,1	1,9	0,8	1,0	0,8	0,1	0,4	8,7	0,7	0,1	0,1
Zn[2]		5,0	7,8	17,3	5,9	2,0	1,0	3,0	39,2	10,7	3,4	1,9
Mn[2]		10,9	10,5	26,3	28,6	5,5	8,3	8,0	37,8	103,0	21,4	22,5
Ca[3]	$cmol_c$ dm^{-3}	3,5	2,7	7,3	4,6	2,9	5,8	2,3	3,5	5,8	5,5	2,6
Mg[3]		1,4	1,1	1,7	1,1	1,5	0,8	2,1	2,4	1,1	1,3	0,8
Al[3]		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1
H+Al[4]		0,2	0,7	1,0	1,0	0,8	0,7	1,5	0,2	0,2	2,6	0,2
SB		6,4	6,7	12,1	6,8	8,4	7,6	8,6	8,8	9,0	8,9	5,1
t		6,5	6,7	12,2	6,9	8,4	7,7	8,8	8,8	9,1	9,1	5,1
T		6,6	7,3	13,1	7,8	9,2	8,3	10,1	9,0	9,2	11,5	5,2
MO[5]	dag kg^{-1}	2,0	1,4	1,4	1,6	2,7	1,2	1,4	0,9	2,4	0,9	1,2
Sat. Ca	%	53,5	37,5	55,4	58,3	31,7	69,9	22,9	39,0	63,1	48,0	50,2
Sat. Mg		21,6	15,3	13,1	14,5	16,3	9,7	20,3	26,8	12,3	11,4	15,0
Sat. K		20,9	32,3	17,4	11,5	42,5	11,9	36,9	27,0	18,7	13,7	27,9
M		0,8	0,7	0,4	0,7	0,6	0,7	1,7	0,6	0,6	2,7	1,0
V		97,5	91,0	92,5	87,4	91,0	92,0	85,3	98,2	98,2	77,1	96,9

Legenda: [1]pH em H_2O 1:2,5; [2]Extração: Mehlich 1; [3]Extração: KCl 1 mol L^{-1}; [4]Titulação; [5]Método EMBRAPA.

Tabela 3. Análise física dos substratos utilizados nos viveiros de pimenteira-do-reino localizados no Norte do Espírito Santo

Análise física		Substratos										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Tamanho das partículas (mm)	> 4,75	11,3	5,4	10,5	5,1	14,2	18,3	14,0	2,0	17,1	9,48	4,4
	2,00 a 4,75	15,2	17,1	14,5	11,8	15,7	24,1	22,1	8,1	23,3	22,7	10,1
	1,00 a 2,00	24,2	24,6	15,0	14,2	22,8	22,6	22,0	12,0	24,0	27,4	15,2
	0,50 a 1,00	23,8	24,9	20,1	24,1	27,7	18,3	19,4	20,6	16,1	24,8	25,9
	0,25 a 0,50	15,8	17,9	20,1	25,8	14,2	10,8	13,7	24,2	10,5	10,8	26,3
	< 0,25	9,4	9,8	19,6	18,8	5,2	5,6	8,5	32,8	8,6	4,6	17,8
Umidade	%	8,9	7,7	5,7	4,1	10,0	11,9	9,1	8,8	12,1	11,8	5,1
PT		48,9	48,2	46,9	47,8	48,5	47,1	46,9	48,5	53,5	51,7	43,1
EA		10,3	9,0	5,7	6,9	14,2	9,4	9,5	2,9	11,8	19,4	6,6
AFD		12,4	10,8	10,7	11,8	7,4	10,2	10,4	8,1	8,7	9,5	13,8
AT		4,8	3,2	3,6	5,8	2,2	3,5	2,8	5,1	4,8	2,3	4,6
AD		17,2	14,0	14,4	17,6	9,8	13,7	13,3	13,2	13,5	11,8	18,4
AR100cm		21,4	25,1	26,7	23,2	24,4	23,9	24,0	32,3	18,1	20,4	18,0
Densidade Úmida	kg m^{-3}	1000	1000	1100	1300	900	900	900	1300	900	1100	1100
Densidade Seca		900	900	1100	1200	800	800	900	1100	800	1000	1100

Legenda: PT = Porosidade total; EA = Espaço de aeração; AFD = Água facilmente disponível; AT = Água tamponante; AD = Água disponível; AR = Água remanescente.
Substratos: A = terra + calcário + super simples + esterco bovino; B = Terra + calcário + super simples + esterco de galinha; C = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco bovino; D = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco de galinha; E = terra + munha de café; F = terra + munha de café + calcário + super simples; G = Terra + munha de café + super simples + esterco bovino; H = terra + munha de café + calcário + super simples + esterco bovino; I = terra + palha de café + calcário + super simples; J = terra + palha de café + super simples + esterco bovino; K = terra + palha de café triturada + calcário + super simples + esterco bovino.

Os substratos foram distribuídos em bandejas plásticas com as seguintes dimensões: 54,4 cm de comprimento; 28,8 cm de largura; 12,5 cm de altura e com capacidade de seis litros de volume distribuídos em 32 células de iguais dimensões, que foram dispostas uma semana antes do plantio em bancadas suspensas em casa de vegetação com cobertura de filme plástico, fechada com tela antiafídica e com sistema de irrigação do tipo microaspersão automatizada, localizada no Centro Universitário Norte do Espírito Santo, no Bairro Litorânio, no município de São Mateus-ES.

As estacas foram coletadas no mês de agosto de 2012, provenientes de lavoura adulta (3,5 anos) de pimenteira-do-reino, da cv. Bragantina em São Mateus-ES. O material propagativo foi retirado da porção apical das plantas matrizes, padronizadas com o comprimento 6 a 7 cm, deixando-se apenas um nó, gavinha e um folha reduzida ao meio, com corte em bisel na parte inferior. As estacas foram tratadas fungicida de carbendazim, na concentração de 1 mL p.c. L^{-1} do produto comercial, e, em seguida, metade das estacas receberam a concentração de 4000 mg kg^{-1} de ácido indol-3-butírico (AIB) na formaulação em pó e a outra metade sem aplicação de AIB, que foram plantadas nas células das bandejas.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 11x2, (substratos x AIB), com quatro repetições e 16 estacas por tratamento.

Foram avaliados o número de estacas que perderam a folha após 15 dias do plantio, e após 105 dias, foram avaliados: sobrevivência (%); porcentagem de estacas brotadas; enraizamento (%) enraizamento basal, nodal e nas duas regiões (%); número de raízes basal, nodal e total; comprimento da maior raiz basal e nodal (cm), volume total de raízes (mL) e massa seca de raiz (mg).

Os dados do enraizamento foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos em relação aos diferentes substratos e a presença e ausência de AIB foram comparadas pelos teste de Tukey (influência do AIB) e de agrupamento de Scott-Knott (influência do substrato) em nível de 5% de probabilidade. Os dados de porcentagem foram transformados em arco-seno da raiz de x. As análises foram feitas utilizando-se o programa GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

O número de estacas não tratadas com AIB após 15 dias, que perderam a folha, formaram quatro grupos em relação aos substratos, sendo o primeiro apenas pelo substrato K (4,00), o segundo pelos substratos E (2,55) e G (3,25), o terceiro pelos substratos B (1,50), C (2,00) e J (1,75) e o quarto grupo, pelos substratos A (0,25), D (0,50), F (1,00), H (1,00) e I (1,00). E com o uso de AIB os substratos formaram dois grupos, o primeiro pelos substratos A (1,25), B (1,00), C (1,25), E (1,50), H (0,75), J (0,75) e K (0,75) e o segundo pelos substratos D (0,00), I (0,00), F (0,50) e G (0,25) (Tabela 4).

Verificou-se tendência das estacas em reter a folha com o uso do AIB em praticamente todos os substratos, à exceção do A, que ocorreu o inverso (Tabela 4). Fato semelhante foi constatado em videira com o porta enxerto ‘VR043-43’, em que o uso de AIB foi desfavorável à retenção foliar (MACHADO et al., 2005). Com o uso de AIB, as estacas plantadas nos substratos D e I não perderam folhas, porém,

quando não aplicada a auxina, verificou-se maior número de estacas que perderam a folha (4), o que representa 25%, quando plantadas no substrato K (Tabela 4).

A manutenção da estaca viva na fase inicial do processo de propagação vegetativa por estaquia é fundamental para que a mesma, pelos estímulos ambientais (água, temperatura e luz) e hormonais, possibilite a protrusão de raízes.

As estacas utilizadas no experimento continham uma folha, que foi reduzida à metade do tamanho original, prática utilizada na propagação por estaquia em outras espécies como jambolão (ALCANTARA et al., 2010) e hibisco (PIZZATO et al., 2011), objetivando minimizar a perda de água por transpiração e permitir a continuação do processo fotossintético, favorecendo a concentração de fotoassimilados na estaca, o que irá refletir na formação de raízes.

Para algumas espécies a presença de folha é muito importante no enraizamento da estaca, como é o caso da *Camellia sinensis* L. (LIMA et al., 2011). Na espécie *Vitis rotundifolia*, a manutenção de folhas em estacas semilenhosas é de fundamental importância que pode dispensar o uso de auxinas para promover o enraizamento adventício (BIASI & BOSZCZOWSKI, 2005). Na propagação de jabuticabeira, verificou-se que as estacas apicais herbáceas que apresentaram calos ou enraizaram, foram as que mantiveram suas folhas até apos 180 dias da montagem do experimento (SASSO et al., 2010).

Tabela 4. Número de estacas que perderam a folha, número de raiz basal e total, comprimento da maior raiz basal e nodal (cm), volume total de raízes (cm^3), massa seca total de raiz (mg) e estacas brotadas (%) de pimenteira-do-reino cv. Bragantina, na presença e ausência de AIB, em substratos utilizados por viveiristas.

Características avaliadas	AIB ($mg\ kg^{-1}$)	Substratos										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Número de estacas que perderam a folha	0	0,25Bd[1]	1,50Ac	2,00Ac	0,50Ad	2,50Ab	1,00Ad	3,25Ab	1,00Ad	1,00Ad	1,75Ac	4,00Aa
	4000	1,25Aa	1,00Aa	1,25Aa	0,00Ab	1,50Ba	0,50Ab	0,25Bb	0,75Aa	0,00Bb	0,75Ba	0,75Ba
CV (%)							46,54					
Número de raiz basal	0	0,39Bc	0,35Bc	0,05Bc	0,51Bc	0,30Bc	0,17Bc	0,00Bc	0,28Bc	0,85Bb	0,10Bc	3,28Ba
	4000	11,21Aa	8,06Ab	6,26Ac	13,38Aa	10,91Aa	10,73Aa	8,75Ab	11,28Aa	13,58Aa	5,18Ac	11,60Aa
CV (%)							18,59					
Número de raiz total	0	0,77Bb	0,62Bb	0,58Bb	0,74Bb	0,41Bb	0,78Bb	0,42Bb	0,54Bb	1,00Bb	0,40Bb	3,77Ba
	4000	12,53Ab	11,57Ab	8,93Ac	15,77Aa	13,42Ab	13,28Ab	10,98Ab	13,31Ab	17,43Aa	7,08Ac	13,53Ab
CV (%)							16,70					
Comprimento da raiz basal (cm)	0	0,74Bb	0,70Bb	0,22Bb	1,52Bb	0,96Bb	0,43Bb	0,00Bb	1,17Bb	1,84Bb	0,27Bb	3,47Ba
	4000	8,59Ab	8,14Ab	7,61Ab	10,75Aa	9,11Ab	8,42Ab	7,57Ab	8,82Ab	10,01Aa	4,40Ac	10,45Aa
CV (%)							20,98					
Comprimento da raiz nodal (cm)	0	1,35Ba	1,78Ba	1,17Ba	0,95Ba	0,46Ba	1,77Ba	0,58Ba	0,49Ba	1,25Ba	0,97Ba	2,01Ba
	4000	5,39Ab	6,37Ab	6,84Ab	8,33Aa	5,76Ab	6,90Ab	6,44Ab	6,39Ab	8,23Aa	4,63Ab	6,54Ab
CV (%)							28,49					
Volume total de raízes (cm^3)	0	0,37Bb	0,37Bb	0,10Bb	0,30Bb	0,23Bb	0,39Bb	0,64Bb	0,41Bb	0,38Bb	0,27Bb	1,53Ba
	4000	3,78Ab	4,37Ab	3,61Ab	5,10Aa	4,22Ab	4,06Ab	3,68Ab	3,95Ab	5,28Aa	2,02Ac	3,93Ab
CV (%)							24,79					
Massa de matéria seca total de raiz (mg)	0	32,50Ba	22,50Ba	4,37Ba	35,00Ba	17,50Ba	37,50Ba	13,12Ba	22,50Ba	38,12Ba	22,50Ba	18,20Ba
	4000	345,00Ab	373,75Ab	276,25Ac	505,62Aa	343,75Ab	398,75Ab	379,37Ab	309,37Ac	460,75Aa	168,12Ad	408,12Ab
CV (%)							20,11					
Estacas brotadas (%)	0	61,72Aa	59,37Aa	64,06Aa	41,40Ab	71,48Aa	58,59Aa	45,70Ab	64,84Aa	62,50Aa	35,93Ab	48,43Ab
	4000	28,12Ba	9,37Bb	7,03Bb	9,76Bb	9,37Bb	7,81Bb	9,37Bb	33,59Ba	33,20Ba	10,93Bb	0,00Bc
CV (%)							22,60					

[1]Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento de Scott-Knott e Tukey, respectivamente.

Substratos: A = terra + calcário + super simples + esterco bovino; B = Terra + calcário + super simples + esterco de galinha; C = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco bovino; D = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco de galinha; E = terra + munha de café; F = terra + munha de café + calcário + super simples; G = Terra + munha de café + super simples + esterco bovino; H = terra + munha de café + calcário + super simples + esterco bovino; I = terra + palha de café + calcário + super simples; J = terra + palha de café + super simples + esterco bovino; K = terra + palha de café triturada + calcário + super simples + esterco bovino.

Em todos os substratos, a sobrevivência foi superior a 88% (Figura 1A), o que representa perda de no máximo 12%, e isto sugere, provavelmente, que os substratos apresentam número reduzido de microrganismos fitopatogênicos que pudesse incrementar a morte das estacas.

A sobrevivência das estacas de pimenteira-do-reino foi influenciada positivamente pelo uso do AIB (4000 mg kg^{-1}) (Figura 1B). As auxinas são indutoras de raízes e estas possibilitam absorver água e nutrientes, o que mantém a hidratação das estacas. Em algumas espécies a aplicação de AIB nas estacas não influenciou na taxa de sobrevivência, como exemplo a pitaya vermelha (BASTOS et al., 2006) e a goiabeira (COLOMBO et al., 2008). No entanto, em outras espécies como a corticeira do banhado, o uso de AIB a partir de 100 mg L^{-1} reduziu a mortalidade e favoreceu o enraizamento, quando utilizadas estacas herbáceas de plantas jovens (GRATIERI-SOSSELLA et al., 2008).

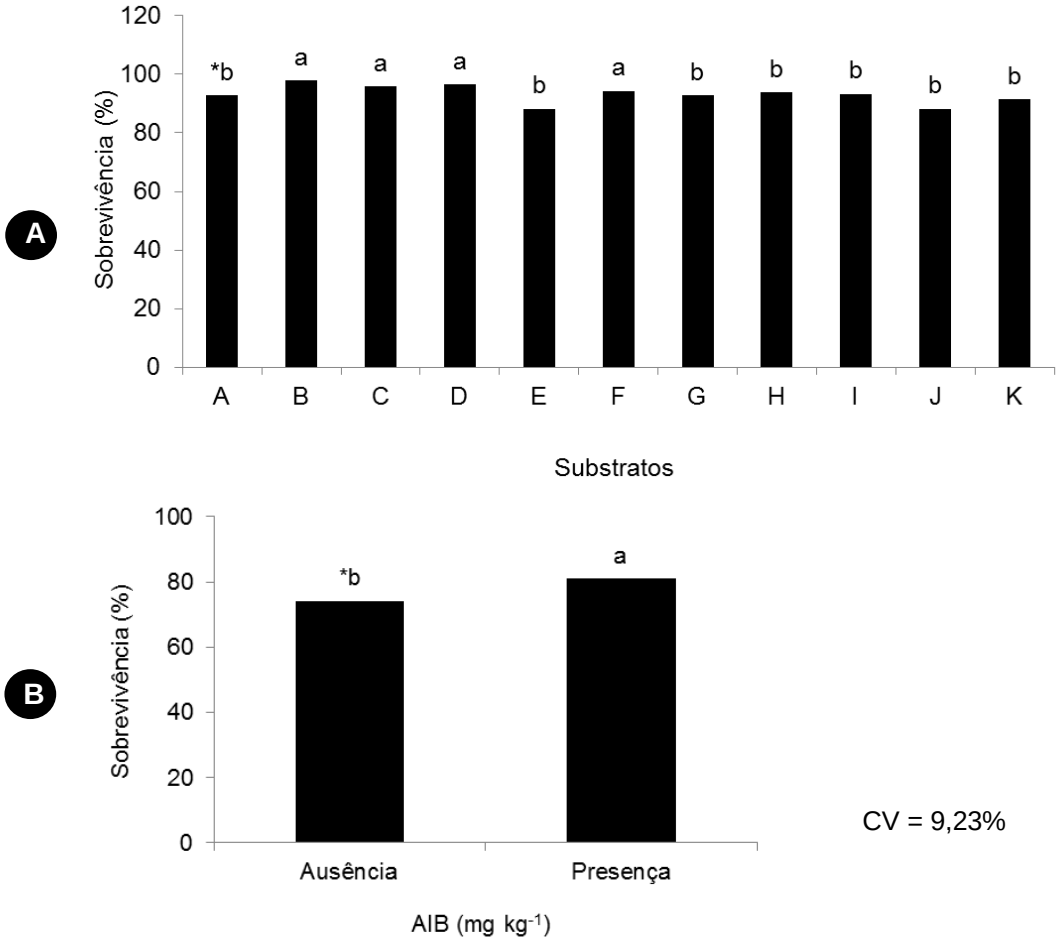


Figura 1. Sobrevivência (%) de estacas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina em diferentes substratos e tratadas ou não com AIB. (A) Efeito de substratos[(2)]. (B)

Efeito do AIB[(1)]. *Média seguidas pela mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey[(1)] e de agrupamento de Scott-Knott[(2)].
Substratos: A = terra + calcário + super simples + esterco bovino; B = Terra + calcário + super simples + esterco de galinha; C = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco bovino; D = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco de galinha; E = terra + munha de café; F = terra + munha de café + calcário + super simples; G = Terra + munha de café + super simples + esterco bovino; H = terra + munha de café + calcário + super simples + esterco bovino; I = terra + palha de café + calcário + super simples; J = terra + palha de café + super simples + esterco bovino; K = terra + palha de café triturada + calcário + super simples + esterco bovino.

Magesvisk et al. (2011), ao estudarem a propagação vegetativa por estaquia de espécies nativas do gênero *Piper*, avaliaram o uso de várias concentrações de AIB (0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg kg^{-1}), e encontraram taxa de sobrevivência de 100% (*Piper arborium*), 98% (*Piper amplum*) e 89% (*Piper* sp.) aos 45 dias após o transplantio, não havendo diferença significativa na sobrevivência com o uso AIB. Secundino (2012), também verificou altos índices de sobrevivência (99,3%) em estacas de *P. nigrum* cvs. Bragantina, Iaçará e Guajarina, independente das concentrações de AIB.

O enraizamento basal ou nodal de estacas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina formaram, em relação aos substratos, dois grupos, sendo o primeiro pelos substratos A (59,96%), B (57,42%), D (64,06%), F (58,98%), H (58,20%), I (66,21%) e K (67,96%) e o segundo pelos substratos C (50,19%), E (53,90%), G (47,46%) e J (46,09%) (Figura 2A). Verifica-se, portanto, que as maiores médias para esta característica foram encontradas em ordem decrescente nos substratos K, I e D, onde a maior, 68% (K), apresenta suplementação orgânica de palha de café triturada e esterco bovino e mineral de calcário e super simples. Verifica-se, portanto, que a cv. Bragantina apresentou certa dificuldade no processo de enraizamento adventício, com perdas que variam de 22,04% para o substrato K e 53,91% para o substrato J. Isto reflete em custos com substratos, água, auxina, defensivos e mão-de-obra para o viveirista. Sharangi & Kumar (2011) verificaram melhor desempenho de estacas enraizadas da pimenteira-do-reino cv. Bragantina BR361 (Panniyur-1), quando a campo recebem suplementação de matéria orgânica (25%) com uréia (75%).

A presença de AIB (4000 mg kg^{-1}) é indispensável ao enraizamento adventício de estacas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina atingindo 76,63%, já

que o enraizamento na ausência foi de 27,75% (Figura 2B). Serrano et al. (2012) utilizaram AIB (2,0 g kg^{-1}) e areia lavada no enraizamento de estacas de *P. nigrum* cvs. Guajarina, Iaçará e Cingapura. Husen & Pal (2007) verificaram, no enraizamento de *Tectona grandis* L., maior efeito do AIB em relação ao ANA e que a concentração de 4000 mg L^{-1} foi a mais eficiente. Em *Pongamia pinnata* a eficácia das auxinas foi da ordem AIB>ANA>AIA, quando aplicadas isoladamente (KESARI et al., 2009). Estes relatos informam que em muitas espécies o emprego do AIB é muito mais eficiente, quando comparado às demais auxinas sintéticas.

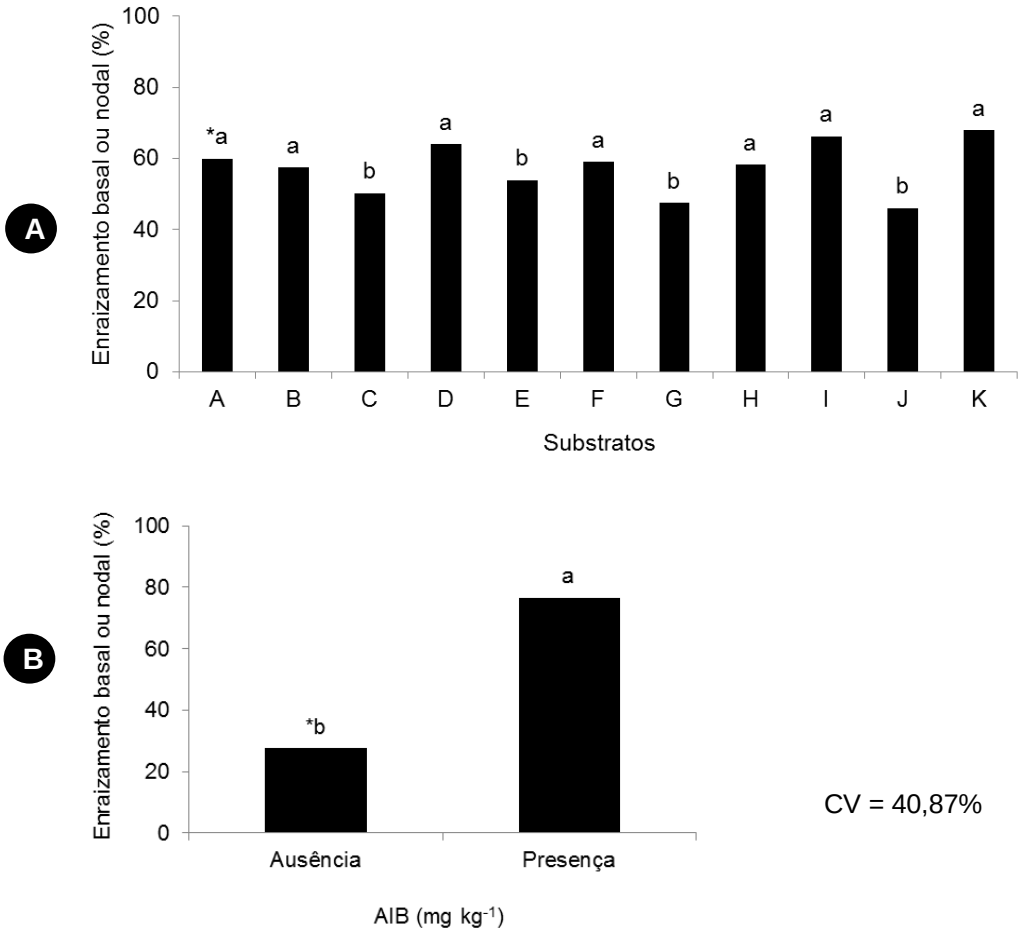


Figura 2. Enraizamento basal ou nodal (%) de estacas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina em diferentes substratos e tratadas ou não com AIB. (A) Efeito de substratos(2). (B) Efeito do AIB(1). *Média seguidas pela mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey(1) e de agrupamento de Scott-Knott(2).

Substratos: A = terra + calcário + super simples + esterco bovino; B = Terra + calcário + super simples + esterco de galinha; C = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco bovino; D = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco de galinha; E = terra + munha de café; F = terra + munha de café + calcário + super simples; G = Terra + munha de café + super simples + esterco bovino; H = terra + munha de café + calcário + super simples + esterco

bovino; I = terra + palha de café + calcário + super simples; J = terra + palha de café + super simples + esterco bovino; K = terra + palha de café triturada + calcário + super simples + esterco bovino.

Muitos fatores exógenos e endógenos regulam a formação de raízes adventícias, tais como Ca^{2+}, açúcares, auxina, poliaminas, etileno, óxido nítrico, peróxido de hidrogênio, monóxido de carbono, cGMP, MAPKs, e peroxidase. Imagina-se que estes mediadores funcionam como sinalização e a auxina media a transdução de sinal, durante a formação de raízes adventícias (LI et al., 2009). O tratamento com auxinas aumenta o acúmulo de açúcares na base das estacas e, conseqüentemente, estimula mais fortemente a formação de raízes adventícias (AGULLÓ-ANTÓN et al., 2011). Husen & Pal (2007) sugerem que o AIB parece ativar o metabolismo de açúcar para a liberação de energia, proteínas e atividade da peroxidase necessárias para a divisão e diferenciação celular durante o início da formação do primórdio radicular ou desenvolvimento na zona de enraizamento de estacas caulinares.

Estacas de pimenteira-do-reino quando colocadas para enraizar podem apresentar emissão de raízes tanto na região basal quanto na nodal, ou nas duas regiões. Neste experimento verificou-se que o uso do AIB promoveu significativamente maior porcentagem de estacas que emitiram raízes apenas na região basal (29,68%), em detrimento da porcentagem sem o uso de AIB (9,24%), assim como foi estatisticamente superior a porcentagem de estacas que emitiram raízes nas duas regiões (53,55%) no uso do AIB e apenas 1,85% sem a auxina. No entanto, a porcentagem de estacas que emitiram raízes apenas na região nodal não foi estatisticamente diferente com ou sem o uso de AIB. Quando analisado apenas os substratos também não se verificou diferença significativa.

Não houve diferença estatística entre os diferentes substratos estudados quanto ao número de raízes nodais, e portanto, todos pertencem a um único agrupamento (Figura 3A). Por outro lado, esta característica é influenciada pela uso do AIB. Sua presença resultou na emissão de 1,61 raízes, na sua ausência a média foi de 0,57 raízes por estaca (Figura 3B). Isto indica que o uso da auxina é indispensável na formação destas raízes, apesar de reconhecer, que a região nodal, na axila foliar, ocorre a emergência de gemas meristemáticas vegetativas, produtoras de ácido indol-acético (AIA). Todavia, neste caso, parece ocorrer baixa produção da auxina responsável pela protrusão de raízes adventícias.

Ao analisar o número de raízes basal e total, comprimento de raízes basal e nodal, volume total de raízes e massa seca total de raízes verificou-se interação significativa entre substratos e uso de AIB. Neste caso, verifica-se em todos os substratos que, tanto para a formação, quanto para o crescimento em tamanho, volume e massa de raízes basal e total o emprego da auxina foi superior à sua ausência (Tabela 4).

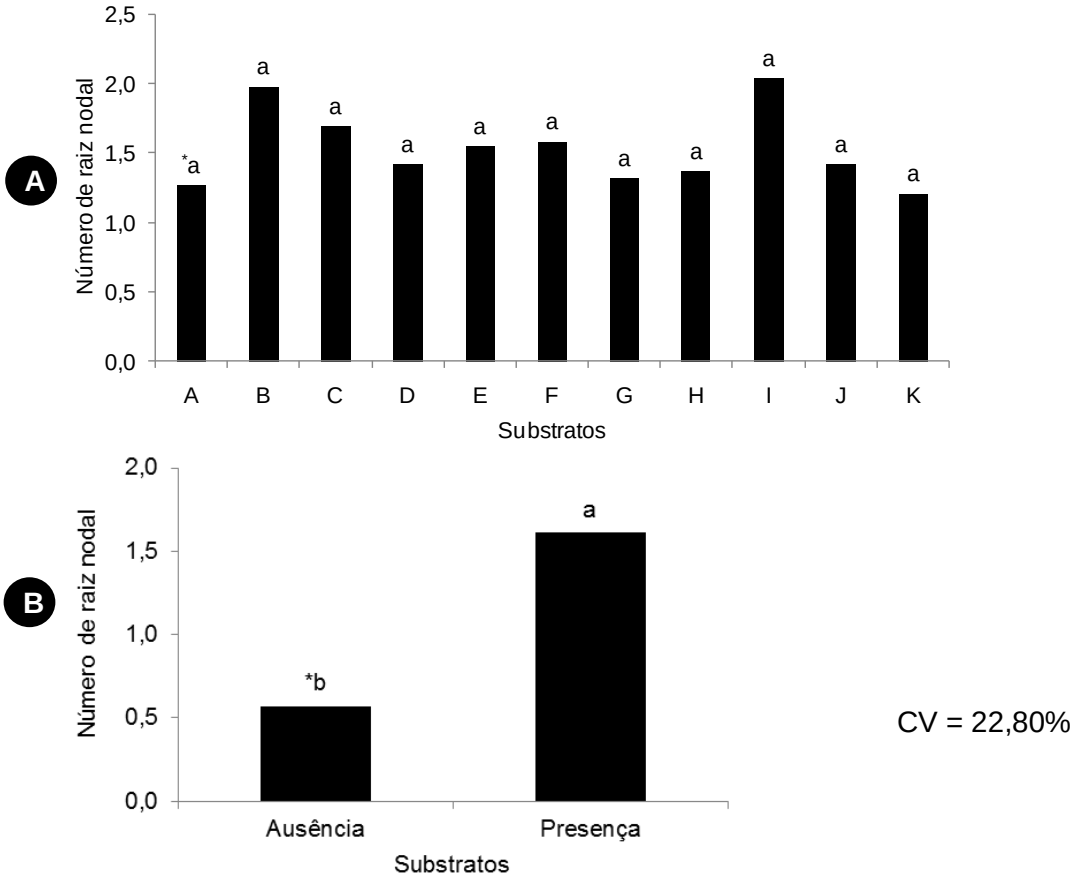


Figura 3. Número de raiz nodal de estacas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina em diferentes substratos e tratadas ou não com AIB. (A) Efeito de substratos[(2)]. (B) Efeito do AIB[(1)]. *Média seguidas pela mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey[(1)] e de agrupamento de Scott-Knott[(2)].
Substratos: A = terra + calcário + super simples + esterco bovino; B = Terra + calcário + super simples + esterco de galinha; C = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco bovino; D = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco de galinha; E = terra + munha de café; F = terra + munha de café + calcário + super simples; G = Terra + munha de café + super simples + esterco bovino; H = terra + munha de café + calcário + super simples + esterco bovino; I = terra + palha de café + calcário + super simples; J = terra + palha de café + super simples + esterco bovino; K = terra + palha de café triturada + calcário + super simples + esterco bovino.

Com o uso do AIB, na característica número de raízes basais os substratos foram agrupados em três grupos, o primeiro formado pelos substratos A (11,21), D (13,38), E (10,91), F (10,73), H (11,28), I (13,58) e K (11,60), o segundo pelos substratos B (8,06) e G (8,75) e o terceiro pelos substratos C (6,26) e J (5,18). O número de raízes totais formou três grupos: o primeiro pelos substratos D (15,77) e I (17,43), o segundo pelos substratos A (12,53), B (11,57), E (13,42), F (13,28), G (10,98), H (13,31) e K (13,53) e o terceiro pelos substratos C (8,93) e J (7,08) (Tabela 4).

Dentre os substratos que apresentaram maior média quanto ao número de raízes basal e total, o D apresentou pH de 6,3 (Tabela 3), o que segundo Abreu et al. (2012) está entre a faixa geralmente recomendada para a maioria das culturas (5,0 a 6,5). O I é um dos mais ricos em matéria orgânica, um dos que apresentaram maior porosidade total, espaço de aeração, menor densidade (Tabela 3) e maior respiração basal (Figura 4), mesmo com pH 7,2, um dos mais elevados dentre os substratos estudados, possivelmente, pelo uso do calcário, e mesmo assim apresentou alta atividade microbiana. Thankaman et al. (2008) verificaram superioridade da mistura de solo + areia + esterco de curral (2:1:1 v/v/v) solarizada na redução de doenças e no aumento do crescimento de raízes de *P. nigrum*, o que indica que em misturas envolvendo solo e compostos orgânicos são necessárias técnicas de eliminação de microrganismos fitopatogênicos.

A matéria orgânica é fundamental como fonte de substância húmicas fundamentais na emissão e no crescimento de raízes.

As substâncias húmicas isoladas da matéria orgânica do solo têm sido usadas como estimuladores do metabolismo, em que os ácidos húmicos mais estáveis, isolados de solos em estádio de intemperismo menos avançado, com argila de alta atividade e alta saturação por bases, resultaram em melhores estimulantes fisiológicos das plantas de *Arabidopsis thaliana* L. (BALDOTTO et al., 2011). Segundo Baldotto et al. (2012), a aplicação de ácidos húmicos acelerou o processo de enraizamento adventício das estacas de cróton (*Codianeum variegatum* L. Rumph) e hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis* L.).

Outro fator importante na qualidade do sistema radicular é o comprimento da maior raiz, pois permite a exploração de maiores áreas, favorecendo a absorção de nutrientes e água. De acordo com a Tabela 4, confirma-se que o uso de AIB (4000 mg kg^{-1}) estimulou o comprimento das raízes da pimenteira-do-reino cv. Bragantina,

independentemente do substrato que foi utilizado. Resultados semelhantes foram encontrados em experimento com a espécie *Laurus nobilis* L., que ao utilizar estacas semilenhosas com quatro folhas obtiveram raízes com maior comprimento, quando tratadas com AIB (2000 mg L^{-1}) (FOCHESATO et al., 2006). Estudos mostram que na propagação vegetativa do porta enxerto da videira 'IAC572-Jales', o uso do AIB (1500 e 2000 mg L^{-1}) em estacas com folha, influenciou significativamente, aumentando o comprimento da maior raiz (FARIA et al., 2007).

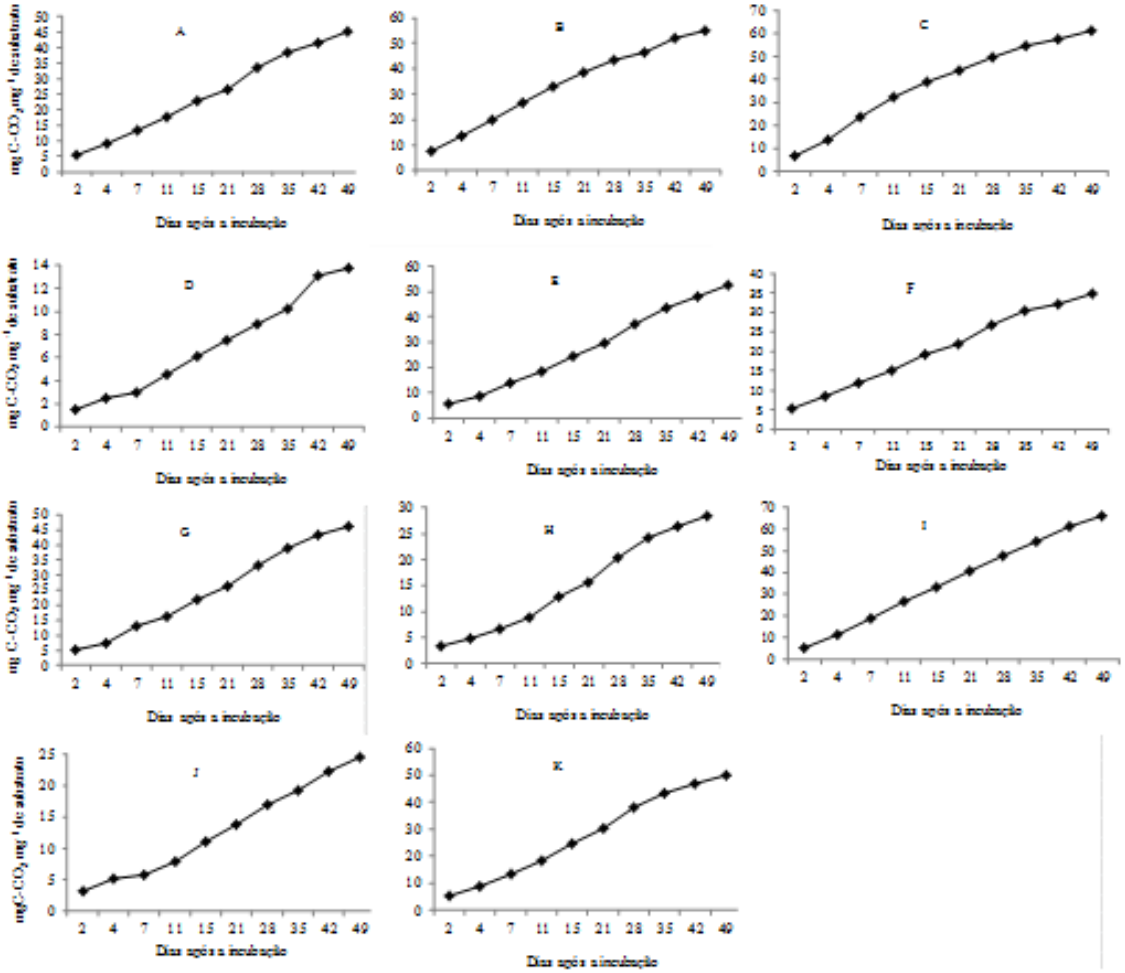


Figura 4. Respiração basal (mg C-CO_2 mg^{-1} de substrato) nos substratos utilizados nos viveiros de pimenteira-do-reino localizados no Norte do Espírito Santo.
Substratos: A = terra + calcário + super simples + esterco bovino; B = Terra + calcário + super simples + esterco de galinha; C = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco bovino; D = terra + calcário + super simples + cloreto de potássio + esterco de galinha; E = terra + munha de café; F = terra + munha de café + calcário + super simples; G = Terra + munha de café + super simples +

esterco bovino; H = terra + munha de café + calcário + super simples + esterco bovino; I = terra + palha de café + calcário + super simples; J = terra + palha de café + super simples + esterco bovino; K = terra + palha de café triturada + calcário + super simples + esterco bovino.

Com o uso do AIB, na característica comprimento (cm) da maior raiz basal os substratos foram agrupados em três grupos: o primeiro formado pelos substratos D (10,75), I (10,01), K (10,45), o segundo pelos substratos A (8,59), B (8,14), C (7,61), E (9,11), F (8,42), G (7,57) e H (8,82) e o terceiro apenas pelo substrato J (4,40). O comprimento (cm) da maior raiz nodal formou dois grupos, o primeiro pelos substratos D (8,33) e I (8,23), o segundo pelos substratos A (5,39), B (6,37), C (6,84), E (5,76), F (6,90), G (6,44), H (6,39), J(4,63) e K (6,54) (Tabela 4). Cabendo ressaltar ainda que o substrato K foi o que melhor promoveu o crescimento das raízes sem aplicação de AIB, que foi estatisticamente diferente aos demais substratos. Este substrato é um dos que apresentou maior respiração basal, ou seja, liberação de CO_2 via degradação de matéria orgânica pela ação de enzimas como a desidrogenase, uréases e fosfatases, responsáveis por tornar disponíveis os elementos minerais como o N, P e vários micronutrientes como o Zn, o que no presente trabalho apresentou-se com níveis mais baixos em relação aos demais. Entretanto, pode ter sido suficiente para atuar na síntese de triptofano, que é o precursor do ácido indolacético (AIA), e que juntamente com o B pode ter favorecido a rizogênese das estacas de *P. nigrum* cv. Bragantina (OLIVEIRA et al., 2010).

Em outras cultivares de *P. nigrum*, Serrano et al. (2012) verificaram diferença estatística no comprimento da maior raiz entre as cvs. Guajariana (41,6 cm) e Iaçara (49,2 cm), embora sem diferença significativa entre eles e a cv. Cingapura (44,9 cm), sob as mesmas condições de tratamento, inclusive com o uso de auxina (2000 mg kg^{-1}) após 120 dias da repicagem. No presente trabalho, a média de comprimento da maior raiz para a cv. Bragantina com uso de AIB (4000 mg kg^{-1}) foi de 8,53 cm, e sem a utilização de AIB, foi de 1,02 cm por estaca, após 105 dias do plantio. Essa diferença nos valores entre a cv. Bragantina e a outras cultivares, em parte pode ser explicada pelo caráter genético já observado por Secundino (2012).

O substrato I, que se destacou quanto ao crescimento de raízes, apresenta granulometria com maior porcentagem de partículas grandes (64,4% maior que 1

mm), destaca-se, entre os demais, quanto à porosidade total, e entre as menores densidades (Tabela 3), além de ter sido o que proporcionou a maior respiração basal (Figura 4).

O volume total de raízes por estaca mostra a proporção de raízes desenvolvidas, que irão atuar na arquitetura da planta, para a sua sustentabilidade, que irão promover a nutrição e a hidratação do vegetal. De acordo com a Tabela 4, verifica-se que o uso de AIB proporcionou estatisticamente significativo no volume total de raízes nas estacas plantadas em todos os substratos utilizados. Resultados semelhantes foram encontrados na propagação do pessegueiro, utilizando o AIB em estacas semilenhosas, que melhorou a qualidade do sistema radicular, inclusive o volume total (OLIVEIRA et al., 2005). Em ambos os casos, possivelmente essa característica foi melhorada pela antecipação da formação de raízes, o que possibilita maior período de crescimento.

Nesta característica avaliada, cita-se como positiva, as estacas tratadas com AIB e plantadas nos substratos D e I, e como negativa as estacas plantadas no substrato J, que também foi o menos eficaz na promoção da maior raiz basal. Porém, na ausência de AIB o substrato que promoveu maior volume de raízes foi o substrato K, o qual foi destaque em relação ao maior comprimento de raiz basal por estaca, sem a utilização do AIB (Tabela 4).

A baixa qualidade no sistema radicular formado nas estacas do substratro J pode estar relacionada à deficiência de calcário na sua composição (Tabela 1), que manteve pH mais ácido (5,4), acidez total elevada (2,6 $cmol_c$ dm^{-3}), e apresentou a menor saturação por bases entre os substratos (77,1%), (Tabela 2). Entretanto, a presença do calcário na produção de mudas de *Psidium guajava* L. beneficiou o sistema radicular, sendo altamente responsiva ao cálcio, aumentando o comprimento de acordo com o aumento da dose de calcário (PRADO & NATALE, 2004).

O uso do AIB, neste experimento, foi primordial para melhorar à massa seca do sistema radicular das estacas da pimenteira-do-reino cv. Bragantina (Tabela 4), que é um dos fatores de qualidade mais importantes, por indicar o quanto a planta está sendo eficaz na produção e translocação de fotoassimilados, até a região distal da estaca e que já está sendo auto suficiente no crescimento, não dependendo mais de reservas da estaca ou da folha para se desenvolver.

Em outras espécies também foi verificado o mesmo comportamento como em estacas semilenhosas de pessegueiro cv. Okinawa, tratadas com AIB, que apresentaram melhor qualidade no enraizamento em todas as características avaliadas, inclusive na quantidade de massa seca (AGUIAR et al., 2005). Na propagação vegetativa do porta enxerto da videira cv. IAC572-Jales, o uso do AIB (1500 e 2000 mg L^{-1}) em estacas com folha influenciou estatisticamente, melhorando a massa seca do sistema radicular (FARIA et al., 2007). Na estaquia de *Psidium guajava* L. cv. Século XXI, a aplicação de 2000 mg L^{-1} de AIB promoveu melhora significativa na qualidade do sistema radicular, inclusive na massa seca (YAMAMOTO et al., 2010)

No caso da pimenteira-do-reino, Serrano et al (2012) verificaram diferença estatística na massa seca do sistema radicular dos cvs. Guajariana (2,12 g), Iaçara (1,42 g) e Cingapura (0,56 g), sob as mesmas condições de tratamento, inclusive com o uso de AIB (2,0 g kg^{-1}) após 120 dias da repicagem, mostrando a especificidade de cada cultivar dentro de uma mesma espécie. E neste experimento a média de massa seca para a cv. Bragantina com uso de AIB (4000 mg kg^{-1}) foi de 0,36 g e sem a utilização de AIB foi de 0,024 g por estaca, após 105 dias do plantio. Essa diferença nos valores entre a cv. Bragantina e a outras também foi verificada por Secundino (2012), que foi atribuída as cultivares.

Verifica-se na Tabela 4 que ocorreu diferença significativa na massa seca total do sistema radicular, com o uso de AIB. De acordo com os substratos, obteve-se quatro grupos, sendo o primeiro formado pelos substratos D (505,62 mg), I (460,7 mg), o segundo pelos substratos A (345,00 mg), B (373,75 mg), E (343,75 mg), F (398,75 mg), G (379,37 mg) e K (408,12 mg), o terceiro pelos substratos C (276,25 mg) e H (309,37 mg) e o quarto pelo substrato J (168,12 mg). No tratamento com ausência da auxina todos os substratos tiveram um comportamento similar, sem diferença significativa.

A utilização de restos vegetais ou compostos orgânicos nos substratos eleva a porosidade, possibilitando o escoamento rápido da água, impedindo a baixa oxigenação nas raízes (ARRUDA et al., 2007). Possivelmente, a pouca drenagem nos substratos C (26,7% de AR 100cm) e H (32,3% de AR 100cm) aliada a um reduzido espaço de aeração 5,7 e 2,9%, respectivamente, tenham colaborado para a redução da qualidade do sistema radicular das estacas nesses substratos, no presente trabalho (Tabela 3).

Na porcentagem de brotação, o uso de AIB promoveu uma média de 14,41% de estacas brotadas, enquanto o tratamento sem AIB promoveu 55,82% de estacas brotadas, sugerindo assim que o AIB (4000 mg kg^{-1}) não favoreceu a emissão de brotos na estaca, após 105 dias do plantio nos diferentes substratos. Em gêneros nativos de *Piper*, a utilização de AIB tendeu a reduzir a porcentagem de brotação em estacas herbáceas (MAGESVSKI et al., 2011).

No estudo de cultivares de amoreira preta, a aplicação de AIB desfavoreceu o enraizamento e a brotação das estacas caulinares (CAMPAGNOLO & PIO, 2012). Similarmente, em estacas caulinares de figueira que sofreram ferimento na base podem estar correlacionada ao esgotamento das reservas na estaca, em função do elevado número de raízes emitidas com exposição ao AIB (PAULETTI et al., 2010).

Porém, a utilização de AIB (2000 mg L^{-1}) na propagação vegetativa de preciosa (*Aniba canellila* (H.B.K.) MEZ), estimulou o enraizamento, a sobrevivência e a brotação das miniestacas (SAMPAIO et al., 2010). Provavelmente a concentração de AIB utilizada permitiu um equilíbrio entre os hormônios promotores de crescimento, favorecendo o crescimento tanto do sistema radicular como da parte aérea da estaca.

Quando são analisados os substratos, na característica porcentagem de brotação, ao usar AIB, estes formaram três grupos, o primeiro pelos substratos A (28,12%), H (33,59%) e I (33,20%), o segundo pelos substratos B (9,37%), C (7,03%), D (9,76%), E (9,37%), F (7,81%), G (9,37%) e J (10,93%) e o terceiro pelo substrato K (0,00%). E quando não foi utilizado AIB os substratos formaram dois grupos, o primeiro pelos substratos A (61,72), B (59,37), C (64,06), E (71,48), F (58,59), H (64,84), I (62,50) e o segundo pelos substratos D (41,40), G (45,70), J (7,08) e o K (0,00) (Tabela 4).

Verifica-se que o substrato J, independente do uso ou não de AIB, apresentou menos de 10% de estacas brotadas (Tabela 4), confirmando o baixo desempenho desse substrato na produção de mudas de pimenteira-do-reino, haja a vista que também não promoveu um bom enraizamento, discordando do substrato K, que não apresentou brotação nas estacas, porém em relação ao enraizamento esteve sempre presente no grupo dos melhores de acordo com a característica analisada, inclusive sem a utilização de AIB. No caso do substrato K, a sua eficiência na ausência da auxina muito provavelmente pode ter sido pela degradação bioquímica da cafeína, por microrganismos considerando que alguns

apresentam a capacidade de crescer na presença e a sua sobrevivência estaria relacionada com a capacidade de degradar o alcalóide (SUNDAR-RAJ & DHALA, 1965), como por exemplo, a bactéria *Pseudomonas putida* (BURR & CÉSAR, 1985), já que a respiração basal neste substrato foi uma das maiores (Figura 4).

Analisando as características químicas (Tabela 2) e físicas (Tabela 3) dos substratos J e K verificam-se diferenças em vários fatores analisados desde a granulometria até o pH dos substratos, características que podem estar influenciando na grande diferença na taxa de respiração basal entre os dois substratos (Figura 4), sendo a taxa no substrato J bem inferior a do substrato K. Isso sugere que no substrato K ocorreu uma rápida decomposição do material orgânico adicionado, sendo os nutrientes mineralizados e disponibilizados para as mudas em menor tempo, e neste caso, favorecendo o desenvolvimento radicular e consequentemente a sobrevivência das estacas, independente do uso do AIB.

As atividades metabólicas relevantes para o crescimento das plantas são realizadas pelos microorganismos do solo, que também estão presentes na rizosfera (ANDRADE & SILVEIRA, 2004).

No presente trabalho (Figura 4) pode-se verificar que os substratos que estão com maior frequência num grupo que proporcionou melhor qualidade ao sistema radicular das estacas foram os substratos D, I, e K, e que segundo a respiração basal, apresentaram atividades metabólicas mais baixas, altas e altas, respectivamente. Apesar da atividade microbiana ter sido diferente, se comparado o substrato D com o I e K, possivelmente, no primeiro substrato o tipo e nos dois últimos, o número e o tipo de microrganismos possa ter influenciado positivamente na qualidade do sistema radicular. Os microrganismos no solo sofrem várias influências decorrentes das alterações do pH, da umidade, da aeração, da temperatura e da disponibilidade de nutrientes no efeito isolado ou no somatório dos referidos fatores (PEREIRA et. al., 2000)

Os substratos C e J, que estiveram presentes com mais frequência nos grupos que apresentaram o pior desempenho na qualidade do sistema radicular, mostraram índices bem diversos na taxa de respiração basal. O C apresentou uma taxa quase que o triplo da ocorrida no J (Figura 4), mesmo considerando que a correção do solo pela calagem reduziu a frequência de fungos no solo em média 26,8%, sugerindo que esses tipos de microrganismos são mais tolerantes a solos mais ácidos que as bactérias (SANOMIYA & NAHAS, 2003).

Conclusões

O AIB (4000 mg kg^{-1}), melhorou o enraizamento das estacas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina, em todas as características analisadas;

Os substratos utilizados na produção comercial de mudas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina pelos viveiristas legalizados junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento possuem características físicas, químicas e biológicas diferentes, que interferem significativamente no enraizamento das estacas, independente do uso de AIB;

A retenção foliar não é fator limitante para a sobrevivência e enraizamento da pimenteira-do-reino cv. Bragantina, na propagação vegetativa por estaquia;

A retenção foliar não exerce influência no enraizamento e na qualidade do enraizamento da estaca na ausência de AIB;

As diferentes fontes de matéria orgânica utilizadas na composição dos substratos, não influenciaram a porcentagem e qualidade do enraizamento;

Os substratos constituídos por terra+calcário+super simples+cloreto de potássio+esterco de galinha (D) e terra+palha de café+calcário+super simples (I) são os recomendados para enraizamento de pimenteira-do-reino;

O substrato constituído por terra+palha de café triturada+calcário+super simples+esterco bovino (K) apresentou melhor desempenho no enraizamento sem o uso de AIB.

Referências

AGUIAR, R. S. de.; SANTOS, C. E.; ZIETEMANN, C.; ASSIS, A. M. de.; MORAIS, V. J. de.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas semilenhosas do pessegueiro 'Okinawa' submetidas a diferentes dosagens de ácido indolbutírico. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 3, p. 461-466, 2005.

ABREU, M. F de; DIAS, R. da S.; ABREU, C. A. de; GONZALEZ, A. P. Reavaliação dos critérios constantes na legislação brasileira para análise de substratos. **Bragantina**, v. 71, n. 1, p. 106-111, 2012.

AGULLÓ-ANTÓN, M. A.; SÁNCHEZ-BRAVO, J.; ACOSTA, M.; DRUEGE, U. Auxins or 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.

ALCANTARA, G. B.; OLIVEIRA, Y.; LIMA, D. M.; FOGAÇA, L. A.; PINTO, F.; BIASI, L. A. Efeito dos ácidos naftaleno acético e indolilbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L.) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 12, n. 3, p. 317-321, 2010.

ANDRADE, S. A. L. de.; SILVEIRA, A. P. D. da.; Biomassa e atividade microbiana do solo sob influência de chumbo e da rizosfera da soja microrrizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 39, n. 12, p. 1191-1198, 2004.

ARRUDA, M. R.; PEREIRA, J. C. R.; MOREIRA, A.; TEIXEIRA, W. G. Enraizamento de estacas herbáceas de guaranazeiro em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 236-241, 2007.

BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; SOARES, R. R.; MARTINEZ, H. E. P.; VENEGAS, V. H. A. Adventitious rooting in cuttings of croton and hibiscus in response to indolbutyric acid and humic acid. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 476-483, 2012.

BALDOTTO, M. A.; MUNIZ, R. C.; BALDOTTO, L. E. B.; DOBBSS, L. B. Root Growth of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. treated with humic acids isolated from typical soils of Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 504-511, 2011.

BASTOS, D. C; PIO, R.; SCAPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P de.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da pitaya vermelha por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.

BIASI, L. A.; BOSZCZOWSKI, B. Propagação por estacas semilenhosas de *Vitis rotundifolia* cvs. Magnólia e Topsail. **Revista Brasileira Agrociência**, v.11, n.4, p. 405-407, 2005.

BURR, T. J.; CAESAR, A. Beneficial plant bacteria. **CRC Critical Review in Plant Science**, v. 2, p. 1-20, 1985.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de amoreira-preta coletadas em diferentes épocas, armazenadas a frio e tratadas com AIB. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 232-237, 2012.

COLOMBO, L. A.; TAZIMA, Z. H.; MAZZINI, R. B.; ANDRADE, G. A.; KANAYAMA, F. S.; BAQUERO, J. E.; AULER, P. A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 539-546, 2008.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: análise multivariada e simulação.** Viçosa-MG: Editora UFV, 2006. 175p, 2006.

FARIA, A. P.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; RODRIGUES, E. B.; SILVA, J. V. da.; SACHS, P. J. D.; CAMOLESI, M. R., UNEMOTO, L. K. Enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira 'IAC 572-Jales' tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 393-398, 2007.

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

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

HUSEN, A.; PAL, M. Metabolic changes during adventitious root primordium developmentin *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.

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**, v. 23, n. 3, p. 597-604, 2009.

LIMA, J. D.; LIMA, A. P. de S.; BOLFARINI, A. C. B.; SILVA, H. M. da. 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, 2011.

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

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 nigrun*). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais,** v.13, especial, p. 559-563, 2011.

MACHADO, M. P.; MAYER, J. L. S.; RITTER, M.; BIASI, L.A. Ácido indolbutirico no enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxeto de videira 'VR043-43' (*Vitis*

vinífera x *Vitis rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 476-479, 2005.

MATHEW, P. J.; MATHEW, P. M.; KUMAR, V. Graph clustering of *Piper nigrum* L. (black pepper). **Euphytica**, v. 118, p. 257–264, 2001.

OLIVEIRA, A. P. de, NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O.; Qualidade do sistema radicular de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 346-348, 2005.

OLIVEIRA, M. C. de.; NETO, J. V.; PIO, R.; OLIVEIRA, A. F. de; RAMOS, J. D. Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 337-344, 2010.

PAULETTI, D. R.; PIO, R.; BARBOSA, W.; CHAVES, E. A.; KOTZ, T. E. Enraizamento de segmentos nodais caulinares de figueira. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 877-881, 2010.

PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C. P.; GAVA, C. A. T. Efeito do cultivo da soja na dinâmica da população bacteriana em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1183-1190, 2000.

PIZZATO, M.; JUNIOR, A. W.; LUKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D. A.; MAZARO, S.M. Influência do uso do AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 487-492, 2011.

PRADO, R.M.; NATALE, W. Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p.1007-1012, 2004.

SÁ MENDONÇA, E. de; MATOS, E. da S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises.** Viçosa: Editora UFV, 2005, 107p.

SANOMIYA, L. T.; NAHAS, E. Microrganismos produtores de hidrolases envolvidos nas transformações dos compostos do carbono e do nitrogênio do solo. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 835-842, 2003.

SAMPAIO, P. de T. B.; SIQUEIRA, J. A. S. de; COSTA, S.; BRUNO, F. M. S. Propagação vegetativa por miniestacas de preciosa (*Aniba canellila* (H.B.K.) MEZ). **Acta Amazônica**, v. 40, n. 4, p. 687-692, 2010.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jabuticabeira por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 577-583, 2010.

SECUNDINO, W. **Propagação vegetativa da pimenteira-do-reino: avaliação de cultivares, níveis de AIB e substratos**. 2012. 58f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus-ES. 2012.

SERRANO, L. A. L.; MARINATO, F. A.; MAGIERO, M.; STURM, G. M. Produção de mudas de pimenteira-do-reino em substrato comercial fertilizado com adubo de liberação lenta. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 512-517, 2012.

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, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. Brasília, EMBRAPA Informação Tecnológica. 2009. 627p.

SUNDAR-RAJ, C. V.; DHALA, S. Effect os naturally occurring xanthines on bacteria. I.Antimicrobial action and potenting effect on antibiotic spectra. **Applied Microbiology**, v. 13, p. 432-436, 1965.

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 nursey. **Journal of Spicies and Aromatic Crops**, v. 17, n. 2, p. 103-108, 2008.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. de S.; SORACE, M.; RACHID, B.F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1037-1042, 2010.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. 'Paluma' e 'Século XXI'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 31-36, 2007.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Nenhum dos viveiros investigados utiliza substratos comerciais;

Nenhum dos jardins clonais investigados utiliza tela antiafídica;

Alguns viveiristas utilizam reguladores de crescimento do grupo químico citocinina+giberelina+auxina para o enraizamento adventício das estacas;

No mercado há carência de produtos fitossanitários registrados para uso na produção de mudas de pimenteira-do-reino;

Não há consenso entre os viveiristas, quanto ao melhor nível de sombreamento para os jardins clonais e viveiros;

A maior parte dos viveiristas prepara seu próprio substrato, de acordo com a orientação técnica, porém adaptando de acordo com suas experiências com a cultura;

Já é praticamente consenso entre os viveiristas que a muda pode ser feita a partir de estacas com apenas um nó, sempre com a presença de gavinha e com uma folha;

Não há um padrão de tamanho das mudas, principalmente relacionadas à quantidade de folhas;

Não há um trabalho de aclimatação de mudas antes de serem transplantadas para o campo;

Para a maioria dos viveiristas, o processo de produção de mudas de pimenteira-do-reino, nas condições do Norte do Espírito Santo, é concluída entre 60 a 120 dias;

O tempo de produção de mudas e o seu tamanho são determinantes no valor final;

A maioria dos viveiristas não segue um padrão de normas técnicas para a produção de mudas de pimenteira-do-reino.

O AIB (4000 mg kg^{-1}), melhorou o enraizamento das estacas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina, em todas as características analisadas;

Os substratos utilizados na produção comercial de mudas de pimenteira-do-reino cv. Bragantina pelos viveiristas legalizados junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento possuem características físicas, químicas e biológicas diferentes, que interferem significativamente no enraizamento das estacas, independente do uso de AIB;

A retenção foliar não é fator limitante para a sobrevivência e enraizamento da pimenteira-do-reino cv. Bragantina, na propagação vegetativa por estaquia;

A retenção foliar não exerce influência no enraizamento e na qualidade do enraizamento da estaca na ausência de AIB;

As diferentes fontes de matéria orgânica utilizadas na composição dos substratos, não influenciaram a porcentagem e qualidade do enraizamento;

Os substratos constituídos por terra+calcário+super simples+cloreto de potássio+esterco de galinha (D) e terra+palha de café+calcário+super simples (I) são os recomendados para enraizamento de pimenteira-do-reino;

O substrato constituído por terra+palha de café triturada+calcário+super simples+esterco bovino (K) apresentou melhor desempenho no enraizamento sem o uso de AIB.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, B. H.; AHMAD, N.; FAZAL, H.; MAHMOOD, T. Convention and moder propagation techniques in *Piper nigrum*. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, n. 1, p. 7-12, 2010.

ALUMIAR. **Pimenta-do-reino (*Piper nigrum*).** Disponível em: http://www.alumiar.com/saude/50-naturopatia/579-pimentadoreino.html acesso em 13 de janeiro de 2013.

ARAÚJO, F. P.; CASTRO NETO, M. T. Influência de fatores fisiológicos de plantas matrizes e de épocas do ano no pegamento de diferentes métodos de enxertia do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 752-755, 2002.

BASTOS, D. C; PIO, R.; SCAPARE FILHO, J. A.; ALMEIDA, L. F. P.; ENTELMANN, F. A.; ALVES, A. S. R. Tipo de estaca e concentração de ácido indobutírico na propagação da lichieira. **Ciência e Agrotecnológica**, v. 30, n. 1, p. 97-102, 2006.

BASTOS, D. C; MARTINS, A. B. G.; SCALOPPI JUNIOR, E. J.; SARZI, I.; FATINANSI, J. C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais e basais de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) sob condições de nebulização intermitente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 752-755, 2004.

BARBOSA, W.; PIO, R.; FELDBERG, N. P.; CHAGAS, E. A.; VEIGA, R. F. de. Enraizamento de estacas lenhosas de pereira tratadas com AIB e mantidas em ambiente de estufa tipo B.O.D. e de telado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 589-594, 2007.

BIASI, L. A. BOSZCZOWSKI, B. Propagação por estacas semilenhosas de *Vitis rotundifolia* cvs. Magnólia e Topsail. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 11, n. 4, p. 405-407, 2005.

BIONDI, D.; BREDOW, E. A.; LEAL, L. Influência do diâmetro de estacas no enraizamento de *Tecoma stans* (L.) Jus sex Kunth. **Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 277-282, 2008.

BORTOLINI, M. F.; DOBIGNIES, A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R. Enraizamento de estacas caulinares de Kudzu. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 135-140, 2007.

BREEN, P. J.; MURAOKA, T. Effect of indolbutyric acid on distribution of 14Cphotosynthaté in softwood cuttings on Matianna 2624 Plum. **Journal of the American Society Horticulture**, v. 42, p.153-155, 1985.

CARPENTER, W. J.; CORNELL, J. A. Auxin application duration and concentration govern rooting of hibiscus stem cuttings. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 117, n. 1, p. 68-74, 1992.

CASTRO, P. R. C.; MELOTTO, E.; SOARES, F. C.; PASSOS, I. R. S.; POMMER, C. V. Rooting stimulation in muscadine grape cuttings. **Scientia Agricola**, v. 51, n. 3, p. 436-440, 1994.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO – CEDAGRO. **Coeficientes técnicos e custos de produção na agricultura do estado do Espírito Santo.** Disponível em: http://www.cedagro.org.br/?page=pg_ coeficientes_planilhas. Acesso em: 13 de janeiro de 2013.

DIAS, R. M. S. L.; FRANCO, E. T. H.; DIAS, C. A. Enraizamento de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus acerifolia* (Aiton) Willdenow. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 2, p. 127-136, 1999.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; ARANTES, L. O.; PEREIRA, F. J.; JUNIOR, J. M. S. **Propagação assexuada de *Piper aduncum* L.: aspectos antômicos e histoquímicos envolvidos na rizogênese em diferentes substratos.** In: XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 2009.

DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, acido indolbutirico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 327- 333, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema de produção da pimenteira-do-reino.** Disponível em: http://sistemasdeproducao. cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/index.htm. Acesso em: 13 de janeiro de 2013.

FERREIRA, L. E.; ANDRADE, L. A. de; GONÇALVES, G. S.; SOUZA, E. P. DE.; FERREIRA, H. V. Diâmetro de estacas e substratos na propagação vegetativa de maniçoba, *Manihot glaziovii* Muell. Arg. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 393-402, 2010.

FRAZON, R. C.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 4, p. 515-518, 2004.

GALVÃO, A. O. **Efeito dos fitohormônios, IBA e ANA, no enraizamento de estacas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm).** 1985. 46 f. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal) Universidade Federal da Paraíba-Centro de Ciências Agrárias, Areia.

Gartner, B. L. Breakage and regrowth of Piper species in rain forest understory. **Biotropica**, v. 21, n.1, p. 303-307, 1989.

GOMES, G. A. C.; PAIVA, R.; SANTANA, J. R. F. de. Propagação de espécies lenhosas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 216, p. 12-15, 2002.

GOODE JUNIOR, D. Z.; LANE, R. P. Rooting leafy muscadine grape cuttings. **HortScience**, v. 18, n. 6, p. 944- 946, 1983.

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

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

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T. Plant propagation: principles and pratices. 7th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2002. 847 p.

HEBERLE, M. **Propagação *in vitro* e *ex vitro* de louro pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel).** 2010, 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2010.

HERRERA, T. I.; ONO, E. O.; LEAL, F. P. Efeito da auxina e boro no enraizamento adventício de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.). **Biotemas**, v. 17, n. 1, p. 65-77, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) **Produção agrícola municipal.** Disponível em: <http// www.sidra.ibge.gov.br>. Acessado em: 13 de dezembro de 2012.

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

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 Medicinais**, v. 13, especial, p. 559-563, 2011.

MAGEVSKI, G. C. **Propagação vegetativa de espécies do gênero Piper e suas potencialidades.** 2012. 64f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus-ES. 2012.

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

MATHEW, P. J.; MATHEW, P. M.; KUMAR, V. Graph clustering of *Piper nigrum* L. (black pepper). **Euphytica**, v. 118, p. 257–264, 2001.

MAYER, N. A; NACHTIGAL, J. C.; PEREIRA, F. M. Efeito do comprimento das estacas herbáceas de dois clones de umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc.) no enraizamento adventício. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 500-504, 2002.

MILANEZ, D.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J. **Cultura da pimenta-do-reino.** Vitória-ES, EMCAPA, 1987, 94 p. (Documento, 33).

NACHITIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C. Efeito de substratos e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de araçazeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 1, n. 1, p. 40-42, 1995.

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

OLIVEIRA, M. N.; LUNZ, A. M. P. **Coleta, conservação, caracterização e avaliação de genótipos de pimenta-longa (*Piper hispidinervium*) no estado do Acre.** p. 1-3, n. 86, EMBRAPA, 1986.

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

PASSO, S. A. Z. **Propagação vegetativa da jaboticabeira.** 2009. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Pato Branco, Paraná, 2009.

PESCADOR, R.; VOLTONI, A. C.; GIRARDI, C. G.; ROSA, F. A. F. da. Estaquia da 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.

PIMENTA, A. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; OLIVEIRA, B. H.; CARPANEZZI, A. A.; KOEHLER, H. S. **Interações entre reguladores vegetais, época do ano e tipos de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell) Pa.** Boletim de Pesquisa Florestal, v. s/n, n. 50, p. 53-67, 2005.

PIMENTEL, F. A.; LODI, N. V. **Recomendações técnicas para o enraizamento de estacas herbáceas de pimenteira-do-reino nas condições edafoclimáticas do Acre.** Comunicado técnico n. 62, 1994.

PIO, R.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; COELHO, J. H. C.; GONTIJO, T. C. A.; CARRIJO, E. P.; VILLA, F. Enraizamento adventício de estacas apicais de figueira e desenvolvimento inicial das plantas no campo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 213-219, 2004.

PORLINGIS, I. C.; THERIOS, I. Rooting response of juvenile and adult leafy olive cuttings to various factors. **Journal of Hoticultural Science**, v. 51, n. 1, p. 31-9, 1976.

SCARPARE, F. V.; KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A. BORBA, M. R. C. Propagação da jabuticabeira ‘Sabará’ (*Myrciaria jabuticaba* Berg) através de estacas

caulinares. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 18., **Anais...** Belém, PA Novembro 2002. CD Room.

SECUNDINO, W. **Propagação vegetativa da pimenteira-do-reino: avaliação de cultivares, níveis de AIB e substratos.** 2012. 58f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus-ES. 2012.

SERRANO, L. A. L.; MARINATO, F. A.; MAGIERO, M.; STURM, G. M. Produção de mudas de pimenteira-do-reino em substrato comercial fertilizado com adubo de liberação lenta. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 512-517, 2012.

SERRANO, L. A. L.; LIMA, I. M.; MARTINS, M. V. V. **A cultura da pimenteira-do-reino do Estado do Espírito Santo.** Vitória, INCAPER, 36p. 2006. (Documentos, 146)

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, n. especial, p. 248-252, 2004.

SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas *Spondias* agroindustriais.** Local: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999 (Embrapa agroindústria Tropical – Comunicado Técnico, 31).

SOUZA, F. X.; LIMA, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2005.

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.

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 nursey. **Journal of Spicies and Aromatic Crops**, v. 17, n. 2, p. 103-108, 2008.

TAVARES, M. S. W.; KERSTEN, E.; SIEDWERDT, F. Efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta no enraizamento de estacas de goiabeira. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 2, p. 310-317, 1995.

THORPE, T. A.; HARRY, I. S.; KUMAR, P. P. Application of micropropagation to forestry. In: DEBERGH, P.; ZIMMERMAN, R. H. Micropropagation: technology and application. **Dordrecht: Kluwer Academic Publishers**, 1991. p. 311-336.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. Clonagem de espécies florestais nativas. In: ROCHA, M. G. B. (Org.). Melhoramento de espécies arbóreas nativas. Belo Horizonte: Série Técnica, 2002. p. 125-159.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. ‘Paluma' e ‘Século XXI’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 31-36, 2007.

6. ANEXOS

ANEXO A

Modelo do formulário aplicado na forma de entrevista com os viveiristas.

UFES CEUNES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

CARACTERIZAÇÃO DOS VIVEIROS DE MUDAS DE PIMENTA DO REINO

1. LOCALIZAÇÃO
Distância da via principal (BR,ES) .....Km.
Existe cultivo de pimenta num raio de 500 metros ( ) não ( ) sim. É do viveirista? ( ) não ( ) sim

2. VIVEIRISTA
Possui alguma formação na área agrícola ( ) não ( ) sim. Qual ( ) Eng. Agrônomo ( ) Técnico

3. MATRIZES
Variedades .....
Jardim clonal ( ) Lavoura ( ) do viveirista: ( ) sim ( ) não
Número de matrizes na lavoura .....no jardim clonal.....
Idade das matrizes na lavoura .....no jardim clonal.....
Faz algum trato cultural antes da retirada do material vegetativo: .....

4. ESTRUTURA
4.1. Cobertura
Sombrite ( ) sim ( ) não
Estufa ( ) sim ( ) não
Controle de temperatura ( ) sim ( ) não Qual? .....ºC
4.2. Irrigação
Micro aspersão ( ) convencional ( ) automática
Tempo de irrigação .....minutos
Vazão .....litros/horas
Quantas vezes ao dia .....
4.3. Recipientes
Tipo ..... dimensões .....
Após preparadas elas ficam em contato com o chão ( ) sim ( )não. Sobre o quê?.....

5. MATERIAL PROPAGATIVO
Época de coleta ..... motvo.....
Tipo de ramo utilizado.....
Método de transporte ..... recipiente .....
Tratamento do material antes do plantio .....
Tamanho da estaca ..... número de nós ..... número de folha ..... gavinha .....
Preferência parte basal ( ) mediana ( ) apical ( ).
Espessura: ( ) menor que um cm de diâmetro ( ) maior que um cm de diâmetro.
Faz algum tratamento antes do plantio nos recipientes .....
Tempo entre a coleta do material e o plantio .....

6. SUBSTRATO
Comprado pronto ( ) não ( ) sim. Qual? .....
Composição.....
Misturado no viveiro ( ) não ( ) sim.
Composição.....
Tratamento antes do plantio ( ) não ( ) sim. Qual?: .....

7. ENRAIZADOR
Usa ( ) não ( ) sim. Qual? ..... dosagem ..... tempo de contato .....

8. PLANTIO
Tempo entre o estaqueamento e o plantio.....
Faz replantio no mesmo recipiente ( ) não ( ) sim.
Com quanto tempo percebe o pegamento .....
Com quanto tempo inicia a brotação .....
Usa adubação de cobertura ( ) não ( )sim. Qual? .....
Usa controle fitossanitário ( ) não ( ) sim. Qual? .....
Tempo que a muda fica pronta para o comércio ..... Tamanho..... n.º de folhas..... Diferença entre variedades.....

9. COMÉRCIO
Local ( ) Regional ( ) Outro estado ( ). Qual seria o valor da muda.....

10. PERSPECTIVA
Em que a pesquisa pode ajudar com relação a propagação da pimenta do reino? .....

Centro Universitário Norte do Espírito Santo
Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Bairro Litorâneo, CEP 29932-540
São Mateus – ES
Sítio eletrônico: http://www.ceunes.ufes.br

ANEXO B

Tabela 1. Análise de variância para características relacionadas à propagação por estaquia da pimenteira-do-reino cv. Bragantina aos 105 dias de estabelecimento.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		S	NMEPF	EB	ENR	NRN
Substrato	10	117,8523*	3,5273**	383,2118**	291,2677**	0,0599^{ns}
AIB	1	984,0616**	21,0114**	17971,2838**	52569,1248**	23,9603**
Substrato x AIB	10	90,0940^{ns}	2,8864**	184,8049**	60,7186^{ns}	0,1098^{ns}
Erro	63	51,3768	0,3202	59,7506	75,7534	0,0623
CV (%)		9,23	46,54	22,60	16,67	22,80
Média geral		77,62	1,22	34,19	52,19	1,09

^{ns} Não significativo a 5% pelo teste de F; * ,** Significativo a 5% e 1 %, respectivamente pelo teste de F. S = % Sobrevivência; NMEPF = Número médio de estaca que perdeu a folha; EB = % Estacas brotadas; ENR = % Enraizamento; NRN = Número de raízes nodais (NRN).

ANEXO C

Tabela 1. (Continuação) Análise de variância para características relacionadas a propagação por estaquia da pimenteira-do-reino cv. Bragantina aos 105 dias de estabelecimento.

Fonte de Variação	**GL**	**Quadrado Médio**				
		NRB	NTR	EAB	EAN	EBN
Substrato	10	1,0981**	0,7025**	281,6350^{ns}	120,7410^{ns}	144,6105^{ns}
AIB	1	145,7130**	156,8213**	7108,7154**	363,5375^{ns}	41927,9676**
Substrato x AIB	10	0,2879*	0,3117*	182,9011^{ns}	103,4204^{ns}	72,5596^{ns}
Erro	63	0,1184	0,1317	130,6655	99,7811	104,3698
CV (%)		18,59	16,70	51,03	96,00	40,87
Média geral		1,85	2,17	22,40	10,40	24,99

^{ns} Não significativo a 5% pelo teste de F; * ,** Significativo a 5% e 1 %, respectivamente pelo teste de F. NRB = Número de raízes basal; NTR = Número total de raízes; EAB = % Enraizamento apenas na região basal; EAN = % Enraizamento apenas na região nodal; ERN = % Enraizamento nas regiões basal e nodal.

ANEXO D

Tabela 1. (Continuação) Análise de variância para características relacionadas a propagação por estaquia da pimenteira-do-reino cv. Bragantina aos 105 dias de estabelecimento.

Fonte de Variação	**GL**	**Quadrado Médio**			
		CMRB	CMRN	VTR	MSTR
Substrato	10	12,8063*	3,2545^{ns}	1,7630**	18764,37^{ns}
AIB	1	1239,0755**	634,2507**	276,7582**	2495886,7231**
Substrato x AIB	10	3,1871**	2,6659**	1,7285**	14745,6795**
Erro	63	1,0084	1,2039	0,3059	1496,3928
CV (%)		20,98	28,49	24,79	20,11
Média geral		4,78 (cm)	3,85 (cm)	2,23(cm^3)	192,39 (mg)

^{ns} Não significativo a 5% pelo teste de F; * ,** Significativo a 5% e 1 %, respectivamente pelo teste de F. CMRB = Comprimento da maior raiz basal; CMRN = Comprimento da maior raiz nodal; VRT = Volume total de raiz; MSTR = Massa seca total de raiz.