

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

GIZELE CRISTINA MAGEVSKI

Magister Scientiae

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESPÉCIES DO
GÊNERO *Piper* E SUAS POTENCIALIDADES**

**São Mateus, ES
Abril de 2012**

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

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESPÉCIES DO
GÊNERO *Piper* E SUAS POTENCIALIDADES**

GIZELE CRISTINA MAGEVSKI

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. Márcio Paulo Czepak

**São Mateus, ES
Abril de 2012**

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Piper* E SUAS POTENCIALIDADES

GIZELE CRISTINA MAGEVSKI

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.

Aprovada em: 27 de abril de 2012.

Prof. Dr. José Renato Stangarlin
Universidade Estadual do Oeste do
Paraná

Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Edilson Romais Schmildt
Universidade Federal do Espírito Santo
(Suplente)

Prof. Dr. Márcio Paulo Czepak
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)

Ao meu caminhar de volta a mim. Aos aprendizados, pessoas e lugares por onde andei. Dedico...

BIOGRAFIA

Gizele Cristina Magevski nascida em Colatina- ES. Filha de Erothildes Souza Magevski e Clério Magevski. Concluiu em 2008 a faculdade de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Alegre. Em 2010 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 a defesa e aprovação de dissertação em 27 de abril de 2012.

AGRADECIMENTOS

A minha família pelo amor e paciência em especial, meu pai Clério Magevski (in memoriam). Meus irmãos, Carlos Magevski, Cleidmara Magevski, Geiseane Magevski; sobrinhos, Breno, Cristiano, Henrique, Patrick, Lara e Tarcísio; cunhados Arley, Adelmo e Solange.

A Gilberto Rodrigues de Souza (in memoriam).

Agradecimento em especial a minha mãe Erothildes Souza Magevski, que nunca mediu esforços para que eu estudasse.

Minha Tia Djanira Magevski, Tio Leomar Magevski e a prima Delza Pretti que tiveram grande contribuição em meus estudos.

Ao meu encontro com Mônica Moreira e Welinton de Souza Magela.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial ao Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.

A Xulepinha pelo amor incondicional.

Ao Herbário VIES (Herbário Central da Universidade Federal do Espírito Santo), Universidade Federal do Espírito Santo em nome do Professor Luiz Fernando Tavares e seus estagiários, Josi Rossini, Paula e Michel.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador professor Dr. Márcio Paulo Czepak.

Ao meu co-orientador e professor Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre pela orientação, dedicação colaboração e apoio inestimável para a realização desse projeto.

Ao professor Dr. Prof. Dr. José Renato Stangarlin pela colaboração e participação na banca de defesa.

Ao professor Dr. Antelmo Ralph Falqueto pela atenção e conselhos, muitas vezes regados a cafés.

Ao Sr. Edson Pirola por ceder parte do material vegetal.

A Reserva Natural Vale (Linhares), por ceder material vegetal.

À sempre prestativa, atenciosa, amiga e secretária do Programa de Pós Graduação Agricultura Tropical, Bernadeth Seixas.

A professora e pesquisadora Dr. Elsie Franklin Guimarães (Jardim Botânico do Rio de Janeiro) pela identificação das plantas.

Alex Campagnaro (CEUNES) pela manutenção da estufa sempre que necessário.

Ao pesquisador do INCAPER de Linhares, MSc. Inorbert de M. Lima.

Aos meus amigos de todos os lugares por onde andei, em especial a: Henrique Tinelli, Jelter Pariz, Leonardo Mardgan, Maria Julia Alledi Campos, Mima Maranhão e Roseli Leal.

Aos mestres em Agricultura Tropical (CEUNES), Arlon Bastos, João Paulo Rodrigues, Mariana Ferraço, Saul de Andrade, Welington Secundino e Poliana Rangel, pelo auxílio nas etapas de realização do projeto e principalmente pela amizade.

A Kleber Monteiro (CEUNES) pelo apoio nas avaliações dos experimentos.

Aos colegas de mestrado (1ª e 2ª turma), que de alguma maneira colaboraram.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Aspectos gerais das plantas da família Piperaceae.....	2
2.2. Propagação.....	3
2.3. Hormônios.....	5
2.4. Fusariose.....	7
2.5. Caracterização das espécies	8
2.5.1. <i>Piper arboreum</i> Aubl.....	8
2.5.1.1. Distribuição geográfica	8
2.5.1.2. Utilização.....	8
2.5.2. <i>Piper amplum</i> Kunth	9
2.5.2.1. Distribuição geográfica	9
2.5.2.2 Habitat	9
2.5.2.3. Utilização	9
2.5.3. <i>Piper mollicomum</i> Kunth.....	9
2.5.3.1. Distribuição geográfica	9
2.5.3.2. Habitat.....	10

2.5.3.3. Utilização	10
3. CAPÍTULOS.....	11
3.1. Uso de AIB na propagação de espécies silvestres do gênero <i>Piper</i> , com potencial para porta enxertos em pimenteira (<i>Piper nigrum</i> L.) (PIPERACEAE). ..	12
Resumo	12
Abstract	13
Introdução.....	14
Material e Métodos	15
Resultados e Discussão	17
Conclusões	21
Referências Bibliográficas	22
3.2. Potencial de enraizamento e crescimento da parte aérea de estacas de <i>P. arboreum</i> Aubl. e <i>P. amplum</i> Kunth (Piperaceae) com diferentes concentrações de AIB	23
Resumo	24
Abstract	24
Introdução.....	25
Material e Métodos	26
Resultados e Discussão	28
Conclusões.....	35
Referências Bibliográficas	35
3.3. Comportamento de três espécies silvestres do gênero <i>Piper</i> inoculados com <i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. f.sp. <i>piperis</i> Albuquerque	37
Resumo	37
Abstract	38
Introdução.....	39
Material e Métodos	40
Resultados e Discussão	41
Conclusão.....	42
Referências	45
4. CONCLUSÕES GERAIS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
5. ANEXO	51
Tabela 1A.....	52
Tabela 1B	56

RESUMO

MAGEVSKI, Gizele Cristina; MSc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Abril de 2012; **Propagação vegetativa de espécies do gênero *Piper* e suas potencialidades**. Orientador: Márcio Paulo Czepak, Coorientador: Rodrigo Sobreira Alexandre.

A espécie *Piper nigrum* (pimenteira) é usada largamente como condimento, sendo valorizada mundialmente. O estado do Espírito Santo ocupa o segundo lugar na produção nacional dessa espécie, que apresenta grande importância social e econômica, por gerar renda alternativa para o agricultor familiar. No entanto, a partir de 1957 essa cultura começou a ser afetada por uma doença que ataca o sistema radicular, conhecida como fusariose. A doença é causada pelo fungo *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, ocasionando a morte de milhares de pimenteiras, resultando em grandes perdas de produção e redução do ciclo produtivo da cultura. Não existe ainda tecnologia comprovada contra essa doença, mas o que se recomenda é que seja usada a enxertia para obtenção de resistência a doenças do solo, possibilitando o cultivo de determinadas espécies em áreas contaminadas. É sabido que, piperáceas nativas, como a *P. aduncum* L., *P. arboreum*, *P. carniconnectivum*, *P. hispidum*, *P. hispidnervum*, *Piper* sp e *P. tuberculatum* apresentaram alta resistência à infecção a dois isolados de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*, podendo então serem utilizadas com porta-enxertos. Assim objetivou-se nesse trabalho investigar a propagação vegetativa por estaquia de três espécies de Piperaceae (*P. arboreum* Aubl., *P. amplum* Kunth e *P. mollicomum* Kunth) com potencial resistência a fusariose de *P. nigrum* L., subsidiando assim, informações para produção de porta-enxertos resistentes a isolados de *Fusarium solani*. O primeiro experimento foi referente à indução de enraizamento adventício de estacas, em três espécies de *Piper* (*P. arboreum*, *P. amplum* e *P. mollicomum*); utilizando AIB em diferentes concentrações (0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg kg⁻¹). A avaliação foi realizada aos

45 dias de transplântio e as variáveis analisadas foram: sobrevivência (%), número médio de folhas, número médio de brotos e comprimento médio do maior broto (cm). No segundo experimento, foi testada a indução de enraizamento e crescimento da parte aérea, de estacas de *P. arboreum* e *P. amplum* com as mesmas concentrações utilizadas no primeiro experimento. A avaliação foi realizada aos 90 dias de cultivo e as variáveis analisadas foram: sobrevivência (%), enraizamento (%), emissão de brotos (%), número de raiz e de broto; comprimento da maior raiz e do maior broto (cm) e diâmetro do broto (mm). O terceiro experimento teve o objetivo de detectar fontes de resistência ao *Fusarium solani*, entre as diferentes espécies de *Piper* silvestres propagadas nesse trabalho e verificar se dois isolados (isolado I e II) oriundos de pimenteiras com sintomas de fusariose, apresentam diferenças na habilidade de infectar diferentes hospedeiros. A espécie *P. arboreum* e *P. amplum*, apresentaram 100 e 98% de sobrevivência, respectivamente, independentemente da concentração de AIB empregada. Observou-se que para o enraizamento adventício de estacas da espécie *P. amplum* é indicado 3.000 mg kg⁻¹ de AIB e para *P. arboreum*, houve comportamento linear, necessitando portanto, de estudos com concentrações superiores que 8.000 mg kg⁻¹ de AIB. Foi demonstrado potencial para resistência aos dois isolados do fungo testados em *P. arboreum*, *P. amplum* e *P. mollicomum*, mas essa condição ainda deve ser comprovada em condição de campo.

Palavras-chave: Piperaceas, estaquia, AIB, resistência, fusariose.

ABSTRAT

MAGEVSKI, Gizele Cristina; MSc.; Universidade Federal do Espírito Santo; April, 2012; **Vegetative propagation of species of the genus *Piper* and its potential**; Adviser: Márcio Paulo Czepak, Co-adviser: Rodrigo Sobreira Alexandre.

The species *Piper nigrum* (black pepper) is widely used as a condiment, and valued worldwide. The state of Espírito Santo is the second in the national production of this species, which has great social and economic, to generate alternative income for the family farmer. However, since 1957 this culture began to be affected by a disease that attacks the root system, known as Fusarium. The disease is caused by the fungus *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, causing the deaths of thousands of pepper plants, resulting in large losses of production and improved crop production cycle. There is still no proven technology that disease, but it is recommended that you use the graft to obtain disease resistance of the soil, allowing the cultivation of certain species in contaminated areas. It is known that native Piperaceae, such as *P. aduncum* L., *P. arboreum*, *P. carniconnectivum*, *P. hispidum*, *P. hispidnervum*, *Piper* sp and *P. tuberculatum* showed high resistance to infection with two isolates of *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*, so they can be used with rootstocks. Thus this work aimed to investigate the propagation by cuttings of three species of Piperaceae (*P. arboreum* Aubl. and *P. mollicomum*, *P. amplum* Kunth) with potential resistance to fusarium wilt of *P. nigrum* L., subsidizing therefore information for the production of rootstocks resistant to the *Fusarium solani*. The first experiment was related to the induction of adventitious rooting of cuttings in three *Piper* species (*P. arboreum*, *P. amplum* and *P. mollicomum*) using IBA at different concentrations (0, 2000, 4000, 6000 and 8000 mg kg⁻¹). The evaluation was performed at 45 days of transplanting and the variables were analyzed: survival (%), leaf number, number of shoots and the average length of the largest bud (cm). In the second experiment, we

tested the induction of root and shoot growth of cuttings of *P. arboreum* and *P. amplum* with the same concentrations used in the first experiment. The evaluation was performed at 90 days of cultivation and the variables were analyzed: survival (%), rooting (%), emission of shoots (%), number of root and shoot, length of roots and the largest bud (cm) and diameter of the bud (mm). The third experiment aimed to detect sources of resistance to *Fusarium solani*, among the different species of wild *Piper* propagated in this work and verify that two isolates (isolate I and II) from the pepper with symptoms of fusarium wilt, differ in their ability to infect different hosts. The species *P. arboreum* and *P. amplum*, and 98% showed 100% survival, respectively, regardless of the concentration of IBA employed. It was observed that for the rooting of the cuttings of the species *P. amplum* indicated 3.000 mg kg⁻¹ IBA and for *P. arboreum* was linear, requiring therefore, studies with concentrations greater than 8,000 mg kg⁻¹ of IBA. It has been demonstrated potential for resistance to both isolates tested on *P. arboreum*, *P. amplum* and *P. mollicomum*, but this condition has yet to be proven under field conditions. Keywords: Piperaceae, cuttings, IBA resistance, fusarium wilt.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A pimenteira é uma espécie perene da família das piperáceas, originária da Índia, cuja importância maior está no fato de possuir elevados teores de alcaloides em seus frutos, o que a confere pungência característica. (GAIA, et al., 2007), fator que a faz uma planta largamente utilizada como condimento na culinária (MOURA et al., 2008).

Esta cultura tem grande importância social e econômica para a região norte do estado do Espírito Santo, onde a pimenteira é cultivada em 2.725 ha; atingindo produção de 6.371 t e rendimento médio de 2.723 kg ha⁻¹, o que garante o segundo lugar na produção nacional (IBGE, 2011), sendo que 70% da mão de obra empregada nessa cultura é familiar, demonstrando assim sua importância.

O valor da instalação desta cultura no estado do Espírito Santo é de aproximadamente R\$ 30.000,00. Uma pimenteira pode iniciar sua produção a partir do segundo ano de vida, atingindo 3,5 kg planta⁻¹ a partir do quinto ano. O preço de mercado atual da pimenta é de R\$11,50 por quilo do produto seco (CEDAGRO, 2012), denotando possibilidade de lucratividade, principalmente para a agricultura familiar.

Porém, a pimenteira (*Piper nigrum*) é muito suscetível ao fungo *Fusarium solani* f. sp. *piperis* Alb., causador de grandes danos à cultura, reduzindo o período útil de exploração a cultura para apenas quatro anos (CARNAÚBA et al., 2007).

Ainda não existe uma tecnologia comprovada contra a fusariose. As medidas que vêm sendo adotadas para o controle são: práticas culturais, obtenção de variedades menos susceptíveis e aplicação de fungicidas (DUARTE et al., 1980; ANDO et al., 1996;), o que tem se mostrado onerosas ou pouco eficientes.

Neste trabalho foram investigadas informações sobre a propagação vegetativa por estaquia de três espécies de Piperaceae (*P. arboreum* Aubl., *P. amplum* Kunth e *P. mollicomum* Kunth) e o potencial de resistência a fusariose de *P. nigrum* L.; subsidiando assim, informações para produção de porta-enxertos resistentes a isolados de *Fusarium solani*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais das plantas da família Piperaceae

A família Piperaceae é largamente distribuída no mundo, sendo composta por cerca de 10 a 12 gêneros e aproximadamente 1400 espécies, distribuídas em todas as regiões tropicais. No Brasil, essa família está representada por cinco gêneros (*Piper*, *Peperomia*, *Potomorphe*, *Ottonia* e *Sarcorrhachis*) além de 460 espécies (BARROSO et al., 2002; SOUZA & LORENZI, 2005).

As espécies desta família são de porte arbustivos e subarbustivos e mais raramente pequenas árvores, caracterizando-se pela apresentação de estruturas secretoras no tecido parenquimático, de conteúdo translúcido ou marrom, em geral oleoso (CRONQUIST, 1981).

As piperáceas têm sido alvo de muitas pesquisas devido às características importantes que incluem a utilização na área alimentar, fármacos, cosméticos e perfumaria (LEMOS, 2003; SILVA & OLIVEIRA, 2000).

Tradicionalmente conhecida como aromática o mais representativo gênero dessa família é o *Piper*, comumente encontrado em matas de galeria. *P. arboreum*, *P. cernuum*, *P. hispidum*, *P. regnellii* e *P. tuberculatum* são exemplos de produtoras de óleos essenciais (SILVA et al., 1998; CONSTANTIN et al., 2001; SANTOS et al., 2001; MESQUITA et al., 2005; PESSINI et al., 2005).

O gênero *Piper* é comumente mais conhecido em razão de seu uso comercial e na medicina tradicional. Na Jamaica, *P. aduncum* e *P. hispidum* são considerados remédios para dor de estômago. *P. amalago*, com distribuição do México até o Brasil, é utilizada para aliviar dores no peito, e como agente anti-inflamatório. Raízes e frutos de *P. chaba* têm numerosas aplicações na medicina e são usados contra asma e bronquite. As sementes de *P. nigrum* L. constituem a conhecida pimenta-do-reino, sendo muito utilizada como tempero na preparação de alimentos (PARMAR et al., 1997).

No Brasil, a pimenta-do-reino (*P. nigrum* L.) foi introduzida no Estado da Bahia no século XVII e, posteriormente, levada para os estados da Paraíba, Maranhão, Pará e Espírito Santo, cuja produção era insignificante, restrita a fundos de quintais (ALBUQUERQUE & CONDURÚ, 1971).

A espécie é considerada autógama, cuja floração nas condições climáticas da Amazônia ocorre de novembro a abril. A inflorescência é uma espiga pendulosa de 5 a 20 cm de comprimento com 70 a 100 floretas hermafroditas, com dois estames dispostos lateralmente ao ovário e ao estigma. A polinização natural é por geitonogamia através da dispersão do pólen por gotículas d'água ou chuva, cuja formação do fruto dá-se seis meses após a polinização (POLTRONIERI et al., 1999). No norte do estado do Espírito Santo, a floração ocorre de janeiro a julho.

É uma cultura que se desenvolve muito bem em clima quente e úmido, com precipitação pluviométrica média de 2.500 mm ano⁻¹, umidade acima de 80% e temperatura média em torno de 23 a 28 °C, e em solos com boa drenagem (ALBUQUERQUE et al., 1989).

2.2. Propagação

A propagação de algumas espécies do gênero *Piper*, como a pimenteira-do-reino pode ser realizada tanto por sementes quanto através de estacas vegetativas. Via seminífera é adotada basicamente em programa de melhoramento, enquanto por estacas é a forma tradicional de produção de mudas para plantios comerciais. A viabilidade da semente é perdida rapidamente após 40-50 dias de armazenamento; a germinação ocorre desde os 15 aos 90 dias após a semeadura, dependendo de cultivares e condições ambientais (NAMBIAR et al., 1978).

A reprodução sexual não é desejada no estabelecimento de plantios comerciais, em razão de as plantas obtidas serem distintas da planta-mãe e apresentarem longo período juvenil (PIO et al., 2005).

Sendo assim, a propagação vegetativa vem a ser a técnica mais viável para o processo de formação de mudas, mantendo, assim, as características genéticas das plantas-matrizes, uniformidade, porte reduzido e precocidade de produção (FACHINELLO et al., 1995; PASQUAL et al., 2001; HARTMANN et al., 2011).

Espécies de *Piper* já foram propagadas por vários meios, incluindo caule, brotação e fragmentos de ramos (GREIG, 1993). Em remanescentes florestais que ocorrem na região noroeste do Paraná, há espécies de Piperaceae que apresentam propagação vegetativa por meio de raiz ou caule. Este tipo de reprodução foi verificado em *P. amalago* L., *P. arboreum* Aublet, *P. xylosteoides* (Kunth) Steud., *Peperomia parnassifolia* Miq. and *Ottonia martiana* Miq. (SOUZA et al., 2009).

O principal método usado para propagação de espécies do gênero *Piper* é a estaquia, termo utilizado para designar o método de propagação no qual um segmento de ramo da planta matriz é retirado, colocado em condições ambientais favoráveis e induzido a formar raízes e brotos, obtendo-se uma nova planta (FACHINELO et al., 1995; PAIVA & GOMES, 1995; HARTMANN et al., 2011). O termo estaca é utilizado para denominar esse segmento, que pode ser de ramos, raízes ou folhas, devendo ter, pelo menos, uma gema vegetativa e capacidade de originar uma nova planta (FACHINELO et al., 1995; PAIVA & GOMES, 1995).

As vantagens da estaquia são numerosas: podem ser produzidas muitas plantas em espaço reduzido; uma planta pode produzir muitas estacas; é um método rápido e simples, não requerendo as técnicas especiais da enxertia, podendo, com isso, reduzir o custo final da muda (PAIVA & GOMES, 1995; HARTMANN et al., 2011); além disso, é útil para a produção de porta-enxertos, quando esses forem necessários à adaptação da planta ao solo (ANTUNES et al., 1994; NACHTIGAL & PEREIRA, 2000; HARTMANN et al., 2011;).

Em estacas caulinares, o sistema vascular já está formado, sendo necessária apenas a formação de um sistema radicular, para obter uma planta completa, dado o potencial de regeneração das gemas já existentes (AHKAMI et al., 2009), formando-se então raízes adventícias.

Durante a iniciação das raízes em estacas de ramos são verificadas quatro etapas de mudanças anatômicas: a) desdiferenciação celular; b) formação de iniciais

de raiz, em células próximas ao feixe vascular; c) desenvolvimento desses inícios de raiz em primórdios radiculares organizados; e d) desenvolvimento e emergência dos primórdios radiculares através do tecido da estaca e formação das conexões vasculares entre os primórdios de raízes e os tecidos condutores da própria estaca (FACHINELLO et al., 1995; HARTMANN et al., 2011).

Há na literatura alguns trabalhos envolvendo propagação de Piperaceae por estaquia, como *Piper nigrum* L. (CARDOSO, 1961; LEITE & INFORZATO, 1966; CARDOSO, 1981; PIMENTEL & LODI, 1994; THANKAMAN et al., 2008); *Piper hispidinervium* (OLIVEIRA & LUNZ, 1986); *Piper aduncum* (DOUSSEAU et al., 2009); *Piper mikanianum* (PESCADOR et al., 2007); *Piper* sp. (SILVA et al., 2004); *Piper arboreum*, *Piper amplum* e *Piper mollicomum* (MAGEVSKI et al., 2011).

A estaquia é um método de propagação muito utilizado, sendo sua viabilidade dependente da capacidade de formação de raízes, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta propagada por esse método na área de produção. Podem-se classificar os fatores que afetam o enraizamento em internos ou endógenos, considerando, principalmente, as condições fisiológicas e idade da planta-matriz, época de coleta da estaca, potencial genético de enraizamento, sanidade, balanço hormonal, oxidação de compostos fenólicos e posição da estaca no ramo; e externos ou exógenos, como a temperatura, luz, umidade e substrato (FACHINELLO et al., 1995).

Os fatores endógenos constituem um dos mais sérios problemas, sendo importante a busca de técnicas auxiliares, como o uso de reguladores de crescimento, para assim proporcionar uma melhoria do enraizamento (BIASI, 1996; MAYER, 2001).

2.3. Hormônios

Hormônios vegetais ou fitormônios são substâncias orgânicas naturais, biologicamente ativas em baixas concentrações, sintetizadas em células de divisão ativa do meristema, cuja função é de transportar informações e coordenar o crescimento e desenvolvimento vegetal (RAVEN & CURTIS, 1975; HINOJOSA, 2000). Há cinco tipos de hormônios, conhecidos como clássicos: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e inibidores (LEMUS et al., 2005).

O grupo de reguladores de crescimento usado com maior frequência na indução de enraizamento é o das auxinas (HINOJOSA, 2000).

A principal auxina de ocorrência natural nas plantas é o ácido indolacético (AIA), sintetizado nas gemas apicais e folhas novas (FACHINELLO et al., 1995; HARTMANN et al., 2011), translocado para a base da planta por um mecanismo de transporte polar (FOSKET, 1994; FACHINELLO et al., 1995; HARTMANN et al., 2011).

As auxinas são diretamente relacionadas com a formação de raízes nas estacas, mas sua presença estimula demais reações, como a divisão celular, além de apresentarem relações bastante importantes com ácidos nucléicos e proteínas, modificações da parede celular e estimulação de atividades enzimáticas e o crescimento de órgãos (ALVARENGA, 1990; FIGUEIREDO et al., 1995).

É necessário que haja um balanço hormonal entre promotores e inibidores do processo de iniciação radicular. A maneira mais comum de promover esse equilíbrio é pela aplicação exógena de reguladores de crescimento sintéticos, como o ácido indolbutírico (AIB), que podem elevar o teor de auxina no tecido (PASQUAL et al., 2001).

A auxina endógena é relativamente solúvel, decompondo-se rapidamente nos tecidos vegetais. O AIB, por sua vez, é uma substância mais estável do que o AIA e, deste modo, mais efetiva na promoção do desenvolvimento de raízes, sendo que sua molécula passa rapidamente nos diferentes tecidos da planta onde os sistemas de enzimas oxidativas de auxinas a inativa de forma relativamente lenta (ALVARENGA & CARVALHO, 1983).

A aplicação de auxina exógena é decisiva no enraizamento de estacas de diferentes espécies (SYROS et al., 2004). Como auxina sintética, têm-se o ácido indolacético (AIA), o ácido-indolbutírico (AIB), o ácido naftaleno acético (ANA) e o 2,4-diclorofenoacético (2,4-D) (TAIZ & ZEIGER, 2004). O AIB é a auxina mais comumente utilizada na indução do enraizamento adventício (VILLA et al., 2003) das estacas das mais diversas culturas.

2.4. Fusariose

O centro de origem da pimenta-do-reino é a Índia, onde ocorre maior dispersão e variação genética dessa espécie, no entanto, o patógeno causador da fusariose não ocorre no Hemisfério Oriental (ALBUQUERQUE et al., 2001).

No Brasil em decorrência da estreita base genética e provavelmente, associado com outros fatores, o desenvolvimento da cultura da pimenteira, tem sido limitada pela doença conhecida como fusariose. Esta provoca podridão das raízes e secamento dos ramos, causado pelo fungo *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* (*Fusarium solani* sp. *piperis*) que se disseminou rapidamente na região, destruindo, em curto espaço de tempo, grandes áreas cultivadas com pimenta-do-reino (ALBUQUERQUE et al., 2001).

Os primeiros sintomas da doença foram observados a partir de 1960, através do amarelecimento das folhas, queda gradativa das folhas e entrenós; morte das plantas, causada pela infecção das raízes.

Em 1961, a partir de material coletado no plantio de Paulo Ohashi, no Município de Santa Isabel do Pará, foi determinada a natureza do seu agente causal, *Nectria haematococca* Berk e Br. f. sp. *piperis* Albuq., um ascomiceto pertencente à ordem *Hypocreales*, família *Nectriaceae* (ALBUQUERQUE, 1961; DUARTE & ALBUQUERQUE, 1999).

As condições de temperatura e umidade elevadas da região favorecem a esporulação do patógeno nas hastes das plantas mortas. A partir de 1970, devido à disseminação aérea dos esporos, passou a ocorrer à infecção dos ramos das plantas, agravando ainda mais a doença (DUARTE & ALBUQUERQUE, 1999).

Antes do aparecimento da fusariose, os pimentais apresentavam um período de longevidade superior a 15 anos (ALBUQUERQUE & CONDURU, 1971). Consequentemente, o produtor é obrigado a ter pimentais com diversas faixas de idade para compensar as perdas ocasionadas pela doença, o que diminui a margem de lucro (HOMMA, 1981; SANTANA, 1988).

2.5. Caracterização das espécies

2.5.1. *Piper arboreum* Aubl.

Conhecida popularmente como pimenta-de-macaco, "fruto-de-morcego", "alecrim-de-Angola", "pau-de-Angola" e "beto-preto" (AGRA et al., 2007, 2008), é um arbusto, multicaular de sub-bosque, de 2 a 6 m de altura (BIZERRIL & RAW, 1997) e com folhas extremamente variáveis em tamanho (YUNCKER, 1973).

2.5.1.1. Distribuição geográfica

Ocorre nas Antilhas e América do Sul. No Brasil, ocorre nos estados do Amazonas, Ceará, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso (GUIMARÃES & GIORNANO, 2004).

2.5.1.2. Utilização

Utilizada em comunidades afro-brasileiras usada contra doenças venéreas e infecções da garganta e urinária (AGRA et al., 2007, 2008). Popularmente utilizada na Amazônia sob a forma de chá e banhos aromáticos contra reumatismos, bronquites, resfriados e gripes fortes; sendo ainda carminativa e emoliente; sua raiz nesta região é conhecida como raiz-de-pahim (VAN DEN BERG, 1993). Tem sido utilizado no Brasil, para o tratamento de reumatismos, bronquite e constipações (DUQUE & VAQUEZS, 1994).

P. arboreum têm potencial atividade anti-tripanosoma. Em investigação fitoquímica da fração hexano de folhas de *P. arboreum* forneceu 3 amidas pirrolidina: piperilina e 4,5-dihidropiperilina e tetrahidropiperiline, que poderiam ser responsável pela atividade antiprotozoário observada (REGASINI et al., 2009).

2.5.2. *Piper amplum* Kunth

Conhecida popularmente como capeba, jaborandi, murta ou pariparoba. Segundo Guimarães e Valente (2001), a espécie também é conhecida por *amplum*, um-amplu, vasto, grande, em referência ao tamanho das folhas desta espécie, são plantas arbustivas de 2-3 metros de altura.

2.5.2.1. Distribuição geográfica

Encontradas em grande parte no território brasileiro, nos estados da Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina.

2.5.2.2. Habitat

Espécie muito frequente e ocorre em formações primárias e secundárias, da floresta ombrófila densa submontana; sua ocorrência em floresta secundária denota sua exigência de luz, e quando nas florestas primárias necessita de clareiras para seu desenvolvimento (GUIMARÃES e Monteiro, 2006).

2.5.2.3. Utilização

Foram identificados monoterpenos, como os constituintes majoritários desta espécie (SANTOS et al., 2001), que é útil para aliviar a indisposição do fígado (MORS et al., 2000).

2.5.3. *Piper mollicomum* Kunth

São nomes comuns pariparoba, jaborandi, jaborandi-manso, rabo-de-galo. Arbusto de 1 a 4 metros de altura.

2.5.3.1. Distribuição geográfica

Ocorre no Panamá, Cuba, Colômbia, Venezuela, Paraguai e no Brasil nos estados de Mato Grosso, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de

Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (VALENTE et al., 1999).

2.5.3.2. Habitat

Muito frequente na floresta ombrófila densa baixo-montana, tanto em locais ensolarados quanto sombreados; ocorre também em restingas; muito comum em áreas antrópicas. É frequente em trilhas próximas a córregos (RUSCHEL, 2004).

2.5.3.3. Utilização

Frutos são úteis para problemas estomacais, sendo também muito usados em doenças venéreas; suas raízes são utilizadas como mastigatórios, para anestesiarem as dores de dentes (PECKOLT & PECKOLT, 1888).

3. CAPÍTULOS

3.1. Uso de AIB na propagação de espécies silvestres do gênero *Piper*, com potencial para porta enxertos em pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) (Piperaceae)

Resumo

Espécies usadas como porta enxertos, podem ser multiplicadas por meio da estaquia com auxílio de fitorreguladores, sendo assim objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do ácido indol-3-butírico (AIB) no estabelecimento de espécies nativas do gênero *Piper* com potencial de uso como porta enxertos de *Piper nigrum*. Estacas de *Piper arboreum*, *Piper amplum* e *Piper mollicomum* foram submetidas a diferentes concentrações de AIB (2000, 4000, 6000 e 8000 mg kg⁻¹) sendo o controle a ausência da auxina. As estacas foram mantidas em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente com temperatura e umidade controladas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x5 (três espécies de *Piper* x cinco concentrações de AIB) e composto por três repetições por tratamento, sendo cada parcela composta por 10 estacas. A avaliação foi realizada aos 45 dias de cultivo e as variáveis analisadas foram: sobrevivência (%), número médio de folhas, número médio de brotos e comprimento médio do maior broto (cm). Estacas caulinares das espécies *P. arboreum*, *P. amplum* e *P. mollicomum*, apresentam maior sobrevivência que *P. mollicomum*. As concentrações de AIB não influenciara a sobrevivência das estacas de *Piper*, porém afeta negativamente o número de folhas.

Palavras-chave: Pimenta-do-reino, estaquia, auxina.

Abstract

Species used as rootstocks, can be multiplied through cuttings with the aid of growth regulators. So the objective of this work was to evaluate the influence of indole-3-butyric acid (IBA) in the propagation of native species of the genus *Piper* as potential for use as rootstocks of *Piper nigrum*. Piles of *Piper arboreum*, *Piper amplum* and *Piper mollicomum* were exposed to different concentrations of IBA (2000, 4000, 6000 and 8000 mg kg⁻¹) and the absence of control plant regulator. The piles were Kept in a greenhouse equipped with irrigation system and temperature and humidity. The experiment used a randomized block design in factorial 3x5 (three *Piper* species x five IBA concentrations) and composed of three replicates per treatment, each plot consisted of 10 cuttings. The evaluation was performed at 45 days of growing and the variables were analyzed: survival (%), leaf number, number of shoots and the average length of the largest bud (cm). The species *P. arboreum* and *P. amplum* showed 100% and 98% survival, respectively, independently of IBA concentration employed.

Keywords: Black pepper, cuttings, auxin.

Introdução

As plantas da família Piperaceae englobam cerca de 2.500 espécies em cinco gêneros de distribuição tropical e subtropical. No Brasil é constituída por quatro gêneros e cerca de 500 espécies (YUNCKER, 1972; 1973; 1974). O gênero *Piper* é o maior dessa família, com mais de 700 espécies, das quais cerca de 170 crescem de forma nativa no Brasil (YUNCKER, 1972). Além da espécie *P. nigrum* (pimenta-do-reino) usada largamente como condimento, outras possuem atividades farmacológica, inseticida, ou outros usos econômicos (BRANDÃO et al., 2006; AGRA et al., 2007; AMORIM et al., 2007).

A pimenta-do-reino, também conhecida como pimenta-da-Índia, é uma planta trepadeira de grande produtividade e uma das condimentares mais valorizadas do mundo (DASGUPTA & DATTA, 1976). Apresenta grande valor econômico dentro da olericultura, permitindo que a atividade desenvolvida pelos pipericultores seja altamente rentável. No entanto, a partir de 1957 essa cultura começou a ser afetada por uma doença que ataca o sistema radicular, conhecida como podridão das raízes ou fusariose. Esta enfermidade, causada pelo fungo *Fusarium solani* f. sp. *piperis* tem causado a morte de milhares de pimenteiras, resultando em grandes perdas de produção e redução do ciclo produtivo da cultura. Entre os sintomas da doença destacam-se a perda progressiva de folhas e internódios e o apodrecimento das raízes que leva à morte da planta (DUARTE et al., 2002).

O uso da enxertia é indicado na obtenção de resistência a doenças do solo, possibilitando o cultivo de determinadas espécies em áreas contaminadas. Essa técnica como método de controle tem como fim evitar o contato da planta sensível com o agente patogênico (PEIL, 2003).

Teoricamente, quanto maior o parentesco ou afinidade botânica entre as plantas a serem enxertadas, maior será a probabilidade de se ter sucesso. Assim, entre plantas da mesma família e de gêneros diferentes, a compatibilidade seria menor. Na prática, observa-se que a compatibilidade entre as plantas depende principalmente da combinação genotípica específica entre porta-enxerto e enxerto (GOTO et al., 2003).

Segundo Albuquerque et al. (2001), piperáceas nativas, como a *Piper aduncum* L., *P. arboreum*, *P. carniconnectivum*, *P. hispidum*, *P. hispidnervum* e *P.*

tuberculatum apresentaram alta resistência à infecção a dois isolados de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*, podendo ser utilizadas com porta-enxertos resistentes para controle de doenças radiculares da pimenta-do-reino.

Um importante método de propagação vegetativa é a estaquia de espécies de interesse como porta-enxerto, cujo sucesso depende de diversos fatores, um dos quais é o regulador vegetal. Segundo Hartmann et al. (2011), o uso de regulador vegetal torna ainda maior a probabilidade de emissão de raízes adventícias nos ramos, de modo que a utilização de AIB proporciona precocidade de enraizamento.

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência do ácido-indol-3-butírico no estabelecimento de espécies nativas do gênero *Piper*, com potencial uso como porta-enxerto de *P. nigrum*.

Material e métodos

As espécies nativas utilizadas para realização dos ensaios foram coletadas em fragmentos florestais do norte do Espírito Santo, durante o mês de fevereiro (verão). Três diferentes espécies de *Piper* em bom estado fisiológico e fitossanitário foram identificadas e selecionadas. *P. arboreum* Aubl. e *P. amplum* Kunth (*Piperaceae*) (Figura 1A e 1B) coletadas na Reserva Natural Vale em (Sooretama-ES) e *P. mollicomum* Kunth, (*Piperaceae*) (Figura 1C) no Km 28, estrada São Mateus/Nova Venécia, Fazenda Córrego da Úrsula (São Mateus-ES).

Exsicatas de todo material foram confeccionadas, posteriormente identificadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, e depositadas no Herbário VIES (Herbário Central da Universidade Federal do Espírito Santo).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente, e temperatura regulada a 30 °C e 75% UR, localizada no Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES, Município de São Mateus. Para o experimento foram utilizadas estacas sem folhas, retiradas de ramos ortotrópicos, com aproximadamente 10 cm de comprimento, padronizadas com apenas um nó, das três espécies (*P. arboreum*, *P. amplum* e *P. mollicomum*).

Todo o material vegetal foi acondicionado em caixa de isopor com água, transportado até a casa de vegetação. Efetuado a toailete, em seguida corte em bisel simples na parte inferior, estacas sem nenhum tratamento de desinfecção foram

submetidas a diferentes concentrações (2000; 4000; 6000 e 8000 mg kg⁻¹) de ácidoindo-3-butírico (AIB), sendo o controle a ausência do fitorregulador.

O regulador de crescimento foi preparado utilizando talco industrial para mistura em pó nas diferentes concentrações. No preparo da mistura para cada concentração, o talco em pó foi pesado e dividido igualmente em quatro partes separadamente. Após pesado o AIB e adicionado uma parte de talco, em seguida fez-se uma agitação manual; e procedendo-se assim com a segunda, terceira e quarta partes de talco sucessivamente, até completar o peso final de cada concentração, de forma a buscar a homogeneidade da mistura.

As estacas tiveram sua base (5 cm) coberta pelo regulador e foram distribuídas em copos plásticos, de 300 mL, devidamente perfurados na parte inferior contendo o substrato comercial Bioplant®.

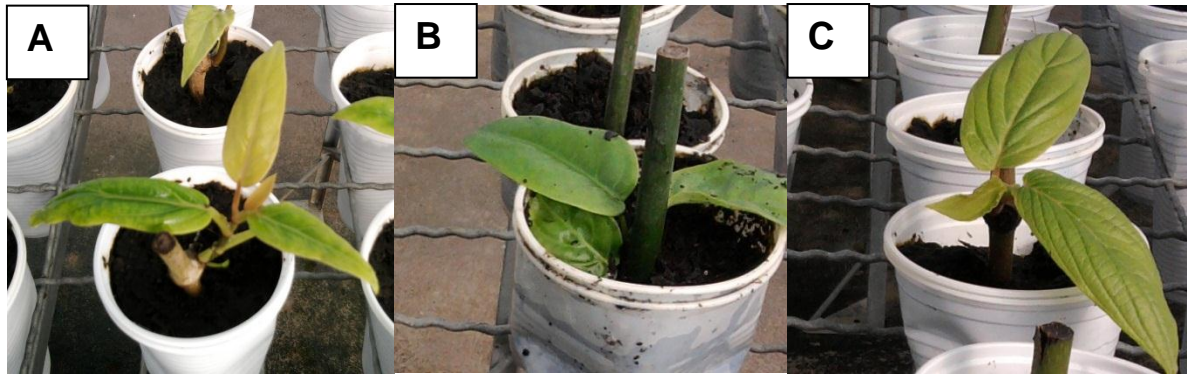


Figura 1 – Plantas de *P. arboreum* Aubl (A), *P. amplum* Kunth (B) e *P. mollicomum* Kunth (C), propagadas por estquia aos 45 dias de cultivo.

A avaliação do experimento foi realizada aos 45 dias de plantio e as variáveis analisadas foram: sobrevivência (%), número médio de folhas, número médio de brotos e comprimento médio do maior broto (cm).

A determinação do comprimento do maior broto por estaca foi realizada utilizando-se régua; os resultados expressos respectivamente em centímetros e milímetros.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5: três espécies de *Piper* (*Piper arboreum*, *Piper amplum* e *Piper mollicomum*) x cinco concentrações de AIB (0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg Kg⁻¹), com três repetições de dez estacas cada.

Os dados foram submetidos ao teste F pela Anova e à análise de regressão. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Todas as análises foram efetuadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 1999).

Resultado e Discussão

Houve interação apenas no número médio de folhas, sendo as demais variáveis influenciadas apenas pelo fator espécie (Anexo 1).

A porcentagem de sobrevivência foi de 98% para *P. amplum*, 100% para *P. arboreum* e 89% para *Piper mollicomum* aos 45 dias, onde se verifica que as espécies *P. amplum* e *P. arboreum* pertencem ao mesmo agrupamento (Figura 2), sendo que não houve diferença nas taxas de sobrevivência entre as concentrações de AIB.

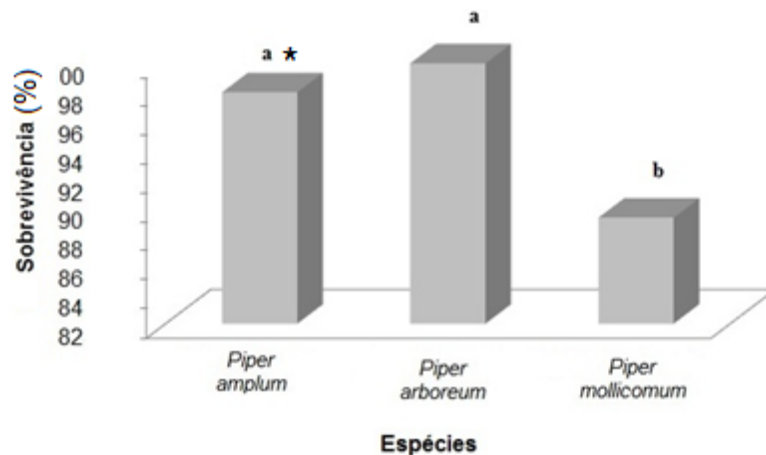


Figura 2. Sobrevivência (%) das espécies de *Piper* após 45 dias de plantio.*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Isso pode ser explicado pelas diferenças morfológicas e anatômicas entre as espécies. *P. arboreum* é uma espécie semi-lenhosa; enquanto *P. amplum* e *P. mollicomum*, espécies herbáceas, apresentando tecido com alta atividade meristemática e baixo grau de lignificação. Estacas lenhosas são aquelas que possuem tecidos, endurecidos e resistentes, enquanto as herbáceas apresentam aspecto suculento e pouco consistente; as semilenhosas ou semi-herbáceas são intermediárias entre os dois extremos (SOUZA & INFORZATO, 1959).

O resultado pode ser atribuído à desidratação das estacas herbáceas. Mesmo sob sistema de nebulização intermitente, a perda de água pode ser a causa

da mortalidade de desse tipo de estaca afirmam FACHINELLO et al. (2005). Além do fato de que, no presente trabalho a desinfecção não foi realizada, nem tão pouco aplicação de pasta fúngica na extremidade das estacas, o que pode ter contribuído para o maior índice de mortalidade de *Piper mollicomum* (11%). Estudos sobre a estaquia de *Erythrina cristagalli* L. (corticeira-do-banhado), afirmam que a desinfecção das estacas é fundamental, podendo ocorrer o escurecimento e a morte das estacas de cima para baixo (Figura 3), favorecendo o dessecamento e a entrada de patógenos, quando não realizado tal procedimento (CARPANEZZI et al., 2001).



Figura 3. *Piper mollicomum* apresentando escurecimento na estaca de cima para baixo.

Foram encontrados dados similares com estacas de *Tibouchina sellowiana* (Cham.), indicando que porcentagem de estacas vivas e mortas não apresentaram interação entre os fatores concentração e forma de aplicação de AIB (BORTOLINI et al., 2008).

O ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro mostrou que as lenhosas apresentaram os melhores resultados em relação às herbáceas para a sobrevivência; comportamento este semelhante ao encontrado no presente estudo, sendo os maiores percentuais de sobrevivência, número e comprimento médio de brotações, verificados para estacas semilenhosas de *P. arboreum* (PAULA et al., 2007).

Estacas sobreviventes de *P. arboreum* apresentaram maior número médio de folhas (Tabela 1). Este parâmetro tem grande importância no estabelecimento de espécies vegetais, pois o processo de enraizamento por estar correlacionado com o aumento da translocação de carboidratos para a base da estaca ou pela produção de auxinas pelas folhas mais novas e seu transporte polar em direção à base (TCHOUNDJEU et al., 2002), possivelmente colaborando no processo de enraizamento das mesmas.

Tabela 1. Número de folhas em cada concentração de AIB para as diferentes espécies de *Piper*

Espécies	AIB (mg kg ⁻¹)				
	0	2000	4000	6000	8000
<i>P. amplum</i>	0,700 b*	0,433 b	0,433 b	0,600 b	0,233 b
<i>P. arboreum</i>	2,133 a	2,300 a	2,733 a	2,133 a	2,233 a
<i>P. mollicomum</i>	1,966 a	0,866 b	0,400 b	0,266 b	0,166 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

O número médio de folhas apresentou interação significativa entre as espécies e concentrações de AIB, sendo a *P. arboreum* com valores maiores. Apenas no tratamento controle as espécies *P. arboreum* e *Piper mollicomum* apresentaram resultados semelhantes e superiores a *P. amplum* (Tabela 1).

Quando observado as concentrações de AIB dentro de cada espécie para o número médio de folhas, somente *P. mollicomum* apresentou diferença em função das concentrações, sendo um comportamento quadrático negativo (Figura 4).

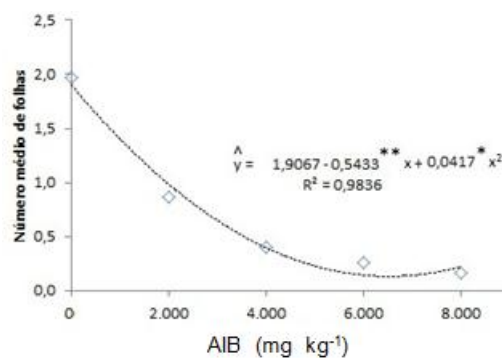


Figura 4. Número médio de folhas de *Piper mollicomum* em função das concentrações de AIB.

Concentrações excessivas de auxinas podem inibir a formação da parte aérea e favorecer demasiadamente o enraizamento (GRATTAPAGLIA & MACHADO, 1998). Porém o número de folhas formadas por estaca pode interferir positivamente, pois a emissão foliar pode favorecer a sobrevivência, devido à contribuição na produção de fotoassimilados, auxinas e cofatores do enraizamento (HARTMANN et al., 2011).

Observou-se que o número médio de brotos foi superior para *P. arboreum* (2,23 brotos), as demais espécies apresentaram-se estatisticamente iguais e com valores inferiores a 0,27 (Figura 5A). Resultados semelhantes foram verificados para o comprimento médio do maior broto, a espécie *P. arboreum* que apresentou os maiores valores (0,93 cm) em relação a *P. amplum* (0,25 cm) e *P. mollicomum* (0,54 cm), sendo os dois últimos estatisticamente iguais (Figura 5B).

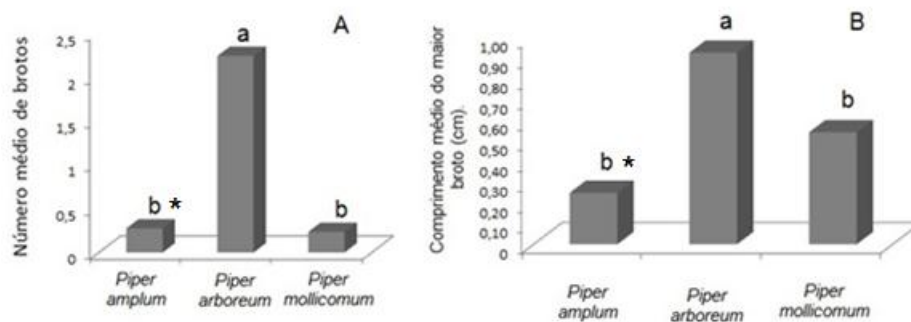


Figura 5. Número médio de brotos (A) e comprimento médio do maior broto (B) das três espécies de *Piper*. * Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si segundo o teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Os tratamentos com AIB apresentaram tendência de redução da porcentagem de brotação de estacas herbáceas e, neste caso, possivelmente, a auxina sintética mobilizou nutrientes, inibindo a brotação quando aplicada na base da estaca (FELIPPE, 1986).

A propagação de cultivares de marmeleiro por estaquia mostra que a redução da emissão de brotações em estacas pode estar correlacionada ao esgotamento das reservas endógenas na estaca, em função do elevado número de raízes emitidas com exposição ao AIB (PAULETTI et al., 2010).

Conclusões

Estacas caulinares das espécies *P. arboreum* e *P. amplum* apresentam maior sobrevivência que *P. mollicomum*.

As concentrações de AIB não influenciara a sobrevivência das estacas de *Piper*, porém afeta negativamente o número de folhas.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, F.C.; DUARTE, M.L.; BENCHIMOL, R.L.; ENDO, T. Resistência de Piperaceas nativas da Amazônia à infecção causada por *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*. **Acta Amazônica**, v.31, n.3, p.341-348, 2001.

AMORIM, M.F.D.; DINIZ, M.F.F.M; ARAÚJO, M.S.T; PITA, J.C.L.R; DANTAS, J.G; RAMALHO, J.A; XAVIER, A.L; PALOMARO, T.V; JÚNIOR, N.L.B. The controvertible role of kava (*Piper methysticum* G. Foster) an anxiolytic herb, on toxic hepatitis. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v.17, n.3 p.448-454, 2007.

AGRA, M.F.; FRANÇA, P.F.; BARBOSA-FILHO, J.M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.1, p.114-140, 2007.

BRANDÃO, M.G.L.; COSENZA, G.P.; MOREIRA, R.A. MONTE-MOR, R.L.M. Medicinal plants and other botanical products from the Brazilian Official Pharmacopoeia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.3, p.408-420, 2006.

BORTOLINI, M.F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H.S.; CARPANEZZI, A.A.; DESCHAMPS, C.; OLIVEIRA, M. de C. *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.: enraizamento, anatomia e análises bioquímicas nas quatro estações do ano. **Ciência Florestal**, v.18, n.2 , p.159-171, 2008.

CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; SOUSA, V. A. de. **Estaquia de corticeira-do-banhado** (*Erythrina crista-galli* L.). Colombo: Embrapa Florestas, 2001. (Comunicado técnico, 64).

DASGUPTA, A.; DATTA, P.C. Cytotaxonomy of piperaceae. **Cytologia**, v.41, p.697-706, 1976.

DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F.C.; CHU, E.Y.; BENCHIMOL, R.L.; POLTRONIERI, L.S. Manejo integrado da fusariose e da murcha amarela da pimenteira-do-reino. 2002. In: POLTRONIERI, L.S.; TRINDADE, D.R. (Ed.). Manejo integrado das principais doenças de cultivos amazônicos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p1-16.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.

FELIPPE, G.M. Desenvolvimento. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia Vegetal 2**. São Paulo: E.P.U., 1986,1-3p.

FERREIRA, D.F. **SisVar**: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA. (Software estatística), 1999.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa-SPI\Embrapa CNPH, v.1, p.183-260, 1998.

GOTO, R.; CAÑIZARES, K.A.L.; STRIPARI, P.C. Fatores que influenciam a enxertia. In: GOTO, R.; SANTOS, H.S.; CAÑIZARES, K.A.L. **Enxertia em hortaliças**. São Paulo, ed. UNESP, 2003. p.25-31.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. p.880.

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

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

PEIL, R.M.N. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v.33, n.6, p.1169-1177, 2003.

RUSCHEL, D. **O Gênero *Piper* (Piperaceae) no Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Biociências, vol. 2, p. 103-129, 2004.

SOUZA, H. M.; INFORZATO, R. Enraizamento de estacas de *Camellia japonica* L. var. Alba Plam, por meio de hormônios vegetais. **Bragantia**, v.18, n. único, p.5-8, 1959.

TCHOUNDJEU, Z.; AVANA, M.L.; LEAKEY, R.R.B.; SIMONS, A.J.; ASSAH, E.; DUGUMA, B.; BELL, J.M. Vegetative propagation of *Prunus africana*: effects of rooting medium, auxin concentrations and leaf area. **Agroforestry Systems**, v.54, p.83-192, 2002.

YUNCKER, T.G. **The Piperaceae of Brazil I**. Piper – group I, II, III, IV. Hoehnea, São Paulo, 1972. v.2, p.19-366

_____. 1973. **The Piperaceae of Brazil II** :*Piper* - Group V; *Ottonia*; *Pothomorphe*; *Sarcorhachis*. Hoehnea 3:121-144.

_____. 1974. **The Piperaceae of Brazil III** :*Peperomia*; taxa of uncertain status.

3.2. Potencial de enraizamento e crescimento da parte aérea de estacas de *P. arboreum* Aubl. e *P. amplum* Kunth (Piperaceae) com diferentes concentrações de AIB.

Resumo

Objetivou-se nesse trabalho verificar o potencial de enraizamento e crescimento da parte aérea de estacas de *Piper arboreum* e *Piper amplum* submetidas a diferentes concentrações de AIB (2000, 4000, 6000 e 8000 mg kg⁻¹) sendo o controle a ausência da auxina. As estacas foram mantidas em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x5 (duas espécies de *Piper* x cinco concentrações de AIB) e composto por três repetições por tratamento, sendo cada parcela composta por 10 estacas. A avaliação foi realizada aos 90 dias de cultivo e as variáveis analisadas foram: sobrevivência (%), enraizamento (%), emissão de brotos (%), número de raiz e de broto; comprimento da maior raiz e do maior broto (cm), diâmetro do broto (mm). Para o enraizamento adventício de estacas da espécie *Piper amplum* é indicado 3.000 mg kg⁻¹ de AIB e para *Piper arboreum*, houve comportamento linear, necessitando portanto, de estudos com concentrações superiores a 8.000 mg kg⁻¹ de AIB.

Palavras chave: Piper, propagação, estaquia, auxina.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the potential of rooting and shoot growth of cuttings of *Piper arboreum* and *Piper amplum* exposed to different concentrations of IBA (2000, 4000, 6000 and 8000 mg kg⁻¹) and control the absence of auxin. The cuttings were kept in a greenhouse equipped with irrigation system type intermittent mist. The experimental design was randomized blocks in factorial 2x5 (two *Piper* species x five IBA concentrations) and composed of three replicates per treatment, each plot consisted of 10 cuttings. The evaluation was performed at 90 days of cultivation and the variables were analyzed: survival (%), rooting (%), emission of shoots (%), number of root and shoot, length of roots and the largest bud (cm), bud diameter (mm). For the rooting of cuttings of *Piper* species is indicated amplum 3000 mg kg⁻¹ of IBA and *Piper arboreum*, there was a linear behavior, requiring therefore, studies with concentrations greater than 8000 mg kg⁻¹ of IBA.

Keywords: Piper, propagation, cuttings, auxin.

Introdução

O gênero *Piper* tem mais de 1000 espécies, sendo as mais conhecidas *Piper nigrum*, *P. longum* e *P. betle*; cerca de 51 cultivares são relatados desde as regiões tropicais e subtropicais da Índia (KHAN et al., 2010) sendo grande parte representada no Brasil.

A pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) é famosa entre as especiarias picantes (SRINIVASAN, 2007) é a espécie mais importante da família Piperaceae (DASGUPTA & DATTA, 1976; NAIR & GUPTA, 2003; ABBASI et al., 2010).

Essa cultura tem grande importância social e econômica para a região norte do Estado do Espírito Santo, pois é cultivada em área superior a 2.700 ha, ocupando o segundo lugar na produção nacional com 6.371 kg ha⁻¹ (IBGE, 2011).

Porém a pimenta-do-reino é muito suscetível ao fungo *Fusarium solani* f. sp. *piperis* Alb., causador de grandes danos à cultura, reduzindo o período útil de exploração da cultura para apenas quatro anos (CARNAÚBA et al., 2007). Antes do aparecimento da fusariose, os pimentais apresentavam um período de longevidade superior a 15 anos (ALBUQUERQUE & CONDURU, 1971).

A fusariose evidencia-se como o maior entrave para a expansão da pipericultura. Essa doença foi detectada no Estado do Espírito Santo há cerca de 30 anos, na cultivar Cingapura. Vem ocorrendo e causando grandes prejuízos em toda região produtora do Espírito Santo, principalmente nos municípios de Linhares, São Mateus, Jaguaré, Nova Venécia, Colatina, Boa Esperança e Aracruz (VENTURA & MILANEZ, 1987).

O controle dessa enfermidade vem sendo investigado desde os anos 60, sem que os métodos convencionais (melhoramento genético via cruzamentos interespecífico e intra-específico e tratos culturais) tenham oferecido resultados animadores (BARBOSA, 2002). Dessa forma, é necessária a produção de mudas resistentes a fusariose e para isto, uma alternativa é o emprego da enxertia, produzindo porta-enxerto com a utilização de Piperaceae nativas encontradas na região.

Espécies de Piperaceae podem se reproduzir sexualmente e vegetativamente (SOUZA et al., 2009). Entretanto, a propagação vegetativa vem a ser a técnica mais viável para o processo de formação de mudas, através da

estaquia, mantendo as características genéticas das plantas-matrizes, uniformidade e precocidade de produção e, principalmente, a resistência a fungos de solo (FACHINELLO et al., 1995; PASQUAL et al., 2001; HARTMANN et al., 2011).

Um importante método de propagação vegetativa é a estaquia de espécies de interesse como porta-enxerto, cujo sucesso depende de diversos fatores, um dos quais o regulador de crescimento (MAGEVSKI et al., 2011). Segundo Hartman et al. (2011), o uso de regulador de crescimento torna ainda maior a probabilidade de emissão de raízes adventícias nos ramos, de modo que a utilização do ácidoindol-3-butírico (AIB) proporciona precocidade de enraizamento.

Em consequência da falta de informações que envolvem o enraizamento de estacas, de espécies nativas do gênero *Piper*, com potencial uso para porta-enxerto de *Piper nigrum* L., realizou-se o presente trabalho com o intuito de verificar o potencial de enraizamento, assim como o crescimento da parte aérea de estacas de *Piper arboreum* e *Piper amplum* com diferentes concentrações de AIB.

Material e Métodos

Dois diferentes espécies de *Piper* em bom estado fisiológico e fitossanitário foram identificadas e selecionadas, sendo estas a *P. arboreum* Aubl. e *P. amplum* Kunth (Figura 1A e B, respectivamente) foram coletadas na Reserva Natural Vale em (Sooretama-ES), no mês de fevereiro de 2011. Exsicatas de todo material foram confeccionadas e posteriormente identificadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro e depositadas no Herbário VIES (Herbário Central da Universidade Federal do Espírito Santo). O trabalho foi conduzido em casa de vegetação equipada com sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente, regulada a 30 °C e 75% de UR, no Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), São Mateus. Para o experimento foram utilizadas estacas sem folhas, retiradas de ramos ortotrópico, com aproximadamente 10 cm, padronizadas com apenas um nó, sendo as duas espécies (*Piper arboreum* e *Piper amplum*). Todo o material vegetal foi acondicionado em caixa de isopor com água, transportado até a casa de vegetação. Em seguida, procedeu-se o corte em bisel simples na base das estacas. Estacas sem nenhum tratamento de desinfecção foram submetidas a diferentes

concentrações do ácidoindol-3-butírico (AIB), (2000; 4000; 6000 e 8000 mg kg⁻¹ de talco), sendo o controle a ausência da auxina.

No preparo de cada diferente concentração de AIB, o talco em pó foi pesado e dividido igualmente em quatro partes separadamente. Após pesado o AIB para uma determinada concentração, adiciona-se a primeira parte de talco, em seguida fez-se uma agitação manual; e procedeu-se assim com a segunda, terceira e quarta partes sucessivamente, até completar o peso final de cada mistura (talco + AIB), de forma a buscar homogeneidade.

O AIB foi preparado utilizando talco industrial para a mistura, em pó, nas diferentes concentrações. As estacas tiveram sua base (5 cm) coberta pelo talco com AIB e foram distribuídas em recipientes plásticos, de 300 mL, devidamente perfurados na parte inferior contendo o substrato comercial Bioplant®.

Após 90 dias de cultivo, a base das estacas foram lavadas, identificando raízes, e procedendo-se as avaliações: sobrevivência (%), enraizamento (%), emissão de brotos (%), número de raiz e número de broto; comprimento da maior raiz e do maior broto (cm) e diâmetro do broto (mm). Para o comprimento foi utilizado uma régua milimetrada para as medidas em cm, e os diâmetros de brotos foi utilizado paquímetro.

As raízes adventícias tanto em *Piper amplum* quanto em *Piper arboreum* (Figura 1 A e B, respectivamente), surgiram tanto na região nodal, quanto na base da estaca. Raízes originam-se em partes aéreas das plantas (caules, algumas vezes folhas) em caules subterrâneos ou em regiões das próprias raízes (ESAÚ, 1976).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5: duas espécies de Piper (*Piper arboreum* e *Piper amplum*) x cinco concentrações de AIB (0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg Kg⁻¹), com três repetições de dez estacas cada.

As médias das variáveis foram analisadas estatisticamente pelo teste de F, regressão e teste de média de Tukey. Todas as análises foram efetuadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 1999).



Figura 1. Estacas enraizadas de *Piper amplum* Kunth (A) e *Piper arboreum* Aubl (B).

Resultados e Discussão

Por meio da análise de variância, observou-se interação significativa entre os seguintes parâmetros fitotécnicos analisados: índice de sobrevivência; porcentagem de enraizamento e número de raiz, sendo a interação dos fatores (espécies x concentrações de AIB) após 90 dias de cultivo de *P. arboreum* e *P. amplum* (Anexo 1).

Para o índice de sobrevivência após 90 dias de plantio, *P. arboreum* apresentou comportamento linear decrescente e *Piper amplum* quadrático com o aumento da concentração de AIB. Para *P. arboreum* a maior concentração de regulador resultou em 70,4% de sobrevivência e a ausência do regulador 100% de sobrevivência. Estacas de *P. amplum* apresentaram maior sobrevivência (97,20%) quando tratadas com 2.500 mg kg⁻¹; na ausência da auxina a sobrevivência foi de 90,75% e com a maior concentração de AIB (8.000 mg kg⁻¹), a sobrevivência foi de 67,40% (Figura 2). Isso mostra que para ambas as espécies as concentrações mais elevadas da auxina podem causar fitotoxidez. Outros fatores, como características físicas da composição do substrato (aeração e drenagem) influenciam significativamente o índice de sobrevivência e o crescimento de mudas propagadas por estaquia (HELLER, 1996). Isto também pode ter contribuído para os elevados índices de sobrevivência desse trabalho, considerando que o substrato

utilizado nesta pesquisa foi o Bioplant[®], com características químicas e principalmente físicas importantes, verificadas por Dutra et al. (2012) com porosidade total de $80,6 \text{ dm}^{-3} \text{ dm}^{-3}$ e densidade aparente de $0,0001 \text{ kg m}^{-3}$.

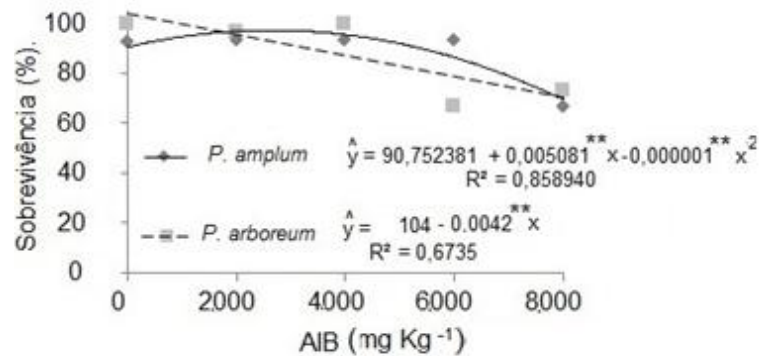


Figura 2. Sobrevivência de estacas de *Piper arboreum* e *Piper amplum* após 90 dias de cultivo com AIB (mg kg^{-1}).

Após o tratamento da base da estaca com o regulador de crescimento, indutor de raízes, os carboidratos são translocados para a área tratada, aumentando a taxa de respiração e ocorrendo transformação nos carboidratos e nos compostos nitrogenados orgânicos (SILVA et al, 2004).

O tratamento de estacas com fitoreguladores, como a auxina, visa acelerar a iniciação de raízes e aumentar a porcentagem de estacas enraizadas, a uniformidade do enraizamento, o número e a qualidade das raízes produzidas (FACHINELLO et al., 1995). O que ocorreu nesse trabalho (Figura 3 e 4).

A porcentagem de enraizamento apresentou interação significativa entre as espécies e as concentrações de AIB. O efeito das diferentes concentrações foi linear crescente para *P. arboreum* com 77,73% de enraizamento quando as estacas foram tratadas com 8.000 mg kg^{-1} ; na ausência da auxina verificou-se 59,33% de enraizamento (Figura 3). Para *P. amplum* o comportamento foi quadrático, alcançando 91,76% com 3.012 mg kg^{-1} de AIB; 73,61% na maior concentração do AIB (8.000 mg kg^{-1}) e 42% na ausência da auxina (Figura 3).

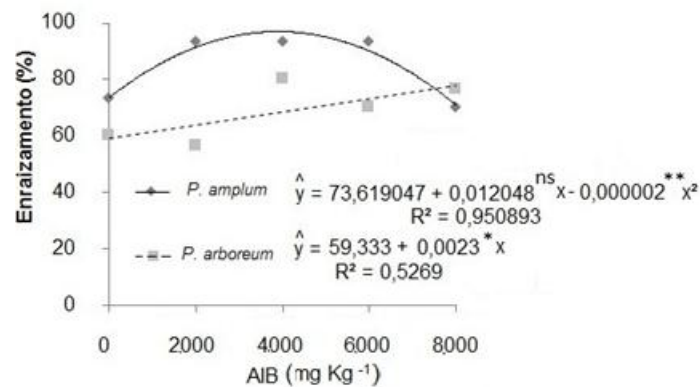


Figura 3. Porcentagem de enraizamento de estacas de *Piper arboreum* e *Piper amplum* tratadas com diferentes concentrações de AIB após 90 dias de cultivo.

O aumento da concentração de auxina, aplicada em estacas, promove efeito estimulador de enraizamento adventício até certo valor máximo, a partir do qual qualquer acréscimo tem efeito inibitório, o que estaria de acordo com os resultados obtidos neste trabalho (FACHINELLO et al. 1995). O que pode explicar a diminuição do percentual de sobrevivência das estacas presentes no trabalho, como o comportamento observado com a espécie *P. amplum* a partir da concentração de 4.000 mg kg⁻¹ de AIB (Figura 3).

A resposta ao enraizamento é variável nas espécies vegetais. Em estacas de João-brandinho (*Piper* sp.), com o efeito das diferentes concentrações de AIB, a auxina atuou de forma positiva e linear no número de estacas enraizadas (SILVA et al., 2004), corroborando para *P. arboreum* no presente trabalho (Figura 3).

Maior porcentagem de enraizamento em *Nerium oleander* L. (espirradeira-branca), foi observada após a adição de 1941,66 mgkg⁻¹ AIB (BITENCOURT et al., 2011). Pescador et al. (2007) propagaram estacas de *Piper mikanianum*, encontrando a melhor concentração que foi a de 1500 mg L⁻¹ de AIB (65%).

Buscando melhores percentuais de sobrevivência e enraizamento para estacas da cultivar Panniyur-1, Thanuja et al. (2002), observaram 25,75% de enraizamento para o controle e 60,58 % para estacas tratadas com 50 mg L⁻¹ de AIB.

O número médio de raízes para *Piper amplum* apresentou comportamento quadrático com um máximo de raízes (16,65), obtidas com 5.847,6 (mg kg⁻¹) de AIB (Figura 4). A maior concentração de AIB (8.000 mg kg⁻¹), produziu 14,26 raízes e a

ausência da auxina produziu em média 5,4 raízes. SILVA et al. (2004), observaram em estacas de João-Brandinho (*Piper* sp.) que a concentração 5000 ppm de AIB proporcionou o maior número de raízes (10) por estaca.

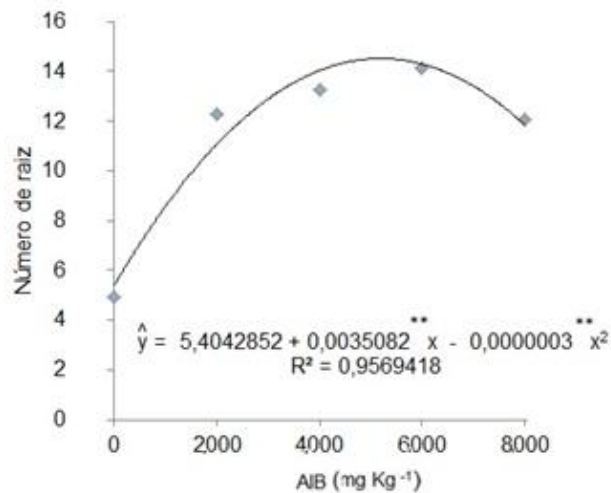


Figura 4. Número de raiz de estacas de *Piper amplum* após 90 dias de cultivo com AIB (mg kg⁻¹).

O regulador de crescimento pode acelerar o metabolismo normal e aumentar número de primórdios radiculares (SNYDER, 1954). Obteve-se maior número de raízes com o aumento na concentração de AIB até atingir um valor ótimo (Figura 4). Este fato pode estar relacionado ao papel deste fitorregulador na rizogênese adventícia, uma vez que faz com que o processo ocorra de maneira mais acelerada favorecendo o surgimento de maior número de raízes de forma mais rápida (PIZZATO et al., 2011).

Verifica-se que as concentrações variam, de acordo com a espécie para espécie como, por exemplo, em estacas de *Piper mikaniaum* que ao serem tratadas com 500 mg L⁻¹ de AIB, produziram um maior número de raízes por estaca; apresentando menor número de raízes para as estacas sem tratamento, tanto em areia quanto vermiculita (PESCADOR et al., 2007), comportamento semelhante ao encontrado nesse trabalho (Figura 4). Na espécie *P. nigrum* cv. Panniyur-1 Thanuja et al. (2002), observaram uma produção de 4,94 raízes com concentrações bem menores de AIB (50 ppm) e na sua ausência 2,92 raízes.

Quando avaliado o efeito da concentração de AIB na porcentagem, comprimento e diâmetro de broto, não se verificou interação significativa entre os fatores (espécies x concentração de AIB). Observou-se comportamento linear decrescente dos valores, à medida que aumentou as concentrações de AIB. Para o controle os respectivos valores foram de 70,53 %; 1,92 cm; 1,98 mm; enquanto que a maior concentração de AIB (8.000 mg kg⁻¹) resultou-se em 50,53%; 1,12 cm; 1,18 mm (Figura 5 A, B e C respectivamente).

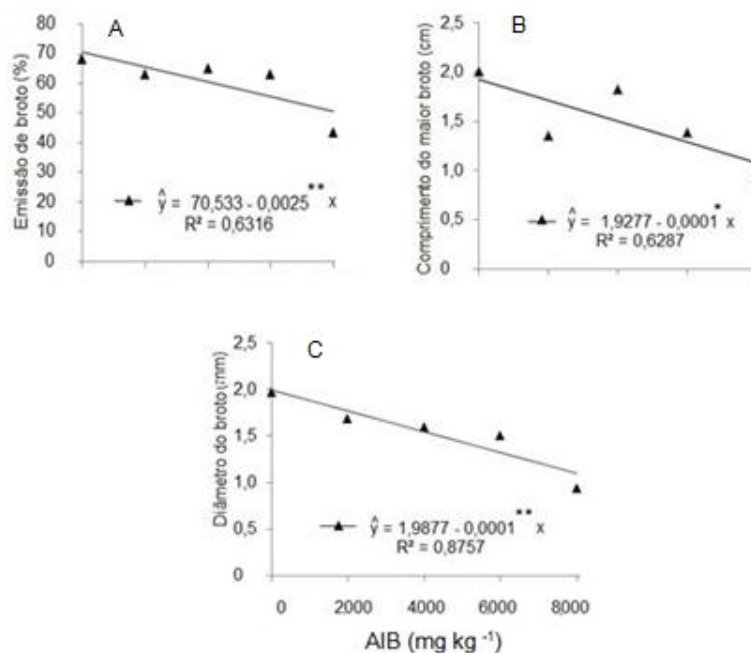


Figura 5. Porcentagem de emissão de brotos (A), comprimento médio de broto (B) e diâmetro médio de broto (C) de estacas de *Piper arboreum* e *Piper amplum* tratadas com diferentes concentrações de AIB, após 90 dias de cultivo.

Os tratamentos com AIB apresentaram tendência de redução dos parâmetros para broto citados acima, e neste caso, possivelmente, a auxina sintética mobilizou nutrientes, inibindo a brotação quando aplicada na base da estaca (FELIPPE, 1986). Em estaquia para produção de porta-enxerto de videira '43-43' (*V. vinifera* x *V. rotundifolia*), Botelho et al. (2005) observaram resultado semelhante a esse trabalho quanto a porcentagem de brotos em estacas semilenhosas.

Em estacas de *Ficus carica* L., tratadas com AIB ácido indolbutírico em diferentes concentrações (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹), observou-se declínio linear para o número médio de brotos por estaca com o aumento das aumentou as concentrações (PAULETTI et al., 2010), observação semelhante encontrada nesse

trabalho para porcentagem de emissão de broto, comprimento do maior broto e diâmetro de broto (Figura 5 A, B e C, respectivamente).

A redução da emissão de brotações, comprimento médio do maior broto e diâmetro do broto nas estacas pode estar correlacionada ao esgotamento das reservas endógenas na estaca, em função do elevado número de raízes emitidas com exposição ao AIB (Figura 5). Por outro lado, Pescador et al. (2007), observaram os maiores valores de comprimento médio do maior broto 3,58; 3,5 e 3,9 cm, encontradas para as estacas tratadas com 0, 1000 e 1500 mg L⁻¹ de AIB respectivamente em substrato areia.

Não houve interação significativa entre as espécies e as concentrações de AIB em relação ao comprimento médio da maior raiz, número médio de folhas e brotos (Tabela 1).

TABELA 1. Influência das espécies de *Piper* no comprimento médio de raiz, número médio de broto e número médio de folhas aos 90 dias de cultivo

Características	Espécies	
	<i>Piper arboreum</i>	<i>Piper amplum</i>
Comprimento da maior raiz (cm)	5,29 b*	6,51 a
Número de brotos	1,48 a	0,58 b
Número de folhas	3,22 a	1,96 b

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si segundo teste de Scott-knott.

Foi verificada interação para número de raízes de *Piper amplum* por estaca, mas, o mesmo não ocorreu com o comprimento médio da maior raiz (Tabela 1), o que poderia ser esperado, uma vez que, segundo Nachtigal (1999), a redução do comprimento pode ocorrer devido à competição existente entre as raízes pelas reservas da estaca, provocando uma relação inversamente proporcional ao número de raízes. *Piper amplum* obteve o maior comprimento médio de raiz de 6,51 cm, em comparação a espécie *Piper arboreum* com 5,29 cm (Tabela 1).

Em contrapartida, Silva et al. (2004) verificaram tendência de aumento do comprimento de raízes em estacas de *Piper* sp. a medida que a concentração de AIB foi aumentada até 5000 ppm. Em estacas de *P. mikanianum* tratadas com 1000 e 1500 mg L⁻¹ de AIB, plantadas em substrato vermiculita, obtiveram comprimentos médios de 6,37 e 8,76 cm, respectivamente (PESCADOR et al., 2007).

Ao quantificar número de folhas, a espécie *P. arboreum* apresentou número médio de 3,22 folhas; enquanto que para *P. amplum* foi de 1,96 (Tabela 1). A formação de um maior número de folhas requer da estaca uma maior translocação de nutrientes demonstrando a capacidade de absorver e transformar os nutrientes do substrato em folhas, principal órgão responsável pelo crescimento da planta. Pescador et al. (2007) ao trabalharem com estacas de *Piper mikaniaunum*, com diferentes concentrações de AIB e dois tipos de substratos (areia e vermiculita) verificaram que estacas sob a vermiculita, tratadas com 500 mg L⁻¹ e 1000 mg L⁻¹ formaram em média 5 e 5,9 folhas por estaca respectivamente.

Para o número médio de brotos, os maiores valores foram representados por *P. arboreum* com 1,48 broto; enquanto para *P. amplum* não foi capaz de formar sequer um único broto (0,58) (Tabela 1). Pescador et al. (2007), não verificaram interação significativa entre os fatores substratos e concentrações de AIB para número médio de broto e observaram valores de aproximadamente de 1,0 e 1,5 na ausência e na maior concentração de AIB (1500 mg L⁻¹), respectivamente, quando as estacas foram plantadas em substrato areia. Sob vermiculita encontraram 1,7 e 2,2 na ausência e na maior concentração de AIB (1500 mg L⁻¹) respectivamente.

Conclusões

Para o enraizamento adventício de estacas da espécie *Piper amplum* é indicada 3.000 mg kg⁻¹ de AIB. Para o enraizamento adventício de estacas da espécie *Piper arboreum* houve comportamento linear, necessitando, portanto, de estudos com concentrações maiores de que 8.000 mg kg⁻¹ de AIB.

Referências Bibliográficas

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

ALBUQUERQUE, F C.; CONDURU, J.M.P. **Cultura da pimenta-do-reino na região amazônica**. Belém: IPEAN, 1971. (Série Fitotecnia, v.2. n.3).

BARBOSA, B.C. Biotecnologia molecular e novo padrão de financiamento: possibilidades para pesquisa da fusariose da pimenta-do-reino. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.19, n.3, p.429-449, 2002.

BITENCOURT, G.A.; BRUM, G.R.; FAVERO, S. Uso do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espirradeira-branca. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.5, n.3, p.39, 2011.

BOTELHO, R.V.; MAIA, A.J.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M.; SCHUCK, E. Estaquia de porta-enxerto de videira (*V. vinifera* x *V. rotundifolia*) resistente à *Eurhizococcus brasiliensis*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.3, p.480-483, 2005.

CARNAÚBA, J.P.; SOBRAL, M.F.; AMORIM, E.P.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.

DASGUPTA, A.; DATTA, P.C. Cytotaxonomy of piperaceae. **Cytologia**, v.41, p.697-706, 1976.

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

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178p.

FELIPPE, G.M. Desenvolvimento. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia Vegetal 2**. São Paulo: E.P.U., 1986. 1-38p.

FERREIRA D.F. **SisVar**: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA. (Software estatística), 1999.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 880p.

HELLER, J. Physic nut *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Rome: Institute of Plant Genetic Resources and Crop Plant Research: Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute: 1996. 66p.

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

KHAN, S.; MIRZA, K.J.; ANWAR, F.; ZAINUL, A. M. Development of RAPD markers for authentication of *Piper nigrum* (L.). **International Journal of Environmental Science and Technology**, v.5, p.47-56, 2010.

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.

NAIR, R.R.; GUPTA, S.D. Somatic embryogenesis and plant regeneration in black pepper (*Piper nigrum* L.). Direct somatic embryogenesis from tissue of germinating seeds and ontogeny of somatic embryos. **The Journal of Horticultural Science Biotchechnology**, v.78, p.416-421, 2003.

NACHTIGAL, J.C. **Obtenção de porta-enxertos 'Okinawa' e de mudas e pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) utilizando métodos de propagação vegetativa**, 1999. 165f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 1999.

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

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

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

PIZZATO, M.; JÚNIOR, A.W.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, A.D.; MAZARO, S.M. Influência do uso de 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.

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

SNYDER, W.E. The rooting of leafy stem cuttings. **National Horticultural Magment**, v.33, p.1-18, 1954.

SRINIVASAN, K. Black pepper and its pungent principle-piperine. A review of diverse physiological effects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v.47, p. 735-748, 2007.

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

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

VENTURA, J.A.; MILANEZ, D. **Fusariose da pimenta-do-reino e seu controle**. Cariacica-ES: EMCAPA, 1987. (EMCAPA, Circular Técnica, 2).

3.3. Comportamento de três espécies silvestres do gênero *Piper* inoculadas com *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *piperis* Albuquerque

Resumo

O objetivo desse trabalho foi detectar novas fontes de resistência ao *Fusarium solani*, entre diferentes espécies de *Piper* silvestres e verificar se dois isolados (isolado I e II) oriundos de pimenteiras, apresentam diferenças na habilidade de infectar diferentes hospedeiros. Os isolados de *Fusarium* sp., encontrados infectando plantas de pimenta-do-reino cv. Bragantina no município São Mateus-ES, foram caracterizados morfológicamente. Após o isolamento, o material foi mantido em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) a 25 °C e ausência de fotofase. Foram testados em três espécies diferentes do gênero *Piper* (*Piper arboreum*, *Piper amplum* e *Piper mollicomum*), com aproximadamente 90 dias com 10 plantas de cada e duas testemunhas não inoculadas. As espécies *Piper arboreum*, *Piper amplum* e *Piper mollicomum* demonstraram potencial para resistência aos dois isolados do fungo; porém estudos em campo necessitam ser realizados.

Palavras-chave: Piperaceas, fusariose, resistência.

Abstract

The aim of this study was to detect new sources of resistance to *Fusarium solani*, among different species of wild *Piper* and verify that two isolates (isolate I and II) from the pepper, differ in their ability to infect different hosts. The isolates of *Fusarium* sp. Were found infecting black pepper cv. Bragantina in the São Mateus - ES, and characterized morphologically. After isolation, samples were maintained in culture medium PDA (potato-dextrose-agar) at 25 °C and absence of photoperiod. They were tested in three different species of the genus *Piper* (*Piper arboreum*, *Piper amplum* and *Piper mollicomum*), with approximately 90 days, with 10 plants each, and two now-inoculated plants. The species *Piper arboreum*, *Piper amplum* and *Piper mollicomum* showed potential for resistance to both isolates, but field studies should be carried out.

Keywords: Piperaceae, Fusarium, resistance.

Introdução

A pimenta-do-reino é originária da Índia e foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVII. Do ponto de vista econômico, seu cultivo se desenvolveu a partir de 1933, através dos imigrantes japoneses, que trouxeram 20 mudas da cultivar Kucing (Cingapura); sendo que apenas três delas lograram a sobreviver. Dessa base genética comum ocorreu a expansão comercial do cultivo da pimenta-do-reino, no Pará, através da propagação vegetativa desse material botânico (CASTRO, 1979; DUARTE & ALBUQUERQUE, 1999), e posteriormente para os outros estados produtores, como o Espírito Santo.

Os fungos do gênero *Fusarium* causam doenças de difícil controle, em diferentes culturas (SEGALIN & REIS, 2010), principalmente em *Piper nigrum* L. (PIPERACEAE). O germoplasma da pimenta-do-reino responsável pela ampliação dos cultivos caracteriza-se por estreita variabilidade genética, tendo baixa resistência à principal enfermidade, a fusariose.

Essa se caracteriza como fator importante na redução da produção brasileira dessa cultura, pois influencia de forma significativa a longevidade das plantas, reduzindo o ciclo produtivo (BARBOSA et al., 2002).

O patógeno pode infectar a pimenteira através do sistema radicular, onde causa o apodrecimento das raízes e das radículas, através da região nodal, causando lesões nas hastes e secamento nos ramos (ALBUQUERQUE et al., 1976; HAMADA et al., 1988; DUARTE & ALBUQUERQUE, 1999;).

Piperáceas nativas, como a *Piper aduncum* L., *P. arboreum*, *P. carniconnectivum*, *P. hispidum*, *P. hispidnervum* e *P. tuberculatum* apresentaram alta resistência à infecção a dois isolados de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*. (ALBUQUERQUE et al., 2001).

O objetivo desse trabalho foi detectar novas fontes de resistência ao *Fusarium solani*, entre diferentes espécies de Piper silvestres e verificar se dois isolados (I e II) oriundos de pimenteiras, apresentam diferenças na habilidade de infectar diferentes hospedeiros.

Material e métodos

O fungo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *piperis* Albuquerque foi isolado de plantas de pimenta do reino com sintomas típicos da doença. A coleta foi realizada no município de São Mateus no Estado do Espírito Santo (Figura 1).

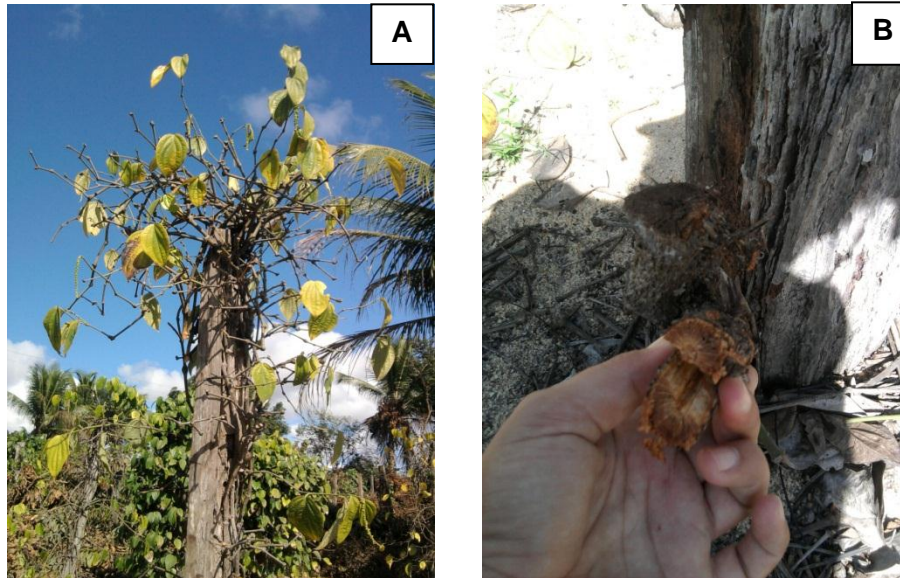


Figura 1. Pimenteira infectada pela Fusariose. Apresentando queda de folhas, amarelecimento (A) e sistema radicular com estrias enegrecidas (B).

Após o isolamento, o material foi mantido em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) a 25 °C e ausência de fotofase. Foram obtidos dois isolados, identificados como isolado I e II, por apresentarem ligeira diferença na coloração do micélio e por terem sido isolados de diferentes plantas de pimenteira. A caracterização do isolado foi pela morfologia dos macro e micro-conídios, associada à sintomatologia típica da doença.

Para obtenção do inóculo, 10 ml de água destilada foram colocados em placa de Petri contendo colônia de *F. solani* com 10 dias de crescimento em BDA. Em seguida, o micélio foi raspado com auxílio de espátula, filtrado em gaze e a concentração de esporos ajustada para 1×10^5 conídios mL^{-1} .

Três espécies diferentes de Piperaceae, gênero *Piper* (*Piper arboreum*, *Piper amplum* e *Piper mollicomum*), com aproximadamente 90 dias foram utilizadas, sendo 10 plantas de cada.

A inoculação foi realizada pela injeção da suspensão de esporos, com auxílio de seringa hipodérmica, nas hastes das plantas, quarenta dias após o transplante das mudas para vasos com capacidade de 3 litros contendo mistura de solo argiloso, areia e matéria orgânica (proporção de 1:2:1), autoclavados.

As plantas foram mantidas em casa de vegetação climatizada, a 28 °C +/- 3 °C. A rega foi manual, procurando-se deixar o solo úmido, mas sem encharcamento. Foram utilizadas duas plantas como testemunha, onde ocorreu apenas a injeção de água destilada estéril nas hastes.

A avaliação foi realizada 21 dias após a inoculação, observando-se apenas a presença ou ausência de sintomas de murcha.

Resultados e Discussão

O único sintoma observado foi murcha, não acentuada, em plantas de *Piper amplum* inoculadas com o isolado I, mostrando-se susceptível. Embora para o isolado II, não tenha apresentado nenhum sintoma, caracterizando resistência.

Piper arboreum e *Piper mollicomum* mostraram-se resistente aos dois isolados do fungo *Fusarium solani*.

A caracterização a respeito das plantas inoculadas como sendo resistentes ou não, foi pautada na presença ou ausência de murcha no material botânico testado.

Sendo verificada reação de resistência a inoculação na haste de mudas de *Piper arboreum* e *Piper* sp. à infecção causada por dois isolados diferentes de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* (Isolado Nig e Adu) (ALBUQUERQUE et al., 2001), resultado semelhante encontrado nesse trabalho para *Piper arboreum* (Tabela 1).

Tabela 1. Reação de plantas do gênero *Piper* à infecção com *Fusarium solani* f.sp. *piperis*.

Espécies	Isolado I	Isolado II
<i>Piper arboreum</i>	-*	-
<i>Piper amplum</i>	+	-
<i>Piper mollicomum</i>	-	-

*Presença (+) ou ausência (-) de sintomas.

Em teste de patogenicidade realizado em dez mudas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) cv. Bragantina, através do método de suspensão de esporos (10^6 conídios/mL) verificou-se após o 12^o dia sintomas de murcha (CARNAÚBA, 2010).

Essa presença de fontes de resistência aos isolados I e II nas piperaceas silvestres, aqui testadas, sugere a necessidade de outros testes; podendo selecionar enxertos e porta-enxertos compatíveis, com o objetivo de controlar a fusariose em *Piper nigrum* L.

Conclusão

As espécies *Piper arboreum*, *Piper amplum* e *Piper mollicomum* demonstraram potencial para resistência aos dois isolados do fungo *Fusarium solani*, porém estudos em campo necessitam ser realizados.

Referências

ALBUQUERQUE, F.C.; FERRAZ, S.; SEDIYAMA, C.S.. Influência da técnica de inoculação de esporos na patogenicidade de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* sobre pimenta-do-reino. **Experientice**, v.22, n.6, p.165-174, 1976.

ALBUQUERQUE, F.C.; DUARTE, M.L.; BENCHIMOL, R.L.; ENDO, T. Resistência de Piperaceas nativas da Amazônia à infecção causada por *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*. **Acta Amazônica**, v.31, n.3, p.341-348, 2001.

BARBOSA, F.B.C. et al. Biotecnologia molecular e novo padrão de financiamento: possibilidades para pesquisa da fusariose da pimenta-do-reino. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.19, n. 3, p.429-449, 2002.

CASTRO, F.M. de. **50 anos da imigração japonesa na Amazônia**. Belém: Falangola, p.1979.

CARNAÚBA, J.P.; SOBRAL, M.F.; AMORIM, E.P.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.

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

HAMADA, M.; UCHIDA, T; TSUDA, M. Ascospore dispersal of the causal agente of *Nectria* blight of *Piper nigrum*. **Phytopathological Society of Japan Annalk**, v.54, p.303-308, 1988.

SEGALIN, M.; REIS, E.M. Semi-selective medium for *Fusarium graminearum* detection in seed samples. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.4, p.338-341, 2010.

4. CONCLUSÕES GERAIS

As concentrações de AIB não influenciaram na sobrevivência das estacas de *P. arboreum*, *P. amplum* e *P. mollicomum*, porém afetam negativamente o número de folhas.

O enraizamento adventício de estacas da espécie *P. amplum* apresentou comportamento quadrático e, indicada de 3.000 mg kg⁻¹ de AIB. Para *P. arboreum*, houve um comportamento linear com 77,73% de enraizamento com a concentração maior de que 8.000 mg kg⁻¹ de AIB, onde se verifica a necessidade de estudos com concentrações superiores às estudadas.

As espécies *Piper arboreum*, *Piper amplum* e *Piper mollicomum* demonstraram potencial para resistência aos dois isolados do fungo *Fusarium solani*. Porém estudos em campo necessitam ser realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, M.F.; FRANÇA, P.F.; BARBOSA-FILHO, J.M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.1, p.114-140, 2007.

AGRA, M.F.; SILVA, K.N.; BASÍLIO, I.J.L.D.; FRANÇA, P.F.; BARBOSA-FILHO, J.M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.8, n.3, p.472-508, 2008.

AHKAMI, A.H.; LISCHEWSKI, S.; HAENSCH, K. T.; PORFIROVA, S.; HOFMANN, J.; ROLLETSCHEK, H.; MELZER, M.; FRANKEN, P.; HAUSE, B.; DRUEGE, U.; HAJIREZAEI, M.R. Molecular physiology of adventitious root formation in *Petunia hybrida* cuttings: involvement of wound response and primary metabolism. **New Phytologist**, Cambridge, v.181, n.3, p.613-625, 2009.

ANDO, A.; ALBUQUERQUE, F.C.; POLTRONIERI, M.C.; TULMANN, A. **Obtenção de mutantes resistentes a fusariose (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) em pimenta-do-reino através de irradiação gama**. In: Seminário Internacional Sobre Pimenta e Cupuaçu, 1., 1996, Belém.

ALBUQUERQUE, F. C. **Podridão das raízes e do pé da pimenta-do-reino**. Belém: IAN, 1961. (IAN. Circular, 5).

ALBUQUERQUE, F.C.; CONDURU, J.M.P. **Cultura da pimenta-do-reino na região amazônica**. Belém: IPEAN, 1971. (Série Fitotecnia, v.2. n.3).

ALBUQUERQUE, F.C.; VELOSO, C.A.C.; DUARTE, M. de L.R.; KATO, O.R. **Pimenta-do-reino: recomendações básicas para seu cultivo**. Belém: EMBRAPA, UEPAE de Belém, 1989. 40p. (Documentos,12).

ALVARENGA, L.R.; CARVALHO,V.D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.45-55, 1983.

ALVARENGA, A.A. **Substâncias de crescimento e regulação do desenvolvimento vegetal**. Lavras: UFLA, 1990. 59p.

ANTUNES, L.E.C.; CHALFUN, N.N.J., RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; CECILIO FILHO, A.B. Propagação vegetativa do pessegueiro 'Okinawa'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: SBF, 1994. p.877-878.

BARROSO, G.M.; GUIMARÃES, E.F.; ICHASO, C.L.F.; COSTA, C.G.; PEIXOTO, A.L. **Sistemática das angiospermas do Brasil**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 307p.

BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, v.26, n.2, p.309-315, 1996.

BIZERRIL, M.X.A. & RAW, A. Feeding specialization of two species of bats and fruit quality of *Piper arboreum* in a Central Brazilian gallery forest. **Revista de Biologia Tropical**, v.45, n.2, p.913-918, 1997.

CARDOSO, M. Sobre o enraizamento de estacas de pimenteira-do-reino. **Bragantia**, v.20, n.16, p.70-81, 1961.

CARDOSO, M. Pimenteira-do-reino: produtividade segundo o tipo de muda. **Bragantia**, v.40, p.222-224, 1981.

CARNAÚBA, J.P.; SOBRAL, M.F.; AMORIM, E.P.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.

CEDAGRO – **Centro de Desenvolvimento do Agronegócio**. Disponível em <http://www.cedagro.org.br/?page=pg_coeficientes_planilhas> Acesso em 10 de abril de 2012.

CONSTANTIN, M.B.; SARTORELLI, P.; LIMBERGER, R.; HENRIQUES, A.T.; STEPPE, M.; FERREIRA, M.J.P.; OHARA, M.T.; EMERENCIANO, V.P.; KATO, M.J. Essential oils from *Piper cernuum* and *Piper regnellii*: Antimicrobial activities and analysis by GC/MS and ¹³C-NMR. **Planta Medica Journal** v.67, p.771-773, 2001.

CRONQUIST, A. “**An integrated system of classification of flowering plants**”. Columbia University Press, New York, 1981.

DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F.C. Eficiência de diferentes fungicidas no tratamento de estacas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) infectadas por *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.2, p.169-175, 1980.

DUARTE, M. de L.R.; ALBUQUERQUE, F.C. Doenças da cultura da pimenta-do-reino. In: DUARTE, M. de L.R. (Ed.). **Doenças de plantas no trópico úmido**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. p.159-208

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

DUKE, J.A.; VASQUEZ, R.; **Amazonian Ethnobotanical Dictionary**, CRC Press: Florida, 1994.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178 p.

FIGUEIREDO, S.L.B.; KERSTEN, E.; SCHUCH, M.W. Efeito do estiolamento parcial e do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg). **Scientia Agrícola**, v.52, n.1, p. 167-171, 1995.

FOSKET, D. E. Cell division, polarity, and growth in plant development. In: **Plant growth and development: a molecular approach**. Califórnia: Academic Press, p.341-393, 1994.

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. 2007. Caracterização de acessos de pimenta-do-reino com base em sistemas enzimáticos. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.333-342, 2007.

GUIMARÃES, E. F.; VALENTE. **Piperáceas**. Flora Ilustrada Catarinense. p. 67-71. Itajaí – SC, 2001.

GUIMARÃES, EF; GIORDANO, LCS; Piperaceae do nordeste brasileiro I: estado do Ceará. **Rodriguésia**, v.55, n. 84, p.21-46, 2004.

GUIMARÃES, E.F.; MONTEIRO, D. Piperaceae na reserva biológica de poço das antas, silva jardim, Rio de janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.57, n.3, p.567-587, 2006.

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.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 880 p, 2011.

HINOJOSA, G.F. Auxinas. In: CID, L.P.B. **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasília: EMBRAPA, p.15-54, 2000.

HOMMA, A . K. O. **Oferta e demanda de pimenta-do-reino a nível mundial; perspectivas para o Brasil**. Belém: Embrapa CPATU, 1981. (Embrapa-CPATU. Miscelânea, 8).

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

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

LEMOS, O.F. **Mutagênese e tecnologia *in vitro* no melhoramento genético da pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.)**. 2003. 159 p. Tese (Génética e Melhoramento de Plantas)-Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LEMUS, E.E.P; HINOJOSA, G.F.; CORTÉS, H.P.; MATSUMOTO, K.; CID, L.P.; ZIMMERMANN, M.J.;BARRIA, M.J. **Hormônios vegetais em plantas superiores**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005 p.15.

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

MAYER, N. A. **Propagação assexuada do porta enxerto umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc.) por estacas herbáceas**. 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

MESQUITA, J.M.O.; CAVALEIRO, C.; CUNHA, A.P.; LOMBARDI, J.A.; OLIVEIRA, A.B. Estudo comparativo dos óleos voláteis de algumas espécies de Piperaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.1, p.6-12, 2005.

MORS, W. B.; RIZZINI, C.T.; PEREIRA, N. A.. **Medical Plants of Brazil**. Reference Publications, Inc., Algonac, Michigan, 501p, 2000.

MOURA, E.F.; MENEZES, M.C.; LEMOS, O.F. Concentrações de citocinina e carvão ativado na micropropagação de pimenta-do-reino. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.72-76, 2008.

NAMBIAR, P.K.V.; PILLAY, V.S.; SASIKUMARAN, S.; CHANDY, K.C. Pepper research at panniyur: **Journal of Plantation Crops**, v.6, n.1, p.4-11, 1978.

NACHTIGAL, J. C.; PEREIRA, F. M. Propagação do pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Okinawa por meio de estacas herbáceas em câmara de nebulização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, n.2, p. 208-212, 2000.

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.

PAIVA, H.N. de; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 1995. 40 p.

PARMAR, V.S.; JAIN, S.C.; BISHT, K.S.; JAIN, R.; TANEJA, P.; JHA, A.; TYAGI, O.D.; PRASAD, A.K.; WENGEL, J.; OLSEN, C.E.; BOLL, P.M. Phytochemistry of the genus *Piper*. **Phytochemistry**, v.46, n.4, p.597- 673,1997.

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

PECKOLT, T., PECKOLT, G.. **História das plantas medicinais e úteis do Brasil**. Rio de Janeiro, Laemmert, 1369 p., 1888.

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

PESSINI, G.L.; DIAS-FILHO, B.P.; NAKAMURA, C.V.; FERREIRA, A.G.; CORTEZ, D.A.G. Neolignanas e análise do óleo essencial das folhas de *Piper regnellii* (Miq.) C. DC. var. *pallescens* (C. DC.) Yunck. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v.15, p.199-204, 2005.

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

PIO, R.; BASTOS, D.C.; BERTI, A.J.; FILHO, J.A.S.; FILHO, F. A. A.M.; ENTELMANN, F.A.; ALVES, A.S.R.; NETO, J.E.B. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 3, p. 562-567, 2005.

POLTRONIERI, M.C.; LEMOS, O.F. de; ALBUQUERQUE, F.C. **Pimenta-do-reino**. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Programa de melhoramento e adaptação de espécies vegetais para a Amazônia oriental. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. p.127-137. (Documento, 16).

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

REGASINI, L.O.; COTINGUIBA, F.; PASSERINI, G.D.; BOLZANI, V.S.; CICARELLI, R.M.B.; A.A.; KATO, M.J.; FURLAN, M. Trypanocidal activity of *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum* (Piperaceae). **Brazilian Journal of Pharmacognosy** v.19, p.199-203, 2009.

RUSCHEL, D. 2004. O gênero *Piper* (Piperaceae) no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v.2, n.2, p.103-129.

SANTANA, A.C. **Crescimento e estrutura da produção agrícola na Amazônia**. Boletim da FCAP, n.17, p. 57-58, 1988.

SANTOS, P.R.D.; MOREIRA, D.L.; GUIMARÃES, E.F.; KAPLAN, M.A.C. 2001. Essential oil of 10 Piperaceae species from the Brazilian Atlantic Forest, **Phytochemistry**, v.58, p.547-551, 2001.

SILVA, R.V.; NAVICKIENE, H.M.D.; KATO, M.J.; BOLZANI, V.S.; MÉDA, C.I.; YOUNG, M.C.M.; FURLAN, M. Antifungal amides from *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v.49, p.461-464, 1998.

SILVA, A.C.P.R.; OLIVEIRA, M.N. **Caracterização botânica e química de três espécies do gênero *Piper* no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 13p. (Boletim de Pesquisa, 23).

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

SYROS, T.; YUPSANIS, T.; ZAFIRIADIS, H.; ECONOMOU, A. Activity and isoforms of peroxidases, lignin and anatomy, during adventitious rooting in cuttings of *Ebenus cretica* L. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.161, n.1, p.69-77, 2004.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

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

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

VALENTE, M. da C.; SILVA, N.M.F; MARQUETE, R.; MEDEIROS, E. VON S. & LACANNA, M.F. In: VALENTE, M. da C.; SILVA, N.M.F (org.). 1999. **Plantas úteis das áreas do entorno do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Horto Florestal e Parque Lage** – I. Série Estudos e Contribuições 16: 80p.

VAN DEN BERG, M.E. Piperaceae. In: VAN DEN BERG, M.E. **Plantas medicinais na Amazônia** - contribuição ao seu conhecimento sistemático. Belém, PR/MCT/CNPq, p. 55-66, 1993.

VILLA, F.; PIO, R.; CHALFUN, N.N.J.; GONTIJO, T.C.A.; DUTRA, L.F. Propagação de amoreira-preta utilizando estacas lenhosas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 4, p.829-834, 2003.

YUNCKER, T.G. The Piperaceae of Brazil. In: HOEHNEA. **The Piperaceae of Brasil II – Piper: Grupo V; Ottonia; Pothomorphe; Sarcorrhachis**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Instituto de Botânica, vol. 3, dez. 1973.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela 1A. Análise de variância para espécies do gênero *Piper* após 45 dias de estabelecimento

Fonte de Variação	G L	Quadrado Médio			
		S	NF	NB	CB
Espécie	2	0,048**	14,691**	19,608**	1,739**
Conc	4	0,003ns	0,676*	0,054ns	0,294ns
Esp x Conc	8	0,002ns	0,624*	0,131ns	0,150ns
Erro	30	0,005	0,217	0,137	0,176
CV (%)		7,300	39,710	40,540	73,160
Média geral		0,95	1,17	0,91	0,57

^{ns} Não significativo a 5% pelo teste de F; *, ** Significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste de F. % Sobrevivência (S); número médio de folhas (NF); número médio de brotos (NB); comprimento médio do maior broto (CMB).

ANEXO B

Tabela 1B. Análise de variância para espécies do gênero Piper após 90 dias de cultivo

Fonte de Variação	G L	Quadrado Médio								
		S	PE	NR	CMR	NF	% EB	NB	CMB	DB
Espécie	1	3,33ns	1920,00**	235,48**	11,22**	11,78*	3.000,00**	6,07**	6,04**	6,39**
Concentração	4	880,00**	358,33**	24,48**	1,22ns	0,61ns	588,33*	0,07ns	1,08**	0,85**
Esp x Conc	4	320,00 *	378,33 *	19,65**	1,16ns	0,54ns	341,66ns	0,16ns	0,27ns	0,19ns
Erro	18	71,48	97,40	3,43	1,19	2,29	158,88	0,15	0,18	0,13
CV (%)		9,64	12,87	21,78	18,52	58,48	20,78	38,74	28,78	23,77
Média geral		87,66	76,66	8,51	5,90	2,59	60,66	1,03	1,50	1,54

^{ns} Não significativo a 5% pelo teste de F; *, ** Significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste de F. Índice de sobrevivência (S); porcentagem de enraizamento (PE); número de raiz (NR); comprimento da maior raiz (CMR); número de folha (NF); porcentagem de emissão de broto (%EB); número de broto (NB); comprimento do maior broto (CMB); diâmetro do broto (DB)