**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE ESTACAS NA FORMAÇÃO
DE MUDAS DE PIMENTA DO REINO (*Piper nigrum* L.)**

ANITA DE SOUZA DIAS GUTIERREZ

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ DIAS COSTA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 1986

Í N D I C E

Página

RESUMO	ii
SUMMARY	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Ramos ortotrópicos herbáceos	7
2.2. Ramos ortotrópicos semi-lenhosos	11
2.3. Ramos plagiotrópicos	16
2.4. Ramos "ladrões"	18
3. METODOLOGIA	21
4. RESULTADOS	28
4.1. Comprimento do broto com folha	28
4.2. Porcentagem de plantas mortas	30
4.3. Relação raiz/parte aérea	31
4.4. Porcentagem de enraizamento das plantas	32
5. DISCUSSÃO	34
5.1. Comprimento do broto com folha	37
5.2. Porcentagem de plantas mortas	40
5.3. Relação raiz/parte aérea	43
5.4. Porcentagem de enraizamento das plantas	45
6. CONCLUSÕES	51
7. LITERATURA CITADA	53
APÊNDICE	60

A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE ESTACAS NA FORMAÇÃO DE
MUDAS DE PIMENTA DO REINO (*Piper nigrum* L.)

Anita de Souza Dias Gutierrez

ORIENTADOR: José Dias Costa

RESUMO

Foi avaliada a utilização de estacas de ramos ortotrópicos de pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) de um, dois, três e quatro nós retiradas da base e do ponteiro da planta na formação de mudas. Os parâmetros foram comprimento do broto com folha, porcentagem de plantas mortas, relação raiz/parte aérea e porcentagem de enraizamento. Foi utilizada o delineamento estatístico inteiramente casualizado com 5 repetições e 8 tratamentos (sendo um fatorial 4 x 2, onde 4 são o número de nós e 2 as origens das estacas). Nas estacas originárias do ponteiro foi conservada uma folha terminal. Todas as estacas apresentavam raiz de fixação nos nós.

De acordo com as características estudadas algumas afirmações podem ser feitas:

- A estaca de um nó originária da base não deve ser utilizada.
- A pimenta do reino é uma planta de fácil enraizamento, e não necessita de câmaras de pré-enraizamento mesmo para estacas herbáceas.
- A utilização das estacas de um, dois, três e quatro nós originárias do ponteiro e de estacas dois, três e quatro

.iii.

nós originárias da base possibilitam a formação adequada de mudas de pimenta do reino.

- A utilização das estacas de ponteiro de um, dois, três e quatro nós para a formação das mudas de pimenta do reino, não prejudica a produção da planta matriz, tem um custo menor e diminui o perigo de transmissão da fusariose.
- A maior relação raiz/parte aérea das estacas de ponteiro é um bom indicador das possibilidades de bom pegamento da muda no campo.
- As estacas com menor número de nós apresentam uma melhor distribuição do sistema radicular no recipiente.
- A estaca de ponteiro de um nó apresenta o menor custo, maior relação raiz/parte aérea, baixa porcentagem de plantas mortas, maior porcentagem de enraizamento e um bom comprimento do broto com folha com chances de crescimento futuro. Pode ser considerada a melhor opção na escolha da estaca para a formação da muda de pimenta do reino.

DIFFERENT STEM CUTTINGS IN THE NURSERY BLACK PEPPER (*Piper nigrum* L.) PLANT FORMATION

Author: ANITA DE SOUZA DIAS GUTIERREZ

Adviser: Dr. JOSÉ DIAS COSTA

SUMMARY

Stem cuttings of black pepper with one, two, three and four nodes and two different origins: basal and apical parts of orthotropic shoots were used. Total length of shoot growth developed, dead plant's percentage, root/shoot relation and rooted plant's percentage were measured. One apical leaf was maintained in the apical stem cuttings and there were adventitious roots in all stems. It was used completely randomized design with five replications and eight treatments (4 x 2 factorial, where 4 is the number of nodes and 2 is the origin of stem cuttings).

Based in the observations realized it can be affirmed:

- The one node basal stem must not be utilized.
- The black pepper plant is easy rooting and doesn't need rooting chamber even for apical stem cuttings.
- It is perfectly possible to have good nursery black pepper plant when one, two, three and four nodes apical stem cuttings and two, three and four nodes basal stem cuttings are used.

- The one, two, three and four nodes apical stem cuttings don't diminish the mother plant future production, are more economical and have less Fusarium transmission danger.
- The apical stem cuttings better root/shoot relation makes possible a nursery black pepper plant good initial development in the country.
- The shortest stem cuttings have a better root distribution in the plastic bag.
- The apical one node stem cutting is the most economical, has the highest root/shoot relation, low dead plant's percentage, the highest rooted plant's percentage and a total length of shoot growth with future development good chances. It can be choosed as the best option between the different stem cuttings tested in this trial.

1. INTRODUÇÃO

A pimenta do reino é a mais antiga e uma das mais importantes especiarias. Cerca de 1.000 anos A.C., era utilizada como medicamento e como condimento (MAISTRE, 1969).

No Brasil, a cultura foi introduzida pelos colonizadores portugueses com um cultivar de folhas largas e cachos longos, pouco produtivo. A expansão da pipericultura nacional teve início em 1933 quando os imigrantes japoneses trouxeram de Singapura, outro cultivar de folhas pequenas e frutos medianos, mais produtivo e iniciaram o cultivo da pimenta do reino em escala comercial no Estado do Pará, (ALBUQUERQUE e CONDURU, 1971).

O cultivo da pimenta do reino no Espírito Santo é antigo. No município de São Mateus, na região norte do estado existe lavoura em produção há 30 anos. Nos últimos anos a cultura apresentou uma grande expansão de área, passando de 186 ha em 1974 para 700 ha em 1982, (MILANEZ e VENTURA, 1982). Houve um aumento de 227% na área cultivada 1976/81, (MILANEZ, 1984).

Segundo levantamento realizado por ESPÍRITO SANTO, Secretaria da Agricultura (1986) a produção de 1974 toneladas de pimenta do reino em 1985, 18% superior à produção de

1984, deu uma renda bruta de Cz\$ 31.584.000,00.

A crescente e rápida expansão da pipericultura se deve ao bom desenvolvimento e alta rentabilidade da lavoura na região. Um hectare de pimenta do reino produz em média 2.500 kg de pimenta preta seca que, vendida a Cz\$ 50,00 o quilo, proporciona uma renda bruta de Cz\$ 100.000,00. A cultura possibilita a sobrevivência e progresso econômico de pequenos agricultores. Em 1981 existiam em 688,08 ha da cultura, 208 pipericultores, (MILANEZ, 1984).

Em março de 1986, o Banco do Brasil lançou um programa de financiamento para formação de lavouras de pimenta do reino com até 3 ha na Região Norte do Espírito Santo.

Os pipericultores enfrentam alguns problemas sérios na condução da lavoura, como a incidência da podridão radicular, o alto custo dos tutores e a pouca disponibilidade de mudas.

O método tradicional de produção de mudas de pimenta do reino consiste na utilização de estacas de 3 a 5 nós, obtidas de ramos ortotrópicos situados acima de 80 cm do solo, com cerca de 1 a 1,5 cm de diâmetro, provenientes de plantas matrizes sadias, segundo recomendações de ALBUQUERQUE e CONDURU (1971), SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA PIMENTA DO REINO (1981) e MILANEZ e VENTURA (1982). Nesse método o procedimento costumeiro é o corte raso de uma pimenteira adulta para a produção final de cerca de 50 mudas. O viveirista compra a planta matriz para retirar as estacas. O custo de uma planta matriz de pimenta do reino gira em torno de Cz\$ 250,00 que significa um custo de Cz\$ 5,00 por estaca, sem considerar os outros cuidados necessários à formação de mudas e a perda de 2 anos da produção da planta matriz.

No Brasil, ALBUQUERQUE e DUARTE (1979) desenvolveram, para fins de melhoramento genético, um método de propagação de pimenta através de estacas herbáceas de um nó. Enconh

traram índices elevados de enraizamento, conservando a folha próxima à região do nó e com pré-enraizamento feito em câmaras adequadas. Não testaram a utilização de estacas de um nó para a formação de mudas de pimenta do reino em condições normais de viveiro, mas advertiram sobre esta possibilidade, o que diminuiria o custo de formação de mudas de pimenta do reino.

A formação de mudas através de estacas herbáceas retiradas do ponteiro da planta reduz consideravelmente o custo da muda da pimenta do reino. A retirada da estaca herbácea não afeta a produção da planta matriz. A muda de pimenta do reino, formada a partir de estacas herbáceas já está sendo produzida e comercializada na região com custo de Cz\$ 7,00 a unidade.

A estaca originária do ponteiro dificilmente será portadora de fungos de solo, causadores da podridão radicular, em virtude de sua distância da parte infectada da planta, (HARTMANN e KESTER, 1968). A doença no Brasil é constituída pelo complexo constituída dos fungos *Phytophthora palmivora* e *Fusarium solani* f. sp. *piperis* e do nematóide *Meloidogyne incognita acrita* (ALBUQUERQUE, 1976) e apesar dos esforços contínuos desenvolvidos desde 1960 para conseguir um cultivar resistente ao principal causador da morte da planta, o fungo *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, nada se conseguiu (FEARNSIDE, 1980 e FUKUTOMI *et alii*, 1983).

ALBUQUERQUE e DUARTE (1985) recomendam a utilização de estacas de ponteiro como uma das formas de evitar a disseminação da podridão radicular da pimenta do reino.

MILANEZ e VENTURA (1982) recomendam, além do método tradicional, a formação de mudas de pimenta do reino utilizando estacas herbáceas de um a quatro nós. As estacas de ponteiro podem ser provenientes de plantas jovens.

Alguns viveiristas do Norte do Espírito Santo

tem utilizado estacas de ponteiro de um e dois nós para a produção de mudas de pimenta do reino como prática rotineira nas mesmas condições da propagação do método tradicional.

O objetivo deste trabalho foi comparar diferentes tipos de estacas na formação de mudas de pimenta do reino. Foram comparadas estacas de um , dois, três e quatro nós obtidas de ramos ortotrópicos segundo o método tradicional e estacas de um, dois, três e quatro nós retiradas dos ramos ortotrópicos do ponteiro da planta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O gênero *Piper* pertence à classe das Dicotile dôneas, ordem Piperales e família das Piperáceas. Segundo MAISTRE (1969), o gênero compreende mais de 600 espécies, sendo que uma dezena dessas espécies dão produtos utilizados como especiarias ou como drogas medicinais.

A pimenta do reino *Piper nigrum* L. é espécie perene, lenhosa e trepadeira. A família é dicotiledônea mas o caule apresenta características intermediárias entre o caule das dicotiledôneas e os das monocotiledôneas, apresentando os vasos vasculares em dois ou mais círculos, o que pode ser uma das causas do mau pegamento e desenvolvimento das enxertias (WAARD, 1960). O caule apresenta duas partes distintas: haste central que possui raízes adventícias, grampiformes, que se originam nas gemas e aderem livremente ao suporte (ramo ortotrópico) e as hastes laterais que são desprovidas de raízes aderentes e cujas gemas originam as flores e frutos (são chamados ramos de frutificação ou plagiotrópicos). O sistema radicular possui 3 a 6 raízes principais que se aprofundam no solo e um abundante conjunto de raízes laterais fasciculadas, localizadas na maior parte numa profundidade de até 30 centímetros, num raio de aproximadamente 60 cm em torno da planta. A inflorescência é uma espiga que pode atingir

dez a doze centímetros, composta de pequenas flores, desprovidas de cálice e corola (ALBUQUERQUE e CONDURU, 1971). A fecundação das flores se dá normalmente por geitonogamia, isto é, fecundação entre flores diferentes da mesma espiga (MAISTRE, 1969). O fruto é uma drupa sésil, indeiscente, proveniente de um único óvulo. Quando maduro possui de 4 a 6 mm de diâmetro, a casca adquire coloração avermelhada e a semente apresenta o epispermo esbranquiçado.

A propagação da pimenta do reino *Piper nigrum* L. tem sido feita por estaquia em todos os países produtores inclusive o Brasil. A multiplicação por sementes apresenta grandes inconvenientes (GILLOT e VAN DINGENEN, 1960, MAISTRE, 1969, LARCHER, 1970). O mais importante é o grande poliformismo da descendência obtida: a semente produz plantas de tipos muito diferentes e uma plantação estabelecida carece de homogeneidade. As plantas provenientes de sementes são menores e não tem ramos na base, esses ramos aparecem a 1,0 - 1,5 m de altura. Começam a produzir muito mais tarde, mais ou menos aos sete anos de idade e algumas são improdutivas, talvez por se manterem na forma unissexuada. Além disso as sementes frescas tem uma longevidade de germinação de apenas 7 dias em condições normais, enquanto que as estacas podem ser transportadas devidamente acondicionadas em areia molhada durante 2 semanas, sem muitos problemas. Alguns autores ainda afirmam que as plantas provenientes de sementes tem a vida mais curta, (WAARD, 1980).

Existem numerosas variedades de *Piper nigrum* L. que se diferenciam uma das outras por seus aspectos, dimensões das folhas, entrenós e frutos. O homem escolheu, entre as plantas selvagens, aquelas com melhores características, e a utilização da propagação vegetativa assegura às variedades eleitas a preservação das características desejáveis, (MAISTRE, 1969).

A propagação vegetativa apresenta algumas vanta

gens sobre a propagação por semente (JANICK, 1968): a perpetuação do material heterozigoto é conseguida; é mais fácil e mais rápida que a propagação por semente e não existem problemas de dormência.

A propagação vegetativa da pimenta do reino, nos vários locais de cultivo do mundo, utiliza estacas de diferentes tipos com número de nós variável, além de variações nos tipos de embalagens, substâncias promotoras de enraizamento e outras.

Resumidamente, os diferentes tipos de estacas provêm de:

1. Ramos ortotrópicos herbáceos
2. Ramos ortotrópicos semi-lenhosos
3. Ramos plagiotrópicos
4. Ramos "ladrões"

2.1. Estacas de Ramos Ortotrópicos Herbáceos

A estaca ortotrópica de ponteiro é retirada do ponteiro do ramo ortotrópico e tem características herbáceas.

CREECH (1955) conseguiu um enraizamento de 88% utilizando estacas de um nó com folha em câmara de baixa intensidade luminosa e alta umidade relativa.

COOPER (1955), conseguiu um enraizamento de 75% após 21 dias com a utilização de ácido indol butírico (2 mg por ml de álcool 50%) e observou que estacas jovens dão origem a raízes com melhor desenvolvimento.

GENTRY (1955) conforme observações realizadas junto aos pipericultores indianos, afirma que as estacas de ramos de ponteiro são de pegamento mais difícil, as plantas

formadas têm um período de vida mais curto, de 30 a 40 anos, começam a produzir no 3º ano e não apresentam ramos ladrões.

GILLOT e VAN DINGENEN (1960), utilizando estaca de um nó, observaram que a presença de raiz de fixação ajuda no enraizamento e que a presença ou ausência da folha não influem; recomendam a redução do limbo foliar. Os autores verificaram que nas estacas providas de raiz de fixação, elas formam o sistema radicular, e que nas estacas de um nó e de um entrenó subjacente, este é inteiramente decomposto até o transplante para o campo.

VALENTE (sem data) recomenda, na falta de ramos adequados, a utilização de folhas com o respectivo pecíolo e uma gema aderente empregando-se ácido indol butírico a dois por mil. As raízes aparecem em vinte dias.

HUGHES (1966) estudou o enraizamento de estacas de um nó, utilizando câmaras de nebulização e conseguiu um enraizamento de 90 a 95% com o limbo foliar reduzido a 1/3. A retirada da folha retardou o aparecimento do broto, não tendo afetado o enraizamento.

MAISTRE (1969) mencionou o uso de estacas de um nó e uma folha em casos de difícil obtenção do material a ser propagado.

WAARD *et alii* (1969) recomenda o uso de estacas terminais de um a 7 nós com um ramo plagiotrópico.

LARCHER (1970) conseguiu uma maior porcentagem de enraizamento, a emissão de um maior número de raízes por estaca enraizada e um maior comprimento de raízes com a utilização de ácido indol butírico a 0,02% e Exuberone em estacas de 3 nós com folha terminal e metade do limbo foliar.

CHOUDARY e PHADNIS (1971) num estudo sobre a utilização de hormônios em diferentes concentrações sobre o enraizamento da estaca de pimenta, chegaram à superioridade da estaca de um nó com folha sobre a estaca de 5 nós. Os auto

res consideram a pimenta do reino uma planta de enraizamento difícil. As estacas de um nó com folha responderam melhor à utilização de substâncias promotoras de enraizamento.

ALBUQUERQUE e CONDURU (1971) citam a utilização de estacas herbáceas para formação de mudas "de ponta" e destacam a importância da conservação das folhas nas estacas e o desenvolvimento rápido das mudas no campo.

SANTOS (1973) menciona a utilização de estacas retiradas de ramos que ficam acima do tutor para a formação de mudas "de ponta".

NAMBIAR *et alii* (1977) utilizaram estacas de um e dois nós originárias do ponteiro de ramos ortotrópicos para a propagação do cultivar Panniyur-I, de alta produtividade, tendo bom resultados. A estaca de um nó exigiu maiores cuidados e viveiro especial.

BAVAPPA e GURUSINGHE (1978) conseguiram um enraizamento e desenvolvimento muito maior das estacas de um nó originárias de plantas multiplicadas em bambu, conforme método preconizado por CREECH (1955), que das estacas originárias do campo.

ALBUQUERQUE e DUARTE (1979) concluíram que é possível a obtenção de índices elevados de enraizamento de estacas de um nó de diferentes cultivares da pimenta do reino. O importante é que o pré-enraizamento seja processado em câmara de condições adequadas e que a folha próxima à região do nó seja mantida. Durante doze dias as estacas permaneceram no germinador com a umidade relativa da câmara em torno de 90%, sendo transplantadas para sacola em viveiro coberto. As mudas mantidas em condições de telado com 60% de sombreamento apresentaram desenvolvimento mais rápido e vigoroso. Os autores concluem que o processo de propagação através de estacas de um nó pode, eventualmente, ser utilizado em plantios comerciais de alguns cultivares. O enraizamento dos diferentes cul

tivares foi bom, sendo que alguns apresentaram grande variação nas diferentes épocas de plantio.

BAVAPPA *et alii* (1980) recomendam a utilização de bambus rachados longitudinalmente e cheios com uma mistura 3:1 de esterco e terra como tutor e meio de multiplicação rápida de pimenta do reino e produção de estacas de um e dois nós com folha e raízes adventícias bem desenvolvidas.

MILANEZ e VENTURA (1982) fazem recomendações especiais para a formação de mudas de estacas herbáceas. A coleta das estacas deve ser de ramos ortotrópicos jovens (pontas) de plantas sadias e produtivas. Após a coleta preparar estacas com 2 ou mais nós, conservando a folha da ponta. Estacas com mais de 4 nós devem conservar 1 ou 2 ramos de frutificação com 1 ou 2 folhas. Deve ser utilizada uma câmara de prê-enraizamento coberta com plástico transparente. O enviveiramento das estacas deve ser feito de modo que a inserção da folha fique ligeiramente abaixo da superfície. Devem ser efetuadas regas diárias que permitam a manutenção da alta umidade no interior da câmara. Os autores consideram que a utilização de estacas herbáceas para a formação de mudas tem algumas vantagens:

- Possibilita a otenção de mudas de plantas jovens;
- Não destroi a pimenteira para obtenção de estacas;
- Permite a obtenção rápida de mudas, mesmo com poucas matrizes;
- Produz mudas em melhor estado sanitário (MILANEZ e VENTURA, 1983),

Os pipericultores da Região Norte do Espírito Santo vêm testando novos métodos de propagação de pimenta do reino. A Fazenda Chapada do Jundiá, de propriedade da Copper santo Cia Agroindustrial, já está utilizando com sucesso mudas herbáceas de estacas de um nó com folha, produzidas num vivei

ro comum coberto de folhas de coqueiro, sem câmara de enraizamento, desde 1981.

2.2. Estacas de Ramos Ortotrópicos Semi-Lenhosos

As recomendações existentes sobre o método mais indicado de propagação de pimenta do reino prendem-se, em sua grande maioria, à utilização de estacas ortotrópicas semi-lenhosas, provenientes de ramos ortotrópicos semi-lenhosos.

A introdução da pimenta do reino nos Estados Unidos da América, através do U.S. Plant Introduction Garden, Glenn Dale, Maryland, permitiu à CREECH (1955) um estudo dos métodos tradicionais de propagação de pimenta. As estacas introduzidas da Índia eram semi-lenhosas, com cerca de 3 a 4 nós e 30 a 40 centímetros de comprimento. Foram tratados com ácido indol butírico (AIB - 8 mg por grama de talco) e colocadas numa câmara aquecida e de alta umidade. Somente 15% das estacas enraizaram e algumas permaneceram até 6 meses no germinador.

CUNHA (1958) fornece algumas instruções para a multiplicação da pimenta do reino. Aconselha a utilização de estaca de ramo vegetativo bem constituído de 0,40 a 0,60 m. Corta-se a estaca pela base do entrenó e enterra-se até a metade em vasos ou jacazinhos, mantidos sempre úmidos.

Baseados nas observações realizadas sobre a propagação de pimenta do reino, GILLOT e VAN DINGENEN (1960) afirmam que o sucesso do material de propagação depende principalmente da riqueza das plantas em substâncias de reserva. A época da retirada da estaca é importante; após um período normal de produção, se registra um índice de pegamento muito baixo. Plantas altamente produtivas são de propagação mais difícil.

CARDOSO (1961) estudou a influência de reguladores vegetais em estacas ortotrópicas de 25 a 30 cm de comprimento com 2 a 3 gemas bem formadas. As substâncias utilizadas foram Serradix A líquido (20 gotas por litro de água), Vigortone pó, Serradix A líquido (10 gotas por litro de água), Serradix B nº 3 pó. Embora estatisticamente nenhum dos tratamentos mostrasse superioridade sobre a testemunha, o emprego de Serradix A, na concentração de 10 gotas por litro de água, foi o que provocou a maior porcentagem de enraizamento das estacas (65%) e o mais elevado número de raízes por estacas (5). Hoube um número elevado de estacas mortas nos tratamentos com Serradix A (20 gotas por litro de água) e Serradix B nº 3 pó, o que parece indicar que as concentrações usadas foram excessivas para a pimenteira. A testemunha apresentou 45% de enraizamento e não houve estacas mortas após três meses do plantio.

A eliminação das partes terminais herbáceas ou mal lenhificadas e a utilização de estacas ortotrópicas de 40 a 60 cm de comprimento, com a conservação de um ou dois ramos frutíferos que estejam despontando, é recomendado por VALENTE (s.d.).

KAMP (1969) estudou o enraizamento, a aclimação e pegamento no campo da muda de pimenta produzida por 3 diferentes métodos de propagação. O autor faz algumas recomendações baseado nos resultados obtidos:

- Não é necessária a utilização de hormônios para o enraizamento das estacas.
- A melhor estaca é a de 6 nós com 3 nós sob o solo para diminuir o ressecamento e aumentar a área de enraizamento.
- O melhor método é do enraizamento no germinador e o transplante posterior para a sacola plástica.

- Um período de aclimatação de um mês parece ser o mais adequado.

No estudo de MAISTRE (1969) sobre a formação de mudas de pimenta do reino, o autor verificou a utilização de ramos ortotrópicos semi-lenhosos em Sarawak, na Malásia e na Indochina (Vietnã, Cambodja, Laos).

LARCHER (1970) descreve alguns outros métodos de formação de mudas de pimenta do reino:

- Em Sarawak o corte de formação e a retirada das estacas são feitas em duas etapas. Oito dias antes do corte o operador desembaraça o caule principalmente de folhas e ramos laterais, tendo o cuidado de deixar duas ou três folhas no alto da parte útil. É feito o corte entre o sétimo e o oitavo nó após ter ocorrido a cicatrização e a brotação terminal.
- Na Índia, a escolha das estacas é feita em caules que apresentem flores hermafroditas, já em produção e com menos de 6 anos.
- No Centre-Annam e na Indochina do Sul é considerada muito importante a existência de raízes adventícias nas estacas.
- No Brasil, Freitas, recomenda que as estacas devem ser retiradas dos 2/3 superiores dos ramos ortotrópicos. A estaca não deve ser muito lenhosa e deve possuir raízes adventícias. O enraizamento é feito em germinadores, com transplante para sacola 30 a 60 dias após.
- As estacas ortotrópicas curtas permitem economia de material vegetal. No Cameroun, são utilizadas estacas de 2 nós e o promotor de enraizamento Exubérone V. O enraizamento é feito no germinador com posterior transplante para a sacola.

- Na República Centroafricana, o Centro de Pesquisa Agronômica de Boukoko fornece anualmente 150.000 a 200.000 estacas de 3 nós enraizadas para os agricultores.

LARCHER (1970) utilizou os reguladores vegetais AIB 0,2% e Exubérone em estacas de 3 nós de pimenta do reino. Ambos os tratamentos apresentaram maior porcentagem de enraizamento, maior número de raízes e maior comprimento de raízes que a testemunha.

Dois tipos de estacas ortotrópicas foram escolhidas por CHOUDARY e PHADNIS (1971) (estacas ortotrópicas lenhosas com 5 nós e comprimento aproximado de 25cm e estacas de um nó com folha), para testar os reguladores vegetais ácido indol 3 butírico, ácido indol 3 acético, ácido naftaleno acético, nas concentrações de 25, 50, 100 e 150 ppm e Seradix B nº 2 no estudo da propagação. Houve boa resposta aos tratamentos, principalmente nas baixas concentrações de ácido indol 3 butírico (menos de 100 ppm). As estacas de um nó com folha mostraram-se superiores às estacas ortotrópicas lenhosas e apresentaram melhor resposta à aplicação de reguladores vegetais.

ALBUQUERQUE e CONDURU (1971) fazem recomendações sobre a produção de uma boa muda de pimenta do reino na região amazônica:

- As plantas matrizes devem possuir no máximo seis anos de idade, desenvolvimento vegetativo vigoroso e bom aspecto fitossanitário.
- As estacas devem provir de ramos ortotrópicos com 1 cm de diâmetro em média, no máximo 1,5 cm e no mínimo 0,4 cm, possuir casca verde ou ligeiramente suberificada.
- As estacas devem ter de 4 a 6 nós, sendo 3 ou 4 nós enterrados no solo.

- As estacas devem ser plantadas nos canteiros para enraizar, ligeiramente deitadas.
- Depois de 20 a 30 dias da emissão das primeiras brotações é feita a aclimação lentamente.
- Uma semana após a aclimação completa, é feito o transplante para os recipientes plásticos ou diretamente no campo.

Segundo SANTOS (1973), as estacas para a formação de mudas de pimenta do reino devem ser retiradas de ramos herbáceos, prestes a se tornarem lenhosos, com diâmetro entre 0,5 a 1,5 cm, de coloração esverdeada e ligeiramente suberificada, com 5 a 7 nós e provenientes de dois terços superiores da altura do tutor. As plantas matrizes devem ser sadias, livres de pragas e doenças, com desenvolvimento vegetativo vigoroso, produtividade acima de 3 kg por pé e idade variando de 2 a 6 anos. A melhor época para a retirada das estacas vai de julho a princípio de outubro.

As recomendações de ALBUQUERQUE *et alii* (1973) para a formação de mudas de pimenta do reino são muito semelhantes às de ALBUQUERQUE e CONDURU (1971).

ILYAS (1976) relata a utilização de estacas de 4 ou 5 nós, que enraizam após 5 ou 6 semanas, na Índia.

O SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PIMENTA DO REINO PARA O ESPÍRITO SANTO (1977) recomenda a seleção de plantas sadias e vigorosas, com idade acima de 2 anos e a utilização de ramos ortotrópicos, localizados acima de 80 cm do solo, com média maturação (casca verde, ou ligeiramente suberificada), e com diâmetro acima de 0,5 cm e menor que 1,5 cm. O plantio no campo é feito 90 a 120 dias após.

CARDOSO (1978) recomenda a utilização de estacas de ramos ortotrópicos proveniente de pimenteiras vigorosas e produtivas e contendo de 3 a 4 gemas bem formadas, en

terradas a 15 cm de profundidade em recipientes plásticos, para a multiplicação da pimenta do reino.

BAVAPPA e GURUSINGHE (1978) avaliaram a porcentagem de enraizamento em diferentes tipos de estacas de ramos ladrões, ramos ortotrópicos e ramos plagiotrópicos de um, dois e três nós. Todas as estacas foram embebidas em 0,1% de Ceresan, ensacoladas e colocadas numa câmara úmida com 40-50% de luz. Depois de 40 a 45 dias as estacas foram retiradas da câmara para a aclimação. Os ramos ortotrópicos apresentaram a melhor porcentagem de enraizamento (24,2%), seguido dos ramos ladrões (20,2%), e dos ramos laterais (13,1%). As estacas de 3 nós apresentaram a melhor porcentagem de enraizamento (23,9%), seguida das estacas de 2 nós (22,9%) e de um nó (10,6%).

As recomendações de MILANEZ e VENTURA (1982) para a formação de mudas de pimenta do reino separam as estacas utilizadas em 2 tipos: estacas de 3 ou 4 nós e estacas herbáceas. Para a formação das mudas de estacas de 3 ou 4 nós, as recomendações são as mesmas do SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PIMENTA DO REINO PARA O ESPÍRITO SANTO (1977) e (1981).

2.3. Ramos Plagiotrópicos

Os ramos plagiotrópicos ou ramos de frutificação são as hastes laterais desprovidas de raízes aderentes e de cujas gemas se originam as flores e frutos, ALBUQUERQUE e CONDURU, 1971).

A opinião de GENTRY (1955) que as estacas plagiotrópicas dão origem à plantas arbustivas, não trepadeiras, de baixa produção é confirmada por CUNHA (1958), (ALBUQUERQUE et alii (1973) e SANTOS (1973).

A grande dificuldade de enraizamento das esta

cas oriundas de ramos plagiotrópicos foi observada por VALENTE (s.d.), LARCHER (1970) e BAVAPPA e GURUSINGHE (1978).

GILLOT e VAN DINGENEN (1960) afirmam que a estaca plagiotrópica com 2 nós e com limbo foliar reduzido, desenvolveu-se lentamente, com retardamento de crescimento sensível em relação às estacas ortotrópicas. Em todas as estacas plagiotrópicas as raízes se formam a partir do corte. A planta originária da estaca plagiotrópica conserva-se anã por muitos meses, até emitir um ramo ortotrópico. A frutificação é rápida e a primeira floração pode ser observada qualquer mês após o plantio de estaca.

Agrônomos do UP College of Agriculture em Los Banos estudaram a formação de plantas anãs e arbustivas de pimenta do reino através da utilização de estacas plagiotrópicas. As plantas produziram em 5 meses após o plantio no campo, não necessitaram tutor e produziram frutos em todos os nós. As mudas foram produzidas através de alporquia e após um mês já podiam ser retiradas da planta-mãe (ANONYMOUS, 1961).

WINTERS e MUSIK (1963) estudaram a formação de mudas de estacas plagiotrópicas, utilizando 2 tipos de extrato e 2 reguladores vegetais. O melhor tratamento foi Rootone (0,10% ácido 2-metil-naftilacético a 0,05% e 2-metil-naftilacetamina 0,02% em talco) e vermiculita com 82,5% de enraizamento e o pior resultado foi obtido com IBPCA (mistura de ácido indolbutírico 1,6%, ácido-p-clorofenoxiacético 0,4%, lanolina 92% e glicerina 6%) e areia com 42,5% de enraizamento.

CARDOSO *et alii* (1981) compararam a produção de mudas de pimenta do reino oriundas de estacas de ramos ortotrópicos e de ramos plagiotrópicos. Houve facilidade de enraizamento das estacas oriundas de ramos plagiotrópicos e não houve diferença de produtividade entre os 2 tipos de mudas nos 3 primeiros anos de produção.

2.4. Ramos "Ladrões"

Ramos "ladrões" são os ramos que se desenvolvem sobre o solo na base da planta (MAISTRE, 1969) e podem atingir 2 a 3 metros de comprimento (LARCHER, 1970).

GENTRY (1955) no seu estudo sobre a pipericultura indiana afirma que as estacas de ramos "ladrões" tem pegamento fácil, produzem plantas de vida longa, começando a produzir no 5º ano e conservando a produção por mais de 40 anos.

MAISTRE (1969) relata a utilização de estacas de ramos "ladrões" na propagação de pimenta do reino na Índia.

LARCHER (1970) cita a utilização de ramos "ladrões" de 90 a 120 cm da Índia (Mysore) e cita Marinet que afirma que os ramos "ladrões" produzem caules estiolados, pouco robustos, desguarnecidos e de produção tardia.

Segundo ALBUQUERQUE e CONDURU (1971) as mudas formadas por ramos "ladrões" apresentam o inconveniente de durante longo tempo desenvolverem-se apenas no sentido do comprimento, sem emitir nenhum ramo de frutificação. Depois que as brotações laterais começam a ser emitidas, a planta em período de um a dois anos adquire a conformação cilíndrica,

SANTOS (1973) desaconselha a utilização de ramos "ladrões" devido à baixa produtividade das plantas produzidas.

GAM-MIRIS e MOLAGU (1973) advertem sobre a dificuldade do pegamento da estaca originária de ramos "ladrões" plantada diretamente no campo, em virtude da baixa porcentagem de enraizamento (5%); recomendam a utilização de sacolas para o preparo das mudas. O tempo necessário para a formação de mudas de estaca é de 6 meses, para a formação de mudas de semente é de 18 meses.

O estudo da influência da maturidade e época de plantio no enraizamento de estacas de pimenta do reino foi feito por SHANTAMALLIAH *et alii* (1974), em virtude da grande perda de estacas plantadas diretamente e da necessidade de fornecer aos agricultores estacas enraizadas de boa qualidade. Como a prática na região do estado de Karnataka na Índia era a utilização de ramos "ladrões", o estudo foi feito com esse tipo de ramo. O plantio foi realizado durante os 12 meses do ano e com diferentes estágios de maturação: herbáceo da porção terminal mais herbácea, semi-herbáceo da porção mediana e lenhoso da porção lignificada dos ramos. A maior brotação e enraizamento foi obtida no período de março a junho, sendo junho a melhor época de plantio das estacas. Foram utilizadas estacas de 3 nós, sendo 2 nós enterrados no solo. A melhor brotação obtida foi com estacas semi-herbáceas (38%), seguida das lenhosas (27%) e das herbáceas (26%). O melhor enraizamento também foi obtido com as estacas semi-herbáceas (36%), seguida das lenhosas (34%) e das herbáceas (18%). Na melhor época de plantio, junho, a brotação foi 65% nas herbáceas, 85,1% nas semi-herbáceas e 85,45% nas lenhosas e o enraizamento 57,5% nas herbáceas, 81,4% nas semi-herbáceas e 48,1% nas lenhosas.

Em Kerala, Índia, nos plantios comerciais de pimenta do reino, utiliza-se para a formação de mudas, estacas de dois nós, originárias de ramos "ladrões" da planta matriz. As estacas são plantada em sacolas plásticas, em viveiro, em fevereiro-março e levadas para o campo em junho-julho. É comum que uma parte das mudas não apresente raízes apesar de ter um bom desenvolvimento vegetativo. O plantio dessas mudas no campo leva a muitas perdas, dificultando o estabelecimento homogêneo da plantação. PILLAY *et alii* (1982) utilizaram ácido indolbutírico para promover o crescimento radicular da estaca. Encontraram que a imersão numa solução de AIB (1.000 ppm por 45 segundos) aumentou 30-40% a porcentagem de enraizamento e mais de 100% o peso e comprimento das raízes em relação à testemu -

nha. O desenvolvimento vegetativo inicial foi mais lento, provavelmente devido à utilização e exaustão dos carboidratos pelas raízes, mas aos 90 dias já havia alcançado a testemunha. Foram utilizadas estacas de 2 nós originárias de ramos "ladrões".

3. METODOLOGIA

Para condução do experimento foi utilizado o viveiro da Fazenda Chapada do Jundiã, propriedade da Coppersanto Cia Agroindustrial, município de Jaguaré, Espírito Santo.

O referido viveiro foi construído de acordo com as recomendações do SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PIMENTA DO REINO-ESPÍRITO SANTO (1981). Possui cobertura de folha de coqueiro, uma camada de pedra britada e uma de areia, que foram colocadas sobre o piso do viveiro para garantir boa drenagem.

A condução do viveiro para a formação das mudas obedeceu também às recomendações do SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PIMENTA DO REINO - ESPÍRITO SANTO (1981).

Para o estudo da formação de mudas de *Piper nigrum* L. utilizaram-se estacas de 2 origens: ponteiro e base da planta, e com um, dois, três e quatro nós.

Os tratamentos (combinação de origem e número de nós) foram:

- P-1 - Originária do ponteiro com 1 nó
- P-2 - Originária do ponteiro com 2 nós
- P-3 - Originária do ponteiro com 3 nós
- P-4 - Originária do ponteiro com 4 nós

- B-1 - Originária da base com 1 nã
- B-2 - Originária da base com 2 nã
- B-3 - Originária da base com 3 nã
- B-4 - Originária da base com 4 nã

As estacas foram retiradas de plantas matrizes sadias de 3 anos de idade de cultivar Comum de Folha Larga do Espírito Santo, o mais plantado no estado.

Todas as estacas foram retiradas dos ramos ortotrópicos da planta.

Alguns cuidados foram observados na retirada das estacas de ponteiro.

1. A retirada da estaca foi feita nos 50 centímetros terminais do ramo e nos 80 centímetros terminais do tutor.
2. Conservou-se uma folha junto ao nã terminal da estaca.
3. As estacas escolhidas apresentavam raízes de fixação nã nã.
4. Foram escolhidas estacas de aspecto bem herbáceo, de modo a diferenciar bem das estacas originárias da base da planta.

Na retirada das estacas originárias da base da planta, alguns aspectos foram considerados:

1. As estacas foram retiradas da base da planta a partir de 80 centímetros acima do nível do solo.
2. As estacas escolhidas apresentavam casca verde ou ligeiramente suberificada e diâmetro variando de 10 a 15 mm.

As estacas foram plantadas diretamente, no recipiente, no dia 18 de outubro de 1983. Nas estacas de um nã, o nã ficou totalmente sob o solo, próximo à superfície. As estacas de 2 nã foram plantadas de modo que o nã inferior ficasse totalmente sob o solo, próximo à superfície e o nã superior

acima do nível do solo. Nas estacas de 3 nós, os 2 nós inferiores ficaram sob o solo, estando o 2º nó próximo à superfície e o 3º nó acima do nível do solo. Nas estacas de 4 nós, os 2 nós inferiores ficaram sob o solo o 2º nó inferior próximo à superfície e o 3º e 4º nó acima do nível do solo. O recipiente utilizado foi o de 14 x 25 cm sanfonado.

As características médias das estacas utilizadas, encontram-se na tabela 3.1. As medidas foram feitas em amostras de 20 estacas retirada de cada tratamento no momento do plantio.

As parcelas foram compostas de 22 plantas úteis com bordadura nos 4 lados da parcela.

Foi utilizado delineamento estatístico inteiramente casualizado com 5 repetições e 8 tratamentos (sendo um fatorial 4 x 2, onde 4 relaciona o número de nós e 2 as origens das estacas).

Esquema de análise de variância

C.VARIAÇÃO	G.L.
Tipos de nós (TN)	3
Tipos de origem (TO)	1
TN x TO	3
Erro	30
TOTAL	39

Foram feitas anotações diárias da umidade relativa do ar, temperaturas máxima e mínima e chuva. A tabela 3.2 fornece a média desses dados.

As características da terra utilizada para enchimento do recipiente encontram-se nas tabelas 3.3 e 3.4.

As medidas escolhidas para melhor caracterizar a muda de pimenta do reino e seu futuro desenvolvimento no campo, foram:

1. Comprimento do broto com folha

A medida comprimento do broto com folha é dada pela divisão da soma individual dos comprimentos do broto com folha pelo número de plantas com broto com folha.

2. Porcentagem de plantas mortas

Foi calculada a porcentagem de plantas mortas em relação ao número total de plantas da parcela.

Para efeito de análise estatística foi feita a transformação dos dados para $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

3. Relação raiz/parte aérea

Foi determinada a matéria verde da parte aérea e matéria verde da raiz.

A partir desses dados foi calculada a relação raiz/parte aérea.

4. Porcentagem de enraizamento das plantas

Calculou-se a porcentagem de estacas enraizadas em relação ao número total de estacas da parcela.

Para efeito de análise estatística foi feita a transformação dos dados para $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

Tabela 3.1. Características da estaca original

0 - N	Tamanho do entreno (cm)	Comprimento médio (cm)	Diâmetro médio (mm)	Matéria ver de média (g)	Matéria seca média (g)	Matéria se ca/Matéria verde	Conteúdo médio de carboidrato (g)
P - 1	-	2,90	8,71	5,00	0,76	0,152	0,234
P - 2	12,86	15,45	7,35	10,95	1,42	0,129	0,438
P - 3	12,95	27,40	7,48	16,20	2,64	0,163	0,734
P - 4	11,64	36,95	7,03	22,43	3,43	0,153	0,943
B - 1	-	3,02	13,25	7,35	2,34	0,318	0,904
B - 2	16,12	16,12	11,70	34,38	11,42	0,332	5,56
B - 3	12,83	29,38	11,63	46,58	15,60	0,335	7,59
B - 4	12,94	42,27	11,25	62,80	20,62	0,328	10,21

Nota - Foi feita a análise da porcentagem de carboidratos ácido-digeríveis (amido + mono e dissacarídeos) e para o cálculo do conteúdo médio de carboidrato em gramas foi utilizada a matéria seca média em gramas.

Tabela 3.2. Dados climáticos médios nas diversas épocas de medição

ÉPOCAS	Temp. do ar °C média das máxi- mas	Temp. do ar °C média das míni- mas	Umidade relativa		Dias de chuva	Quantidade de chuva (mm)
			média (12h)			
18/10 a 03/11/83	26,00	19,00	63,00		8	166
04/11 a 02/12/83	29,78	21,42	59,00		13	175
02/12 a 30/12/83	32,67	21,10	54,00		10	233
31/12/83 a 01/02/84	34,70	21,21	48,00		6	85
02/02/84 a 23/12/84	32,93	22,38	67,00		8	50

Tabela 3.3. Características químicas do solo utilizado para enchimento das sacolas

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
Fósforo	232 ppm
Potássio	274 ppm
Cálcio + Magnésio	6 me/100 cc TFSA
Alumínio	0 me/100 cc TFSA
pH em água	6,3
Cálcio	5 me/100 cc TFSA
Magnésio	1 me/100 cc TFSA
Matéria Orgânica	1,3%

Tabela 3.4. Análise granulométrica da terra utilizada para enchimento das sacolas

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	
Porcentagem de argila	13
Porcentagem de silte	18
Porcentagem de areia grossa	47
Porcentagem de areia fina	22

4. RESULTADOS

4.1. Comprimento de Broto com Folha

Tabela 4.1. Média das interações do comprimento do broto com folha em cm

Número de nós	Origens		Médias
	P (Ponteiro)	B (Base)	
1	18,138 a A	13,366 d B	15,752 z
2	17,574 a B	31,468 c A	24,521 y
3	21,538 a B	41,712 b A	31,625 x
4	21,886 a B	46,586 a A	34,236 x
Média	19,784 y	33,283 x	

C.V. (%) = 12,92

Números seguidos pela mesma letra não apresentam diferenças ao nível de 5% de probabilidade para o teste Tykey.

Todas as fontes de variação estudadas, número de nós, origem, tratamentos, e interação número de nós e origem, apresentaram variação significativa.

As mudas de um, dois, três e quatro nós originárias do ponteiro não apresentaram diferenças entre si.

As mudas de quatro, três, dois e um nó originárias da base apresentaram o comprimento do broto com folha proporcional ao número de nós.

Nas mudas de um nó as estacas de ponteiro foram superiores às de base.

Nas mudas de dois, três e quatro nós as estacas de base foram superiores às do ponteiro.

As mudas de três e quatro nós foram semelhantes entre si e superiores às mudas de um e dois nós. As mudas de um nó foram as que apresentaram menor comprimento do broto com folha.

4.2. Porcentagem de Plantas Mortas

Tabela 4.2. Média das interações da porcentagem de plantas mortas

Número de nós	Origens		Média
	P (Ponteiro)	B (Base)	
1	7,2780 b B	80,9040 a A	44,0910 x
2	22,7320 a A	8,1900 b B	15,4610 y
3	7,2760 b A	10,0040 b A	8,6400 z
4	17,2780 a A	15,4620 b A	16,3700 y
Média	13,6410 y	28,6400 x	

C.V. (%) = 12,69

A porcentagem de plantas mortas apresentou variação significativa em todas as fontes de variação estudadas; número de nós, origem, tratamento, interação número de nós e origem.

Considerando-se as estacas de ponteiro pode se observar semelhança entre os números de nós 1 e 3 que apresentaram maior sobrevivência que as estacas de 2 e 4 nós, que se mostraram semelhantes entre si.

As estacas de base, de um nó, apresentaram porcentagem de plantas mortas muito superior às estacas de base de 2, 3 e 4 nós (semelhantes entre si).

As estacas de um nó de ponteiro apresentaram maior sobrevivência que as de base. Já as estacas de 2 nós de base foram superiores às estacas de 2 nós de ponteiro.

Houve semelhança entre as origens nas estacas de 3 e 4 nós.

4.3. Relação Raiz/Parte Aérea

Tabela 4.3. Média das interações da relação raiz/parte aérea

Número de nós	Origens		Médias
	P (Ponteiro)	B (Base)	
1	0,7480 a A	0,2520 b B	0,5000 x
2	0,5660 b A	0,4000 a B	0,4830 x
3	0,4820 b A	0,2520 b B	0,3670 y
4	0,4600 b A	0,2160 b B	0,3380 y
Médias	0,5640 x	0,2800 y	

C.V. (%) = 19,47

Todas as fontes de variação estudadas: número de nós, origem, tratamentos e interação número de nós e origem apresentaram interação significativa.

As estacas de ponteiro apresentaram a relação raiz/parte aérea significativamente maior nas mudas de 1 nó que nas mudas 2, 3 e 4 nós, que tiveram comportamento semelhante.

As estacas de ponteiro apresentaram nos números de nós estudados (1, 2, 3 e 4 nós) a relação raiz/parte aérea significativamente maior que as estacas de base com o mesmo número de nós.

4.4. Porcentagem de Enraizamento das Plantas

Tabela 4.4. Média das interações da porcentagem de enraizamento das plantas

Número de nós	Origens		Médias
	P (Ponteiro)	B (Base)	
1	91,8220 a A	13,6420 b B	57,7320 z
2	77,2780 b A	87,2760 a A	82,2770 y
3	91,8200 a A	88,1860 a A	90,0030 x
4	82,7320 ab B	82,7300 a A	82,7310 y
Médias	85,9130 x	67,9585 y	

C.V. (%) = 8,29

Todas as fontes de variação apresentaram interações significativas.

As estacas de base de 2, 3 e 4 nós, não apresentaram diferença entre si e foram muito superiores às estacas de um nó.

Dentre as estacas de um nã, as de ponteiro foram superiores às de base.

Com 2, 3 e 4 nã, não houve diferença de comportamento entre as estacas de base e de ponteiro.

A porcentagem de enraizamento das plantas foi maior nas estacas de ponteiro que nas estacas de base.

5. DISCUSSÃO

Pesquisadores de vários países do mundo têm se dedicado ao estudo do melhor método de formação de mudas de pimenta do reino. Esse estudo é dificultado pela necessidade da utilização da propagação vegetativa e do grande tempo necessário para a cultura alcançar plena produção. Dentre as características utilizadas para avaliação dos métodos de formação de mudas as mais utilizadas pelos pesquisadores foram: número de estacas enraizadas; número de estacas mortas; número de raízes por estaca; comprimento de raízes por estaca; porcentagem de brotação; número de estacas vivas sem brotar; comprimento total da brotação e número total de folhas produzidas.

A formação da muda de uma cultura perene é a etapa mais importante na obtenção de uma lavoura produtiva, de grande longevidade, e com características que facilitam a sua exploração agrícola. Uma boa muda deve ter um bom pegamento no campo, ser isenta de pragas e doenças e assegurar a formação de uma lavoura produtiva.

Neste estudo não foi possível o acompanhamento do pegamento, desenvolvimento e produção de mudas, no campo. Uma lavoura de pimenta do reino começa a sua produção econômica após 3 a 4 anos de plantio no campo. As características es

tudadas neste trabalho foram escolhidas de modo que pudesse - mos prever o pegamento da muda no campo. Foi estabelecido que a estaca ideal para a formação de mudas deveria apresentar baixa porcentagem de plantas mortas e alta porcentagem de enraizamento e que a muda ideal para um bom pegamento no campo deveria ter bom desenvolvimento da parte aérea e alta relação raiz/parte aérea.

O desenvolvimento da parte aérea foi feito com a medida do comprimento do broto com folha. O comprimento do broto com folha apresentou alta correlação com a matéria verde da parte aérea emitida (Tabela 5.1), sendo uma medida fácil e rápida. RUSSEL (1981) afirma que o crescimento da parte aérea pode ser considerado como "ótimo", quando a máxima quantidade de energia solar, dentro das limitações das características genéticas da planta e do ambiente, é absorvida pela planta e utilizada em seu metabolismo, isto quer dizer que quanto maior o desenvolvimento da planta, mais se aproxima do crescimento "ótimo".

Segundo BOOTE (1977), Brouwer and de Wit and Davidson introduziram o conceito de que o crescimento da parte aérea é limitado pela capacidade da raiz de absorver água e nutrientes e em cada condição é estabelecido um equilíbrio funcional entre o crescimento da raiz e da parte aérea. Com luz e umidade suficiente a parte aérea crescerá tanto quanto a atividade do sistema radicular permitir. Assim sendo plantas da mesma espécie que apresentam alta relação raiz / parte aérea certamente apresentarão um maior incremento no crescimento que plantas com baixa relação raiz/parte aérea e um melhor pegamento da muda no campo.

Somente em um dos trabalhos consultados foi feita uma caracterização de muda pronta para ser levada ao campo. MILANEZ e VENTURA (1982) recomendaram o transplântio das mudas de pimenta do reino quando atingirem 20 a 30 centímetros de altura, quando se trata de mudas oriundas de semente.

Nenhum dos autores consultados estabelece critérios da muda ideal quando a propagação é vegetativa.

ESPÍRITO SANTO (1978) , a Comissão Estadual de Sementes e Mudas ,ôrgão do Ministério da Agricultura responsável pela fiscalização da produção e comercialização de sementes e mudas ,estabelece alguns padrões para a produção, distribuição e venda de mudas de pimenta do reino. A CESMES considera como muda de pimenta do reino a estaca enraizada e estabelece que esta estaca enraizada deve ter as seguintes características.

- a) ser proveniente de ramo ortotrópico de alto vigor e idade compreendida entre 2 e 4 anos;
- b) possuir de 4 a 5 nós, sendo que os superiores com 1 a 3 brotações e os 3 inferiores com boa emissão de raízes;
- c) ter no máximo 5 meses de idade, a contar do plantio no viveiro e no mínimo 2 meses;
- d) no caso de serem comercializadas mudas provenientes de estacas de um nó, estas obrigatoriamente deverão estar acondicionadas em sacos plásticos e ter de 4 a 6 meses de idade.

Os padrões estabelecidos pela Comissão Estadual de Sementes e Mudas, para mudas de pimenta do reino feitas através de propagação vegetativa, são pouco precisos e somente consideram a produção de mudas com estacas de 4 a 5 nós e estacas de um nó.

Na Tabela 3.1. estão as características das estacas utilizadas para a formação das mudas. A matéria verde , matéria seca e conteúdo médio de carboidratos são maiores nas estacas originárias da base da planta e dentro da mesma origem crescem com o número de nós.

A colheita do experimento foi feita de acordo com os parâmetros recomendados, para mudas feitas com estacas de 3 a 4 nós originárias da base da planta, pelo SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PIMENTA DO REINO PARA O ESPÍRITO SANTO (1981) que estabeleceu 4 meses como o tempo necessário para a formação de mudas de pimenta do reino.

Nos viveiros que já utilizam estacas de um nó com folha originárias do ponteiro da planta, observa-se a necessidade de 6 meses para a formação da muda. Na avaliação dos parâmetros estudados a colheita precoce de alguns tratamentos deve ser considerada.

Na formação de mudas com estacas originárias do ponteiro não foi utilizada câmara de pré-enraizamento, contra as recomendações existentes de CREECH (1955), WINTERS e MUSIK (1963), HUGHES (1966), KAMP (1969), ALBUQUERQUE e DUARTE (1979), MILANEZ e VENTURA (1982).

5.1. Comprimento do broto com folha

O comprimento do broto com folha apresentou alta correlação com a matéria verde da parte aérea emitida conforme mostra a Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Correlação do comprimento do broto com folha , com matéria verde da parte aérea emitida.

	Comprimento do broto com folha	Matéria verde p.a. emit.
Comprimento do broto com folha	1,00	0,98
Matéria verde da parte aérea emitida	0,98	1,00

O aparecimento do primeiro broto com folha foi observado cerca de 45 dias após o plantio das estacas.

Em todos os tratamentos o comprimento do broto com folha esteve próximo ou foi superior às recomendações de MILANEZ e VENTURA (1982), isto é, no tamanho adequado para o plantio no campo.

O comprimento do broto com folha encontrado por KAMP (1969) em mudas de 5 meses após um mês de transplante no campo variou de 13,33 a 19,05 cm.

As estacas lenhosas de 5 nós sem folha utilizadas por CHOUDARY e PHADNIS (1971) apresentaram o comprimento do broto com folha de 5,3 cm enquanto que as estacas de um nó com folha apresentaram no mesmo período 8,3 cm, o que não correspondeu aos resultados encontrados neste trabalho em que as estacas de um nó com folha apresentaram o segundo menor comprimento do broto com folha, 18,138 cm. Entretanto, não é dito por CHOUDARY e PHADNIS (1971) quantos dias após o plantio das estacas é feita a avaliação e apesar do número de dias necessário para a brotação da estaca lenhosa de 5 nós sem folha (55 dias) ter sido menor que a da estaca de um nó com folha (70 dias), o desempenho da segunda foi sensivelmente melhor.

PILLAY, ALI e CHANDY (1982) observaram um comprimento do broto com folha de 12,30 cm, em estacas de 2 nós sem folha originárias de ramos ladrões, 90 dias após o plantio da estaca, número inferior ao das estacas de 2 nós originárias de ramos ortotrópicos do ponteiro e de base neste trabalho, 120 dias após o plantio.

Nas mudas feitas de estacas de base o comprimento do broto com folha é proporcional à matéria verde e seca e ao conteúdo de carboidratos das estacas, reforçando a afirmação de GILLOT e VAN DINGENEN (1960), que dizem que o sucesso das mudas independe do tipo de ramo utilizado para

a retirada das estacas: ele dependerá principalmente da riqueza das plantas em substâncias de reserva.

Nas mudas feitas de estacas de ponteiro não houve diferenças significativas de comprimento do broto com folha, apesar da grande diferença existente entre os diferentes números de nós de matéria verde e seca e conteúdo de carboidrato das estacas (Tabela 3.1).

É interessante notar que nas mudas de um nó as estacas de ponteiro foram superiores às estacas de base, apesar da grande diferença de matéria verde e seca e conteúdo de carboidrato das estacas.

Segundo JANICK (1968) a capacidade que tem um caule para formar raízes é devido a uma interação de fatores inerentes que se encontram presentes nas plantas, assim como às substâncias transportáveis produzidas nas folhas e gemas. A presença de folhas e gemas exerce uma influência poderosa no enraizamento das estacas de caule. O efeito da gema deve-se, principalmente, ao seu papel de produtora de auxina, enquanto que o estímulo ao enraizamento provocado pelas folhas acha-se relacionado, em parte, com a produção de carboidratos.

A presença da folha nas estacas de ponteiro de um nó deve ter maior influência no enraizamento e desenvolvimento da parte aérea da muda que a diferença da reserva de carboidratos das estacas de base de um nó.

Algumas observações feitas relativas ao desenvolvimento da parte aérea da planta mostraram grande dominância apical na brotação;

- As estacas de ponteiro apresentaram cerca de 90% de sua brotação no nó superior da estaca.
- As estacas de base de 2 nós apresentaram mais de 90% da

sua brotação no n^o superior. As estacas de base de 3 e 4 n^{os} apresentaram cerca de 50% da sua brotação no n^o superior e praticamente toda a brotação restante no n^o imediatamente inferior.

5.2. Porcentagem de plantas mortas

Na discussão da porcentagem de plantas mortas alguns aspectos devem ser enfatizados: foram retiradas estas de aspecto bem herbáceo na escolha das estacas de ponteiro, de modo a diferenciar bem das estacas originárias da base da planta. As diferenças de matéria verde e seca e conteúdo de carboidrato (Tabela 3.1) mostram uma grande diferença entre as origens, considerando o mesmo número de n^{os}. A maior porcentagem de plantas mortas das plantas de 2 n^{os} de ponteiro pode ser explicada em parte pela menor relação matéria seca/matéria verde (Tabela 3.1) apresentada por elas. Outro aspecto que não pode ser esquecido é que o número de n^{os} sob o solo e fora de recipiente variou. Nas estacas de 2 e 3 n^{os} somente um n^o ficou fora do recipiente. Já nas estacas de 4 n^{os}, 2 n^{os} ficaram fora do recipiente. A porção da estaca fora da sacola foi proporcionalmente maior nas estacas de 2 e 4 n^{os}.

Durante o transcorrer do trabalho pode se observar que as estacas de um e 2 n^{os} de ponteiro que morrem, morrem rapidamente nos primeiros 30 a 45 dias após o plântio. Já nas estacas de 3 e 4 n^{os}, principalmente as de base, nota-se uma brotação inicial mais rápida e vigorosa e a morte posterior das estacas já brotadas. Esse fato foi notado por PILLAY *et alii* (1982) que observaram que uma parte das mudas de pimenta do reino levadas ao campo, apesar de apresentar um bom desenvolvimento vegetativo, não apresentava raízes, o que causava muitas perdas no campo.

Notou-se ainda que as estacas de um n^o com fo-

lha, sempre que perdiam as folhas, morriam. A permanência da folha mostrou-se essencial à sobrevivência dessas estacas e formação das mudas.

Uma boa parte das estacas de um nó de base que apresentaram brotação morreram. A alta porcentagem de plantas mortas oriundas dessas estacas pode ser explicada pela pequena reserva que possuem quando comparadas às estacas de maior número de nós de mesma origem e pela falta da folha quando comparada às estacas de um nó de ponteiro. A estaca de um nó de ponteiro apresentou a menor porcentagem de plantas mortas, em conjunto com a estaca de 3 nós de ponteiro. A menor perda de água pode explicar em parte esse comportamento. A estaca de um nó foi colocada de modo que o nó ficasse totalmente coberto e a folha ficasse em contato com o solo úmido do recipiente e a estaca de 3 nós apresentava proporcionalmente maior número de nós dentro do solo que as estacas de 2 e 4 nós.

CARDOSO (1961) utilizando estacas de ramos ortotrópicos com 2 a 3 gemas bem formadas, após 3 meses, não teve nenhuma estaca morta. Entretanto 55% das estacas não apresentavam brotação. Esse resultado foi semelhante aquele das estacas de base de dois e três nós conseguidos neste trabalho, com a diferença que a quase totalidade das estacas vivas apresentava brotação.

No trabalho de WINTERS e MUSIK (1963) utilizando ramos plagiotrópicos na formação de mudas de pimenta do reino em diferentes substratos, foi encontrado 7,5% de plantas mortas em areia e 15,0% em vermiculita.

KAMP (1969) utilizando estacas de ramos ortotrópicos de 6 a 12 meses de idade, com 6 nós, sendo as 3 folhas inferiores removidas e as 3 folhas superiores com o limbo foliar reduzido, teve uma porcentagem média de plantas mortas de 18,30%, semelhante às estacas de 4 nós das 2 origens estudadas neste trabalho. O mesmo autor utilizou estacas de um nó

com folha sendo que o limbo foliar foi reduzido a $\frac{2}{3}$ do comprimento original. Houve 15% de plantas mortas, porcentagem maior que a encontrada neste trabalho com as estacas de ponteiro de um nó com folha (7,29%), apesar de haver sido utilizada por ele uma câmara de nebulização durante as 3 primeiras semanas da formação da muda.

LARCHER (1970) utilizou estacas de 3 nós com folha terminal e com metade do limbo foliar, em ambiente de temperatura e umidade controladas e obteve 1,85% de plantas mortas em locais e épocas diferentes, 38,5% de estacas não enraizadas após 66 dias.

Foi obtido 100% da brotação e nenhuma estaca morta, após 90 dias, no trabalho de PILLAY *et alii* (1982) que utilizaram estacas de 2 nós originárias de ramos ladrões.

Com exceção das estacas de base um nó com 80,90% de plantas mortas, os outros tratamentos apresentaram uma porcentagem de plantas mortas baixa. A soma da porcentagem de plantas enraizadas à porcentagem de plantas mortas e subtração de 100, fornece a porcentagem de estacas vivas sem enraizar.

Tabela 5.2. Porcentagem de estacas vivas sem enraizar

Número de nós	Origens	
	P (Ponteiro)	B (Base)
1	0,9000	5,4540
2	0,0000	4,5340
3	0,9040	1,8100
4	0,0000	1,8080

As estacas de ponteiro apresentaram uma porcen-

tagem de estacas vivas sem enraizar muito baixa, quase inexistente.

As estacas de base apresentaram uma porcentagem mais alta de estacas vivas sem enraizar nas estacas de 1 e 2 nós seguidas das estacas de 3 e 4 nós. Isto se deveu provavelmente à menor reserva de carboidratos das primeiras estacas. O conteúdo médio de carboidrato das estacas de base de um e dois nós apresenta valores bem mais altos que as estacas de ponteiro de um e dois nós (Tabela 3.1). As estacas de ponteiro de um e dois nós apresentaram menor porcentagem de plantas vivas sem enraizar provavelmente devido à influência da folha na velocidade do enraizamento.

A porcentagem de estacas vivas sem enraizar nas estacas de base de 3 e 4 nós foi bem maior que nas estacas de ponteiro de 3 e 4 nós e a presença da folha nas estacas de ponteiro deve exercer um grande estímulo na formação de raiz conforme afirmam CHOUDARY e PHADNIS (1971).

5.3. Relação Raiz/Parte Aérea

Nenhum dos autores consultados com pesquisas sobre formação de mudas de pimenta do reino utilizou a relação raiz/parte aérea (R/A) na medida dos seus resultados.

Entretanto, existe um equilíbrio entre o crescimento da parte aérea e da raiz que depende do fluxo de nutrientes e água da raiz para a parte aérea e de assimilados da parte aérea para a raiz. Espécies diferentes apresentam R/A diferentes e a proporção para cada espécie depende do estágio fisiológico. A R/A apresenta mudanças características com a idade da planta, (BOOTE, 1976). Com o desenvolvimento da planta, há um crescimento da parte aérea e da raiz, numa proporção não contínua e variável, CRIST e STOUT (1929). Os trabalhos de TERADA e CHIBA (1971) e KATO (1978) mostram

uma diminuição progressiva da relação raiz/parte aérea com o desenvolvimento da planta. TERADA e CHIBA (1971) encontraram uma R/A de 0,20 para plantas com um ano de idade, uma relação semelhante à encontrada em nosso trabalho para as estacas de um e quatro nós de base. Com o desenvolvimento, a relação raiz/parte aérea passou a 0,10 com 2 anos e 0,08 com 4 anos de idade. CHIBA e TERADA (1976) encontraram para plantas de 1 ano de idade R/A de 0,20 e para plantas de 4 anos R/A de 0,10.

KATO (1978) afirma que a quantidade de matéria seca da parte aérea aumenta consideravelmente em relação a da raiz, a partir dos 19 meses de idade. A relação raiz / parte aérea determinada por ele foi menor que aquelas determinadas por TERADA e CHIBA (1971) e CHIBA e TERADA (1976). Encontrou relações raiz/parte aérea de 0,121 em plantas de 7 meses, de 0,017 em plantas de 19 meses, de 0,029 em plantas de 31 meses e de 0,026 em plantas de 43 meses de idade. Dos 7 meses aos 43 meses a relação raiz/parte aérea diminuiu 78,5%.

Brower citado por TAYLOR (1981) mostra claramente que as plantas tendem a estabelecer uma relação raiz/parte aérea consistente quando em condições uniformes de crescimento. Se algum fator de crescimento é alterado desequilibrando essa proporção, a planta tende a acelerar o crescimento da parte aérea ou da raiz de modo a chegar a uma relação raiz/parte aérea equilibrada.

Na pimenta do reino existe uma tendência progressiva de diminuição da relação raiz/parte aérea com a maior idade da planta. A relação raiz/parte aérea da pimenta do reino deve alcançar um equilíbrio próprio da espécie na idade adulta. Esse equilíbrio deve estar próximo de 0,10. Pode se assumir que quanto maior a relação raiz/parte aérea maior a possibilidade de desenvolvimento futuro da planta. Esta afirmação aplicada aos resultados encontrados neste trabalho coloca as mudas originárias de ponteiro como tendo maior pos-

sibilidade de desenvolvimento futuro, com especial destaque para as mudas de ponteiro de um nó, que apresentaram uma relação raiz/parte aérea 3,46 vezes maior que a muda de base de 4 nós. O menor comprimento do broto com folha apresentado pelas estacas de ponteiro, especialmente as estacas de um nó, será rapidamente compensado pelo crescimento mais rápido da parte aérea.

As estacas de base de um, três e quatro nós apresentaram relações raiz/parte aérea semelhantes às encontradas para plantas com um ano de idade por TERADA e CHIBA (1971), CHIBA e TERADA (1976). Mesmo a estaca de base de 2 nós que apresentou a maior relação raiz/parte aérea nesta origem foi significativamente inferior às estacas de ponteiro.

A maior relação raiz/parte aérea certamente possibilitará um melhor pegamento da muda no campo, apresentando desenvolvimento mais rápido e maior tolerância à períodos curtos de déficit hídrico.

5.4. Porcentagem de enraizamento

A porcentagem de enraizamento das estacas é o parâmetro mais utilizado pelos pesquisadores que já estudaram a propagação vegetativa da pimenta do reino, GILLOT e VAN DINGENEN (1960), CARDOSO (1961), WINTERS E MUSIK (1961), LARCHER (1970), CHOUDARY E PHADNIS (1971), SHANTHAMALLIAH et alii (1974), BAVAPPA e GURUSINGHE (1978) e ALBUQUERQUE e DUARTE (1979), PILLAY *et alii* (1982).

CARDOSO (1961) utilizou estacas ortotrópicas com 25 a 30 cm de comprimento, com 2 a 3 gemas bem formadas. Após 3 meses obteve 45% de enraizamento das estacas.

WINTERS e MUSIK (1963) obtiveram 71,25% de en -

raizamento no estudo desenvolvido com estacas plagiotrópicas.

LARCHER (1970) encontrou 60,10% de enraizamento, após 66 dias, em estacas de 3 nós com folha terminal e metade do limbo foliar reduzido, em ambiente de temperatura e umidade controladas.

As estacas ortotrópicas de um nó com folha utilizadas por CHOUDARY e PHADNIS (1971) tiveram uma porcentagem de pegamento (50%) superior às estacas ortotrópicas de 5 nós (37,5%). A porcentagem de pegamento inclui enraizamento e brotação.

SHANTAMALLIAH *et alii* (1974) estudou o enraizamento de estacas de ramos "ladrões" de 3 estágios de maturidade e 3 origens diferentes: estacas herbáceas retiradas da porção terminal mais herbácea, estacas semi-herbáceas retirada da parte mediana da planta e estacas lenhosas retiradas da parte mais suberificada do ramo. Essas estacas foram plantadas em diferentes épocas do ano. O melhor enraizamento foi obtido em junho com a porcentagem de enraizamento das estacas herbáceas de 48,5%, semi-herbáceas 81,5% e lenhosas 79,3%. Foram utilizadas estacas de 3 nós, com 2 nós enterrados e um nó fora de recipiente. A avaliação foi feita 30 dias após o plantio.

BAVAPPA e GURUSINGHE (1978) avaliaram a porcentagem de enraizamento depois de 45 dias com estacas de 1, 2 e 3 nós de 3 origens diferentes: ramo "ladrão", ramo ortotrópico e ramo plagiotrópico. As estacas de ramos "ladrões" apresentaram 8,7%, 27,0% e 24,9% de enraizamento com 1, 2 e 3 nós respectivamente. As estacas de ramos ortotrópicos apresentaram um aumento da porcentagem de enraizamento com o número de nós, 13,1%, 28,8% e 30,7% com 1, 2 e 3 nós respectivamente. As estacas de ramos plagiotrópicos tiveram uma porcentagem de enraizamento baixa, 10,0%, 13,1% e 16,3% com 1, 2 e 3 nós respectivamente.

ALBUQUERQUE e DUARTE (1979) afirmam que podem ser obtidos índices elevados de enraizamento de estacas de um nó de diferentes cultivares de pimenta do reino. O importante é que o pré-enraizamento seja processado em câmara de condições adequadas e que a folha próxima à região do nó seja mantida. Conseguiram um enraizamento de 94,75% na sombra, em câmara de pré-enraizamento, com estacas de um nó com folha. Todas as estacas de um nó sem folha morreram.

PILLAY et alii (1982) observando a porcentagem de enraizamento em estacas de 2 nós de ramos "ladrões" obtiveram 56% de enraizamento após 90 dias do plantio.

A falta de caracterização mais exata das estacas nos trabalhos consultados dificulta a comparação com os resultados encontrados neste trabalho.

Entretanto, as porcentagens de enraizamento conseguidas neste trabalho foram maiores que aquelas encontradas por CARDOSO (1961), WINTERSE e MUSIK (1963), LARCHER (1970), CHOUDARY e PHADNIS (1971), BAVAPPA e GUROSINGHE (1978) e PILLAY et alii (1982). Se eliminarmos os dados da estaca de base de um nó a porcentagem de enraizamento deste trabalho será superior também à alcançada por SHANTAMALLIAH et alii (1974).

Apesar do trabalho de ALBUQUERQUE e DUARTE (1979) ter obtido uma porcentagem mais alta de enraizamento (94,75%) em condições de umidade controlada, as estacas de ponteiro de um e 3 nós do presente trabalho chegaram muito perto da porcentagem de enraizamento obtida pelos referidos pesquisadores, o que torna patente a possibilidade de obtenção de mudas de estacas herbáceas sem a utilização de câmara de pré-enraizamento nas condições do local do experimento (Tabela 3.2). Foi notado também que todas as estacas de ponteiro de um nó que perderam a folha morreram, apesar de apresentarem enraizamento inicial, confirmando a observação

de ALBUQUERQUE e DUARTE (1979). A grande proporção da estaca de 3 nós conservada dentro do solo e o contato da folha da estaca de um nó com o solo úmido, diminuindo a perda de água, pode ser uma das explicações da alta porcentagem de enraizamento destas estacas.

A observação que estacas com folhas ou gemas em desenvolvimento enraizam mais facilmente que estacas sem folhas ou gemas é antiga, (VALIO, 1979) e confirmado por muitos autores tais como VAN OVERBEEK e GREGORY (1945), KRAMER *et alii* (1960), JANICK (1968), HARTMANN e KESTER (1968), CHOUDARY e PHADNIS (1971), BLEASDALE (1977) e outros. Segundo ALVARENGA e CARVALHO (1983) nas folhas e gemas está o centro de produção de substâncias hormonais e nutritivas que são transportadas através do floema, para as diferentes partes da planta. As substâncias produzidas nas folhas ou a reserva destas nas estacas são co-fatores necessários à formação de raízes.

Alguns viveiros comerciais que utilizam estacas de ponteiro de um nó para a propagação de pimenta, as colocam para enraizar numa cama de areia e posterior transplante para o recipiente plástico. Nestas condições, as estacas com raiz de fixação apresentam um bom desenvolvimento da raiz após um período de 20 a 30 dias e as raízes que se formam são prolongamento das raízes de fixação, quando essas estacas são transplantadas para o recipiente plástico. Quando se coloca estacas que ainda não apresentam raiz de fixação para enraizar, o enraizamento é mais lento, cerca de 45 a 50 dias, e o sistema radicular é formado no corte inferior da estaca. Entretanto, após 6 meses, quando prontas para serem levadas ao campo, os sistemas radiculares das mudas formadas por estacas com e sem raiz de fixação, são semelhantes e originam-se do corte das estacas. Após o desenvolvimento das raízes de fixação, deve ocorrer o desenvolvimento do sistema radicular no corte e uma posterior atrofia das raí-

zes de fixação. A muda formada por estaca de ponteiro de um nó é transplantada para o recipiente plástico quando apresenta um bom enraizamento. Após transplantada, a muda apresenta raízes bem aprofundadas no solo, até abaixo da metade do recipiente, quando aparece a primeira brotação. Observa-se que as raízes já alcançam o fundo do recipiente, quando o broto com folha atinge 15 a 20 cm de altura.

Neste trabalho todas as estacas utilizadas apresentavam raízes de fixação desenvolvidas.

Foram feitas algumas observações sobre a localização e distribuição do sistema radicular e foi verificado que todas as estacas tiveram a maior porcentagem de sistema radicular localizado no corte, especialmente as estacas de um e dois nós de ambas as origens. As estacas de 3 e 4 nós de base apresentaram o sistema radicular bem distribuído entre o corte e o último nó.

A intensidade da polaridade encontrada nas estacas de pimenta na dominância apical da brotação aérea e na localização de grande parte do sistema radicular no nó inferior está de acordo com as observações de Vochting citado por HARTMANN e KESTER (1968).

A localização do sistema radicular variou com o número de nós da estaca, as estacas de 3 e 4 nós apresentavam cerca de 80% do seu sistema radicular na parte inferior do recipiente plástico, com raízes dobradas no fundo. As estacas de um e dois nós das duas origens apresentavam o sistema radicular bem distribuído, sendo que a estaca de um nó de base apresentava uma concentração maior de raízes na parte superior do recipiente. Essa distribuição do sistema radicular pode ser explicada pela colocação de 2 nós dentro do recipiente nas estacas de 3 e 4 nós, ficando o nó inferior localizado na metade do recipiente. Este fato aliado à localização do sistema radicular faz com que o desenvolvimento

do sistema radicular das estacas de 3 e 4 nós seja restrito à cerca de metade de volume de solo do recipiente. Além disso a concentração do sistema radicular na parte inferior do recipiente faz com que o corte do fundo do recipiente por ocasião do plantio, no campo, elimine uma parte importante do sistema radicular prejudicando o bom pegamento da muda no campo.

6. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido este trabalho, os resultados permitiram concluir que:

1. A pimenta do reino é uma planta de fácil enraizamento não havendo necessidade de utilização de substâncias promotoras de enraizamento.
2. É perfeitamente possível a formação de mudas de estacas de ponteiro sem a utilização de câmaras de pré-enraizamento.
3. A estaca de um nó originária da base da planta não deve ser utilizada pois apresenta alta porcentagem de plantas mortas, baixa porcentagem de enraizamento, o menor comprimento do broto com folha e pequena relação raiz/parte aérea.
4. É perfeitamente possível para a formação de mudas de pimenta do reino, dentro das características estudadas, a utilização de estacas de um, dois, três e quatro nós originárias do ponteiro e de estacas de dois, três e quatro nós originárias da base da planta.

5. As estacas de ponteiro têm um custo muito menor que as estacas originárias de base e as mudas formadas têm boas possibilidades de pegamento e desenvolvimento no campo.
6. A alta relação raiz/parte aérea das estacas de ponteiro é um bom indicador das possibilidades de bom pegamento no campo dessas mudas, especialmente das mudas de um nó.
7. As mudas feitas com estacas de ponteiro exigem maior tempo de viveiro que as mudas feitas com estacas de base.
8. A estaca de ponteiro de um nó, apresenta maior relação raiz/parte aérea, baixa porcentagem de plantas mortas, maior porcentagem de enraizamento e um bom comprimento do broto com folha com chances de rápido crescimento futuro. Pode ser considerada como a melhor opção na escolha da estaca para a formação da muda de pimenta do reino.

7. LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, F.C. e J.M.P. CONDURU, 1971. *Cultura da pimenta do reino na região amazônica*. Belém. IPEAN, 149 p. (IPEAN, Fitotecnia, 2 (3)).

ALBUQUERQUE, F.C., M.L.R. DUARTE, H.M. SILVA e R.H.M. PEREIRA, 1973. *A cultura da pimenta do reino*. Belém. IPEAN/ACAR-PARÁ 21 p. (IPEAN/ACAR-PARÁ, Circular, 19).

ALBUQUERQUE, F.C., 1976. Características morfológicas e fisiológicas de *Nectria haematococca* f. sp. piperis e a sua patogenicidade à pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) Viçosa. UFV. 63 p. (Tese de Mestrado).

ALBUQUERQUE, F.C. e M.L.R. DUARTE, 1979. *Propagação de diferentes cultivares de pimenta do reino através de estacas de um nó*. Belém. EMBRAPA/CPATU. 14 p. (EMBRAPA/CPATU - Comunicado Técnico, 23).

- ALBUQUERQUE, F.C. e M.L.R. DUARTE, 1985. Método para propagação de cultivares de pimenta do reino através de estacas sadias. *Fitopatologia Brasileira*, 10 (6): 261.
- ALVARENGA, L.R. e V.D. CARVALHO, 1983. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, 9 (101): 47-55.
- ANONYMOUS, 1961. Los Banños agronomista produce bushy black pepper. *Coffee and Cacao J.* (4): 45.
- BAVAPPA, K.V.A. e P.D.S. GURUSINGHE, 1978. Rapid multiplication of black pepper for commercial planting. *Journal of Plantation Crops*, 6 (2): 89-92.
- BAVAPPA, K.V.A. e P.D.S. GURUSINGHE, 1980. A rapid technique for rapid multiplication of pepper planting. *Indian Cocoa, Arecanut and Spices Journal*, 3 (3): 53-55.
- BLEASDALE, J.K.A., 1977. *Fisiologia Vegetal*. São Paulo. EPU/EDUSP. 176 p.
- BOOTE, K.J., 1977. Root: Shoot Relationships. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings*, 36: 15-23.
- CARDOSO, M., 1961. Sobre o enraizamento de estacas de pimenta do reino. *Bragantia*. Campinas-SP, 20: IXXIX-XXXXI.
- CARDOSO, M., 1978. *Instruções para a cultura da pimenteira do reino*. 2^a ed. Campinas, IAC, 24 p. (IAC-Boletim, 166).

- CARDOSO, M., R.R. SANTOS e T. IGUE, 1981. Pimenteira do reino: produtividade segundo o tipo de muda. *Bragantia*. Campinas-SP, 40: 221-224.
- CHIBA, M. e S. TERADA, 1976. On the optimum amount of nutrients absorbed by pepper plant in Amazon Region. *Japanese J. Tropical Agriculture*. 20 (1): 14-21.
- CHOUDARY, K.G. e N.A. PHADNIS, 1971. Vegetative propagation of pepper (*Piper nigrum* L.) with use of plant growth regulators. *Poona Agr. Coll. Mag.*, Poona. 61: 37-44.
- COOPER, ST. G.C., 1955. A rapid method of propagating black pepper. *Tropical Agriculture*. 32 (3): 207-209.
- CREECH, J.L., 1955. Propagation of black pepper. *Economic Botany*. 2 (9): 233-242.
- CUNHA, J.F., 1958. Instruções práticas. Multiplicação da pimenteira do reino. *O Agrônomo*. Campinas-SP. IAC. 10: 10-13.
- CRIST, J.W. e G.J. STOUT, 1929. Relation between top and root size in herbaceous plants. *Plant Physiology*. 4 (1): 63-85.
- ESPÍRITO SANTO. Comissão Estadual de Sementes e Mudanças, 1978. Normas, padrões e procedimentos para a produção, venda e distribuição de mudas de pimenta do reino. Vitória, 2 p.
- ESPÍRITO SANTO, Secretaria da Agricultura, 1986. Produção agrícola de 1985. *Jornal da Agricultura*. 3: 4.

- FEARNSIDE, P.M., 1980. Black pepper yield prediction for the Transamazon Highway of Brazil. *Turrialba*. Costa Rica. 30 (1): 35-42.
- FUKUTOMI, M., KO HIRAKATA e M. HAMADA, 1983. Studies on the stem rot and root rot diseases of black pepper in Brazil. *Fitopatologia Brasileira*. 8 (3): 540-541.
- GAM-MIRIS, S. e T. MOLAGU, 1973. Pepper. *Tropical agriculturist*, 1: 54-56.
- GENTRY, H. S, 1955. Introducing black pepper into America. *Economic Botany*, 9: 256-268.
- GILLOT, J e A. VAN DINGENEN, 1969. Observations sur la multiplication vegetative du poivrier (*Piper nigrum*). *Bulletin d'Information de L'INEAC*. 9: 115-128.
- HARTMANN, H.T. e D.E. KESTER; 1968. *Plant propagation* 2^a ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall. 702 p. (p. 181 - 313).
- HUGHES, J., 1966. Vegetative propagation of pepper under mist spray. *South Pacific Bulletin, Third Quarter*: 41-56.
- ILYAS, M., 1976. Spices in India. *Economic Botany*. 3: 273-280.
- JANICK, J., 1968. *A Ciência da Horticultura*. 2^a. ed. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos. 485 p.
- KAMP, B.G. 1969. Preliminary studies in vegetative propagation of *Piper nigrum*. *Papua and New Guinea Agricultural Journal*. 21 (2): 88-92.

- KATO, A.K., 1978. Teor e distribuição de N, P, K, Ca e Mg em pimenteira do reino (*Piper nigrum* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 67 p. (Dissertação de Mestrado).
- KRAMER, P.J. e T. KOZLOWSKI, 1972. *Fisiologia das arvores*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 745 p.
- LARCHER, J. 1970. La multiplication du poivrier et l'utilisation des hormones de bouturage. *L'Agronomie Tropical*. 9: 745-764.
- MAISTRE, J. 1969. Las pimientas. In: MAISTRE, J. *Las plantas de especias*. Barcelona. Editorial Blume. p. 123-208.
- MILANEZ, D. e J.A. VENTURA, 1982. *Produção de mudas de pimenta do reino*. Cariacica-ES, EMCAPA, 14 p. (EMCAPA - Circular Técnica, 1).
- MILANEZ, D. e J.A. VENTURA, 1983. *Fusariose da pimenta do reino e seu controle*. Cariacica-ES - EMCAPA (EMCAPA - Circular Técnica, 2).
- MILANEZ, D., 1984. *Levantamento nutricional de pimenteiros do reino no Espírito Santo pela análise foliar*. Cariacica-ES, EMCAPA, 1984. 23 p. (EMCAPA - Boletim de Pesquisa, 5).
- NAMBIAR, V.P.K., V.S. PILLAY e S. SASIKUMAR, 1977. A note on rapid multiplication of Panniyur-I pepper. *Areca nut and Spices Bulletin*. Kerala, 8 (3): 57-58.

- PILLAY, V.S., A.B. MOHAMED ALI e K.C. CHANDY, 1982. Effect of 3 - indole butyric acid on root initiation and development in stem cuttings of pepper (*Piper nigrum* Lin.). *Indian Cocoa, Arecanut and Spices Journal*. 6 (1): 7-9.
- RUSSELL, R.S., 1981. Plant root systems their function and interaction with the soil. In: RUSSELL, R.S., K. IGUE e Y.R. MEHTA, Coord. *The soil/root system in relation to brazilian agriculture*. Londrina, Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, p. 3-19.
- SANTOS, R.N., 1973. Como formar mudas de pimenta do reino. *O Agricultor*. Vitória, 7: 2
- SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PIMENTA DO REINO PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 1977. Viana. EMBRAPA/EMBRATER. 34 p. (EMBRAPA/EMBRATER, Boletim, 124).
- SISTEMA DE PRODUÇÃO PARA PIMENTA DO REINO - ESPÍRITO SANTO, 1981. Revisão. Vitória-ES, EMBRATER/EMBRAPA/EMATER - ES/EMCAPA. 32 p. (Boletim, 304).
- SHANTAMALLIAH, N.R., U.V. SULLADMAH e K. KRISHNAMURTHY, 1974. Influence of maturity and time of planting on the rooting of stem cuttings of pepper (*Piper nigrum* L.). *The Indian Journal of Horticulture*, 31 (3): 250-254.
- TAYLOR, H.M., 1981. Managing root systems to reduce plant water deficits. In: RUSSELL, R.S., K. IGUE e Y.R. MEHTA, Coord. *The soil/root system in relation to brazilian agriculture*. Londrina, Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, p. 45-60.

- TERADA, S. e H. CHIBA, 1971. Problems of growing plant in the amazon region, with regard to root development. *Japanese J. Trop. Agri.* 15 (1): 20-26.
- VALENTE, L.A., s/data. A pimenta-condimento universal. *Gazeta do Agricultor*: 14-16.
- VALIO, I.F.M., 1979. Auxinas. In: FERRI, M.G., Coord. *Fisiologia vegetal* 2. São Paulo. EPU/EDUSP, p. 39-72.
- VAN OVERBEEK, J. e L.E. GREGORY, 1945. Physiological separation of two factors necessary for the formation of roots in cuttings. *American Journal of Botany.* 32: 336-341.
- WAARD, P.W.I. e C.D. SUTTON, 1960. Toxicity of aluminum to black pepper (*Piper nigrum* L.) in Sarawak. *Nature.* 188 (4576): 1129-30.
- WAARD, P.W.F., 1969. Foliar diagnosis, nutrition and yield stability of black pepper. (*Piper nigrum* L.) in Sarawak. Amsterdam. The Netherlands Royal Trop. Institute. Comm. n° 58, 149 p.
- WAARD, P.W.F. D, 1980. Problem areas and prospects of production of pepper (*Piper nigrum* L.). *Bulletin of Department of Agricultural Research Royal Tropical Institute.* Amsterdam 308, 29 p.
- WINTERS, H.F. e T.J. MUZIK, 1963. Rooting and growth of fruiting branches of black pepper. *Tropical Agriculture.* Trinidad, 40: 247-52.

APÊNDICE

Serão apresentados dados gráficos complementares.

Tabela I. Análise de variância do comprimento do broto com folha.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Somas de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F
N	3	2055,4277	685,1426	56,26**
O	1	1822,2299	1822,2299	154,95**
NxO	3	1260,0087	420,0029	35,41**
Tratamentos	7	5137,6663	733,9523	62,41**
Resíduo	32	376,3164	11,7599	
Total	39	5513,9827		

Média Geral = 26,5335

C.V. = 12,92%

Tabela II. Análise de variância da porcentagem de plantas mortas.

Foi feita a transformação para $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Somas de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F
N	3	0,9421	0,3140	21,46**
O	1	0,3588	0,3588	24,51**
NxO	3	1,7391	0,5797	39,61**
Tratamentos	7	3,0399	0,4343	29,67**
Resíduos	32	0,4683	0,0146	
Total	39	3,5083		

Média Geral = 0,4369

C.V. = 27,69%

Tabela III. Análise de variância da matéria verde da parte aérea emitida em gramas utilizada no cálculo da raiz/parte aérea.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F
N	3	535756,8750	178585,6250	114,67**
O	1	286455,6250	286455,6250	183,93**
NxO	3	224886,8750	74962,2917	48,13**
Tratamentos	7	1047099,3750	149585,6250	96,05**
Resíduo	32	49836,0000	1557,3750	
Total	39	1096935,3750		

Média Geral = 251,6250

C.V. = 15,68%

Tabela IV. Média das interações da matéria verde da parte aérea emitida em gramas.

Número de nós	Origens		Médias
	1	2	
1	109,0000 b A	23,0000 d B	66,0000 z
2	136,0000 b B	354,0000 c A	245,0000 y
3	206,0000 a B	455,0000 b A	330,5000 x
4	217,0000 a B	513,0000 a A	365,0000 x
Médias	167,0000 y	336,2500 x	

Números seguidos pela mesma letra não apresentam diferenças ao nível de 5% de probabilidade para o teste Tukey.

Tabela V. Análise de variância da matéria verde da raiz em grama utilizada no cálculo da relação raiz/parte aérea.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F
N	3	31395,2750	10465,0917	29,90**
0	1	255,0250	255,0250	0,73n.s
Nx0	3	25719,8750	8573,2917	24,49**
Tratamentos	7	57370,1750	8195,7393	23,41**
Resíduo	32	11200,8000	358,0258	
Total	39	68579,9750		

Média Geral = 90,7750

C.V. = 20,61%

Tabela VI. Média das interações da matéria verde da raiz em gramas.

Número de nós	Origens		Médias
	1	2	
1	76,6000 a A	5,0000 c B	42,3000 y
2	76,0000 a B	142,0000 a A	109,0000 x
3	96,2000 a A	115,8000 b A	106,0000 x
4	101,2000 a A	110,4000 b A	105,8000 x
Médias	28,2500 x	93,3000 x	

Números seguidos pela mesma letra não apresentam diferenças ao nível de 5% da probabilidade para o teste Tukey.

Tabela VII. Análise de variância da relação raiz/parte aérea.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F
N	3	0,1989	0,0663	9,82**
O	1	0,8066	0,8066	119,51**
NxO	3	0,1585	0,0528	7,83**
Tratamentos	7	1,1639	0,1663	24,64**
Resíduo	32	0,2160	0,0067	
Total	39	1,3798		

Média Geral = 0,4220

C.V. = 19,42%

Tabela VIII. Análise de variância da porcentagem de enraizamento das plantas.

Foi feita a transformação para arc sen $\sqrt{x/100}$

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médias	Valor de F
N	3	0,8330	0,2777	40,58**
O	1	0,3441	0,3441	50,29**
NxO	3	1,2943	0,4314	63,04**
Tratamentos	7	2,4714	0,3531	51,59**
Resíduo	32	0,2190	0,0068	
Total	39	2,6903		

Média Geral = 0,9984

C.V. = 8,29%

Tabela IX - Incremento de matéria verde

O - N	Matéria Verde * Produzida por Planta Viva (g)	Matéria Verde ** da estaca ori- ginal (g)
P - 1	9,33	5,00
P - 2	12,47	10,95
P - 3	14,81	16,20
P - 4	17,48	22,43
B - 1	6,66	7,35
B - 2	24,55	34,38
B - 3	28,83	46,58
B - 4	33,51	62,80

* A matéria verde produzida por planta viva foi calculada através da soma da matéria verde da parte aérea emitida (Apêndice 01 - item 3.1) e a matéria verde da raiz (Apêndice 01 - item 3.2.) dividida pelo número de plantas vivas na colheita. O número de plantas vivas na colheita foi calculado subtraindo de 100 a porcentagem de plantas mortas (tabela 4.2.) e multiplicando por 0,22 (número de plantas úteis da parcela dividido por 100).

** A matéria verde da estaca original encontra-se na tabela 3.1.

GRÁFICO I - Características da estaca original

GRÁFICO 11 - Comprimento do broto com folho

GRÁFICO III - Porcentagem de plantas mortas

GRÁFICO IV - Relação raiz/parte aérea

GRÁFICO V - Percentagem de enraizamento.

GRÁFICO VI - incremento de matéria verde