

## Produção de Biomassa Aérea de Pimenta Longa Cultivada em Diferentes Espaçamentos





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1676-5265

Setembro, 2005

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 41***

## **Produção de Biomassa Aérea de Pimenta Longa Cultivada em Diferentes Espaçamentos**

Francisco José Câmara Figueirêdo  
Sérgio de Mello Alves  
Olinto Gomes da Rocha Neto

Belém, PA  
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Amazônia Oriental**

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n  
Caixa Postal, 48 CEP: 66095-100 - Belém, PA  
Fone: (91) 3204-1044  
Fax: (91) 3276-9845  
E-mail: sac@cpatu.embrapa.br

**Comitê de Publicações**

Presidente: Gladys Ferreira de Sousa  
Secretário-Executivo: Moacyr Bernardino Dias Filho  
Membros: Izabel Cristina D. Brandão  
José Furlan Júnior  
Lucilda Sousa de Matos  
José de Brito Lourenço Júnior  
Moacyr Bernardino Dias Filho  
Vladimir Bonfim Souza  
Walkymário de Paulo Lemos

**Revisores Técnicos**

Dilson Augusto Capucho Frazão - Embrapa Amazônia Oriental  
Francisco Ronaldo Sarmanho de Souza - Embrapa Amazônia Oriental  
José Furlan Júnior - Embrapa Amazônia Oriental

Supervisão editorial: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes e Regina Alves Rodrigues  
Revisor de texto: Regina Alves Rodrigues  
Normalização bibliográfica: Célia Maria Lopes Pereira  
Editoração eletrônica: Euclides Pereira dos Santos Filho

**1ª edição**

1ª impressão (2005): 300 tiragem

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Figueirêdo, Francisco José Câmara

Produção de biomassa aérea de pimenta longa cultivada em diferentes espaçamentos / por Francisco José Câmara Figueirêdo, Sérgio de Mello Alves e Olinto Gomes da Rocha Neto. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

25p. : il. ; 21cm. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).

ISSN 1676 – 5265

1. Pimenta longa. 2. Piper hispidinervium. 3. Altura. 4. Diâmetro. 5. Safrol. I. Alves, Sérgio de Mello. II. Rocha Neto, Olinto Gomes da. III. Título. IV. Série.

---

CDD 633.82

© Embrapa 2005

# Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>6</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>7</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>9</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>11</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>22</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>23</b>

# Produção de Biomassa Aérea de Pimenta Longa Cultivada em Diferentes Espaçamentos

---

*Francisco José Câmara Figueirêdo<sup>1</sup>*

*Sérgio de Mello Alves<sup>2</sup>*

*Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>1</sup>*

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos do espaçamento entre plantas, sobre a produção de biomassa aérea de pimenta longa (*Piper hispidinervium* C. DC.), cuja importância econômica está associada ao óleo essencial, extraído de suas folhas e ramos finos, do qual são obtidos a heliotropina e o butóxido de piperonila, matérias-primas para as indústrias de fragrâncias e cosméticos e de inseticidas naturais biodegradáveis, respectivamente. Foram testados os espaçamentos de 100 x 100 cm; 70 x 70 cm e 70 x 50 x 100 cm, com densidades de 10.000, 20.265 e 23.248 plantas por hectare, distribuídos em delineamento completamente casualizado, com 5 repetições. Os melhores espaçamentos para o cultivo da pimenta longa são os mais adensados (70 x 50 x 100 cm e 70 x 70 cm), pois possibilitam as maiores produções de biomassa aérea seca, 6.499 e 7.444 kg/ha, e de óleo essencial, 196,0 e 211.3 L/ha, respectivamente.

Termos para indexação: *Piper hispidiner*, altura, diâmetro, óleo essencial, safrol.

---

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66095-100, Marco, Belém, PA. E-mail: fjcfc@cpatu.embrapa.br; olinto@cpatu.embrapa.br

<sup>2</sup>Quím. Ind., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66095-100, Marco, Belém, PA. E-mail: sergio@cpatu.embrapa.br

# Production of Aerial Biomass Of *Piper Hispidinervium* Cultivated Under Different Spacings

---

## Abstract

It was evaluated the effects of plant spacing in the cultivation of *Piper hispidinervium*, on aerial biomass production and extraction of essential oil. This Piperaceae is economical important, since the essential oil extracted of their aerial biomass, is used for acquisition of the heliotropine and piperonil butoxid, materials for the industries of fragrances and cosmetics, and of biodegradable natural insecticides, respectively. It was tested spacings of 100 x 100 cm, 70 x 70 cm and 70 x 50 x 100 cm, with densities of 10,000; 20,265 and 23,248 plants per hectare, distributed in design completely randomized, with 5 replicates. The best spacings for cultivation of *P. hispidinervium* were 70 x 50 x 100 cm and 70 x 70 cm, because they make possible the largest productions of dry biomass aerial, 6,499 and 7,444 kg/ha, and of essential oil, 196 and 211.3 L/ha, respectively.

Index terms: Height and diameter of plants; essential oil, safrole.

## Introdução

A pimenta longa (*Piper hispidinervium* C. DC.) é uma Piperaceae, com característica de espécie pioneira, vegetando espontaneamente nas áreas de capoeira do Estado do Acre, onde formam populações de grande densidade (Sousa, 1997). Da biomassa aérea constituída de folhas e ramos finos é extraído, por hidrodestilação, o óleo essencial rico em safrol, do qual são obtidos a heliotropina, matéria-prima para as indústrias de fragrâncias e cosméticos; e o butóxido de piperonila, agente sinérgico com o piretro, na constituição de inseticidas naturais biodegradáveis.

Com a crescente exigência de certificação dos produtos de origem vegetal, a pimenta longa desponta como alternativa e pode influenciar o comércio de safrol natural. No mercado mundial, com demanda crescente, a oferta do óleo de sassafrás é baseada na exploração destrutiva de árvores de grande porte, responsável pelo acelerado processo de extinção de espécies que alcançam a maturidade entre 25 e 30 anos, como a canela de sassafrás (*Ocotea pretiosa* Mezz), cuja produção não-sustentável ameaçou de extinção a espécie, protegida desde 1991 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis -Ibama.

Esse tipo de exploração responde pela produção que excede as 3 mil toneladas/ano e é a responsável pelo comprometimento da oferta de safrol no mercado mundial (Homma, 2001). A China e o Vietnã, maiores produtores mundiais, detêm a hegemonia desse mercado, do qual o Brasil, maior produtor até o início da década de 1990, passou a ser um dos importadores, fato que coloca a pimenta longa como alternativa para o mercado interno.

Essas árvores têm rendimento de extração de óleo essencial de cerca de 1%, com teor de safrol em torno de 84%. As vantagens comparativas da exploração comercial da pimenta longa em relação às espécies arbóreas são: a) o rendimento de extração é acima de 4% e o teor de safrol excede aos 90%; b) a matéria-prima, constituída de folhas e de galhos finos, permite a realização de cortes a cada 6 meses; e c) a produção de biomassa/ha/ano é aproximadamente de 100 toneladas (Sousa, 1997).

A pimenta longa, por ser uma espécie silvestre, é pouco conhecida sob o ponto de vista agrônomo, e requer estudos para a geração de conhecimentos científicos e tecnológicos, que permitam consolidar a sua exploração racional, com viabilidade econômica, destacando-se, entre esses, a avaliação do espaçamento ou da densidade de plantas por unidade de plantio. Com essa prática, espera-se que a pimenta longa possa expressar o seu potencial produtivo e contribuir para o aumento da produtividade de biomassa aérea.

O sucesso da exploração agrícola está associado às características genéticas da espécie e às condições do ambiente de cultivo, onde são manipulados, com o objetivo de maximizar a produtividade com base econômica e sustentabilidade, os insumos e alguns fatores da produção, como espaçamento, densidade e época de semeadura (Beltrão et al. 1999).

A população ideal de plantas de determinada espécie, por unidade de área, é um dos componentes da produção com maior contribuição para o aumento da produtividade, mas essa adequação é influenciada pelo porte da planta, fertilidade do solo e pelas técnicas de manejo. O aumento da densidade populacional deve ser de tal ordem, que a competição entre as plantas por água, luz, CO<sub>2</sub> e nutrientes não contribua para o decréscimo da produção (Janick, 1968).

Quando as condições de clima e solo são favoráveis, os maiores espaçamentos são melhores quando comparados às menores distâncias entre as plantas, pois há possibilidade de aumento da produtividade, em virtude do maior desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas (Hearn, 1971). No entanto, o espaçamento pode afetar a alocação de biomassa nos diversos componentes da planta, os maiores espaçamentos praticados com *Eucalyptus urophylla* e *E. pellita* provocaram a redução da biomassa do tronco em relação à biomassa total, em razão do aumento da alocação de biomassa nas folhas e nas raízes laterais, e nas raízes com diâmetro superior a 2 mm, para *E. camaldulensis* (Bernardo et al. 1998). A espécie *E. pellita*, cultivada no espaçamento de 9 x 9 m, aloca grande parte dos fotoassimilados para produzir as raízes, mas em espaçamentos maiores pode ocorrer a alocação de biomassa para outros componentes da planta não aproveitados comercialmente (Leles, 1995). O espaçamento adequado entre as plantas possibilita a otimização dos recursos luz, água e nutrientes (Reis & Reis, 1993).



Com a pimenta longa, estudos de espaçamento foram conduzidos, nos Estados do Acre e Pará, na avaliação de alguns aspectos do desenvolvimento, como a altura que chegou a 139 cm (30 x 30 cm) aos 120 dias do plantio e da produção de biomassa seca, 2,67 t/ha (100 x 50 x 40 cm) no 2º corte, respectivamente (Sousa, 1997; Viégas et al. 199-).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos do espaçamento entre plantas, sobre a produção de biomassa aérea de pimenta longa, para a extração de óleo essencial e obtenção de safrol.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido na Vila de São Jorge do Jabuti, Município de Igarapé-Açu, PA, no período de julho de 2001 a agosto de 2002, e avaliaram-se, em um único corte, os efeitos do espaçamento e, conseqüentemente, a variação da densidade populacional de plantas de pimenta longa, sobre o desenvolvimento vegetativo e a capacidade de produção de biomassa aérea para a extração de óleo essencial. As determinações analíticas foram feitas no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA.

Os espaçamentos testados foram: a) o tradicional ou testemunha de 100 x 100 cm (densidade de 10.000 plantas por hectare); b) 70 x 70 cm (20.265 plantas/ha) e o de linhas duplas de 70 x 50 x 100 cm (23.248 plantas/ha). Esses tratamentos foram distribuídos em delineamento completamente casualizado, com 5 repetições.

As parcelas experimentais, constituídas de 35 plantas úteis, ocuparam áreas úteis de 35 m<sup>2</sup> (100 x 100 cm), 17,15 m<sup>2</sup> (70 x 70 cm) e 14,5 m<sup>2</sup> (70 x 50 x 100 cm), plotadas em blocos irrigados por aspersão, gotejamento e tubo perfurado, respectivamente.

Por ocasião do plantio, as plantas foram adubadas na cova com 3 g de uréia, 7 g de superfosfato triplo e 2 g de cloreto de potássio e, aos 30 dias após a adubação inicial, aplicaram-se, também por cova, mais 3 g de uréia, com base na prática adotada nos cultivos de produtores de pimenta longa em Igarapé-Açu. Nessa ocasião, distribuiu-se, por toda área experimental, serragem de madeira curtida, como estratégia de controle de plantas invasoras.

De janeiro a julho foram realizadas irrigações das plantas, sempre quando decorriam 2 dias sem incidências de chuvas e, no período de agosto a dezembro, a suplementação de água foi feita diariamente, nas 1<sup>as</sup> horas da manhã ou ao final da tarde. A irrigação foi projetada para disponibilizar, diariamente, 1 litro de água por planta, ou 10 m<sup>3</sup> (100 x 100 cm), 20,4 m<sup>3</sup> (70 x 70 cm) e 23,5 m<sup>3</sup> (70 x 50 x 100 cm).

Antes do corte da biomassa, realizado aos 13 meses após o plantio, avaliou-se, como parâmetros associados ao desenvolvimento vegetativo, o número de brotações e o diâmetro do ramo ortotrópico, a altura e as porcentagens das plantas em fases de floração e frutificação. Com relação aos parâmetros de produção, avaliados após o corte da biomassa, analisou-se o rendimento de colheita; as produções de biomassa aérea seca; a porcentagem de participação dos componentes da biomassa; o teor de umidade da biomassa seca; o rendimento de extração; o índice de refração; o teor de safrol contido no óleo essencial e as produções (hectare e potencial) de óleo essencial.

Nas avaliações dos parâmetros de desenvolvimento foram consideradas todas as plantas (35) da área útil. O número de brotações e o diâmetro do ramo ortotrópico foram conferidos ou mensurados até à altura de 10 cm em relação ao nível do solo. A altura considerada compreendeu, no ramo ortotrópico, o intervalo entre o nível do solo e a extremidade superior (ápice) da planta. As porcentagens de floração e frutificação foram determinadas a partir da relação de ocorrência e ausência dessas fases nas plantas quando do corte da biomassa.

No rendimento da colheita, considerou-se a relação entre o peso total da biomassa verde cortada e o equivalente à biomassa aproveitada para a extração de óleo essencial, constituída apenas de folhas e ramos finos.

As avaliações de produções, por planta e por hectare, foram feitas a partir de biomassa aérea, após 7 dias de secagem à sombra, sob ventilação forçada. Na estimativa da produção potencial, foi levada em consideração a possibilidade de se dispor de áreas cultivadas com 100% de estande.

A participação de folhas e talos finos na biomassa seca foi determinada com base nas pesagens individuais desses componentes, que permitiram os cálculos de porcentagens na constituição das amostras.

A determinação do teor de umidade da biomassa seca foi realizada em aparelho do tipo Dean Stark (DS), segundo o método adotado por Santos et al. (2004). O rendimento de óleo essencial foi calculado após a extração feita por arraste de vapor, com base nos trabalhos de Heath (1977) e Santos et al. (2004).

O safrol foi determinado em cromatógrafo (Shimadzu GC-14A) equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida não-polar, CBP1 de 25 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno. A temperatura do forno foi regulada a 170 °C por 10 minutos e, em seguida, elevada para 220 °C, com gradiente de 5 °C por minuto, tendo o hélio como gás de arraste. O injetor interno e o detector foram mantidos à temperatura de 240 °C e “split” de aproximadamente de 1:100. A quantificação de safrol foi realizada pelo método de normalização de área e utilizou-se o integrador da Shimadzu, modelo C-R5A, Chromatopac.

Nos cálculos de produções de óleo essencial (hectare e potencial) foram levados em consideração os resultados de produção de biomassa e o rendimento de extração de óleo essencial.

Os resultados de diâmetro e de altura do ramo ortotrópico, rendimento de colheita, produções de biomassa seca (planta e hectare) e de óleo essencial, e rendimento de extração foram submetidos à análise da variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Estat, 1994). Os dados em porcentagens foram transformados em valores do arco seno, com vistas à homogeneidade da variância, com base na seguinte expressão:

$$y = \text{arc sen } \sqrt{\frac{(x \%) }{100}}.$$

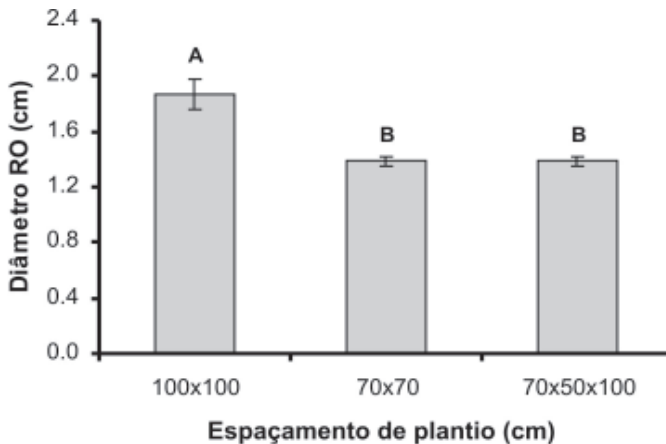
## Resultados e Discussão

Os dados experimentais foram submetidos à análise da variância (Anova), mas não houve diferença significativa entre os espaçamentos estudados para as variáveis de respostas relativas ao número de brotações do ramo ortotrópico, rendimento de extração, índice de refração e teor de safrol do óleo essencial da biomassa aérea de pimenta longa. Diferenças altamente significativas foram registradas para o diâmetro e a altura do ramo ortotrópico (caule), rendimento de colheita e as produtividades de folhas secas por planta, de biomassa aérea seca e de óleo essencial por hectare.

Antes do corte da biomassa, avaliou-se o estande da população da área útil das parcelas e constatou-se, no espaçamento de 100 x 100 cm (< densidade de plantas), a maior perda de plantas (22%), podendo este fato estar associado a maior vulnerabilidade a intempéries, como ventos e chuvas fortes, principalmente logo após o plantio das mudas, ainda tenras, no campo. Os espaçamentos mais adensados apresentaram estandes de 98% (70 x 70 cm) e 90% (70 x 50 x 100 cm).

Na avaliação dos resultados de brotações do ramo ortotrópico, observou-se comportamentos equivalentes entre as plantas cultivadas nos três espaçamentos. A média experimental (1,8) situou-se entre os extremos de 1,7 (70 x 50 x 100 cm) e 1,8 (100 x 100 cm e 70 x 70 cm). No entanto, diferentemente das observações de brotações registradas neste trabalho, Sousa (1997) verificou o efeito de até 179% do maior espaçamento testado (70 x 70 cm) sobre o número médio de folhas por planta. O coeficiente de variação de 14,8%, em que pese à diferença mínima entre as médias, reflete a desuniformidade da espécie quanto à capacidade de emitir brotações do ramo ortotrópico, a partir da área próxima ao solo.

Na Fig. 1, representam-se os resultados médios de diâmetro do ramo ortotrópico e pode-se observar que as plantas espaçadas de 100 x 100 cm apresentaram a maior média (1,86 cm), cerca de 17% maior que a média experimental (1,54 cm).



**Fig. 1.** Diâmetro médio\*, até 10 cm do nível do solo, do ramo ortotrópico (RO) de plantas de pimenta longa cultivadas em diferentes espaçamentos.

\*Nas colunas, as mesmas letras indicam que não houve diferença estatística, Tukey, 5%. (n = 5; I = erro padrão da média; CV = 10,3%).

Esses resultados ensejam inferir que o diâmetro do ramo ortotrópico, parte descartável da biomassa, foi favorecido pelo maior espaçamento ou menor densidade de plantas por unidade de área cultivada, diferentemente do que ocorreu com o caule de espécies de eucalipto em relação à biomassa total (Bernardo et al. 1998). Entretanto, Viégas et al. (199-) quando trabalharam com pimenta longa, observaram que o caule ou ramo ortotrópico chegou a representar até 51% do peso total da biomassa, quando cultivada na densidade de aproximadamente 35 mil plantas/ha. Leles (1995), quando estudou diferentes espaçamentos para *Eucalyptus pellita*, observou que as maiores distâncias entre plantas concorreram para a alocação de grande parte dos fotoassimilados, para produzir biomassa de partes da planta não aproveitadas comercialmente.

Os resultados médios de altura de plantas de pimenta longa, cultivadas em diferentes espaçamentos, estão representados na Fig. 2.

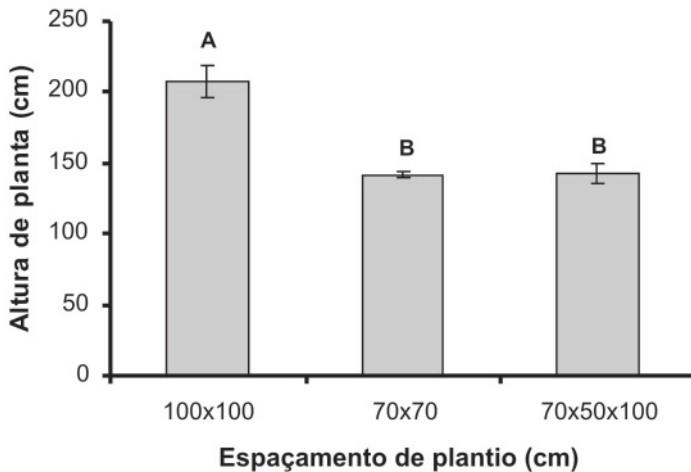


Fig. 2. Altura média\* de plantas de pimenta longa cultivada em diferentes espaçamentos.

\*Nas colunas, as mesmas letras indicam que não houve diferença estatística, Tukey, 5%. (n = 5; I = erro padrão da média; CV = 10,1%).

As plantas de pimenta longa apresentaram comportamentos variáveis em altura, com vantagem daquelas cultivadas no espaçamento de 100 x 100 cm, sobre as plantadas nos espaçamentos de 70 x 70 cm (<31,6%) e de 70 x 50 x 100 cm (<31,1%). Em relação à altura média experimental (164,1 cm), aquelas plantas foram 20,9% mais altas.

Nos espaçamentos de 70 x 70 cm e 70 x 50 x 70 cm, as alturas de plantas se equivaleram e, esses resultados, traduzem a idéia que a competição por nutrientes, água e luz prejudicou o desenvolvimento, em altura, das plantas de pimenta longa nos cultivos mais densos, porém, nesses as médias de altura foram menos variáveis e, conseqüentemente, mais precisas, segundo as estimativas do erro padrão da média. Diferentemente deste estudo, Sousa (1997), trabalhando com pimenta longa, observou maiores alturas, aos 120 dias após o plantio, das plantas espaçadas de 30 x 30 cm ou com maior densidade por unidade de área.

Os resultados médios de floração e frutificação, avaliados antes do corte da biomassa, estão representados na Fig. 3.

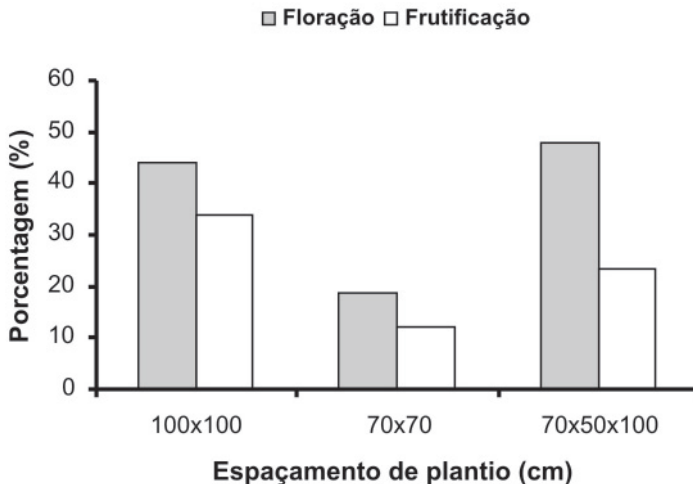


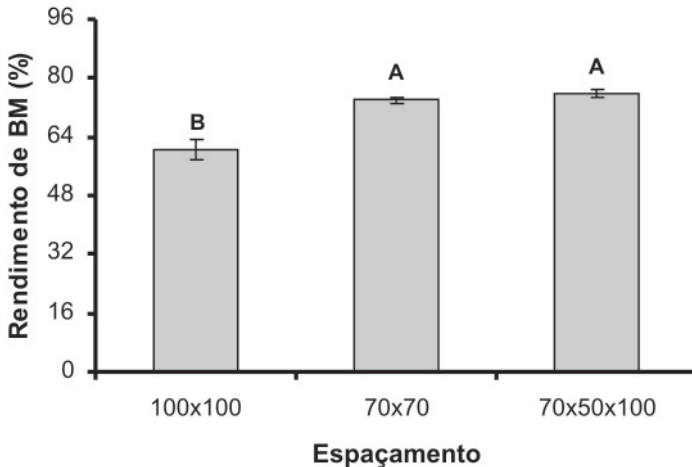
Fig. 3. Porcentagens médias de floração e frutificação de plantas de pimenta longa, cultivadas em diferentes espaçamentos.

Verificou-se que a floração foi influenciada pela maior distância entre as linhas de plantio, sejam duplas ou simples. A menor porcentagem média de floração, observada no espaçamento de 70 x 70 cm, denota certa limitação à penetração de luz e, com isso, a floração se restringiu, em maior número, à parte superior da copa das plantas.

Comportamento semelhante ocorreu com a frutificação, mas com a superioridade dos tratamentos com as maiores distâncias entre as linhas simples (100 x 100 cm) e duplas (70 x 50 x 100 cm). Em algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. latifolium Hutch.), a redução do espaçamento, associada à aplicação de reguladores de crescimento, provocou a redução do número de capulhos por planta (Zanon, 2002).

A relação floração x frutificação foi maior no espaçamento 100 x 100 cm.

O resultado de avaliação de rendimento de colheita equivale à porcentagem de biomassa aproveitada para a extração de óleo essencial, em relação à porção da matéria verde total cortada (Fig. 4).



**Fig. 4.** Rendimento de biomassa aérea verde (BM)\* de plantas de pimenta longa, cultivadas em diferentes espaçamentos.

\*Nas colunas, as mesmas letras indicam que não houve diferença estatística, Tukey, 5%. (n = 5; I = erro padrão da média; CV = 3,9%).

A porcentagem de biomassa, constituída de folhas e ramos finos, foi maior quando procedente dos tratamentos mais adensados (70 x 50 x 100 cm e 70 x 70 cm), e superaram em 18,2% e 19,9%, respectivamente, o rendimento obtido pelo espaçamento 100 x 100 cm. No entanto, tal fato não ocorreu no trabalho com pimenta longa de Viégas et al. (199-), pois no tratamento mais adensado (35.714 plantas/hectare) a porcentagem de biomassa verde (folhas e talos finos) em relação à biomassa total foi de 59,4%, mas a densidade de plantas foi 35% maior que a adotada neste trabalho.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se inferir que, no cultivo mais espaçado (100 x 100 cm), houve a ocorrência de ramos plagiotrópicos mais grossos, que foram descartados juntamente com a parte mais lenhosa do ramo ortotrópico da biomassa aproveitável.

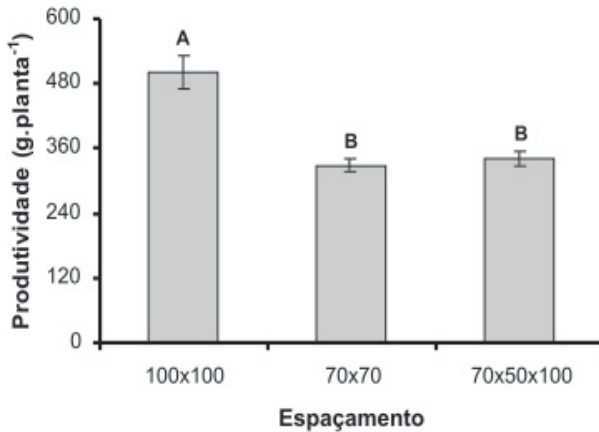
A relação média entre a biomassa verde total e a biomassa verde aproveitável (folhas + ramos finos) foi de aproximadamente 70% de aproveitamento, equivalendo a uma perda média de cerca de 30% do total de biomassa cortada. No trabalho de Viégas et al. (199-), a perda de biomassa verde variou de 35,5% (100 x 60 x 40 cm) a 45,4% (100 x 50 x 40 cm).

Na avaliação da produção de biomassa aérea seca, por planta de pimenta longa, as maiores foram obtidas por aquelas cultivadas no espaçamento de 100 x 100 cm (Fig. 5). Os outros tratamentos apresentaram produções equivalentes, mas com diferenças entre si de até 4%.

As plantas cultivadas no espaçamento de 100 x 100 cm, com menor densidade populacional por unidade de área, chegaram a produzir, em média, 35% e 32% a mais de biomassa seca por planta. Essa melhor performance, certamente, está associada ao maior desenvolvimento, em altura, pelas plantas desse tratamento (Fig. 2), entretanto, as maiores uniformidades de produção, de acordo com o erro padrão da média, foram observadas nas plantas espaçadas por 70 x 70 cm e 70 x 50 x 100 cm.

A produção média experimental de biomassa seca de pimenta longa foi de 390,8 g por planta. Este resultado supera as médias de 221 a 323 g obtidas por Bergo & Silva (2001), quando cultivaram a pimenta longa no espaçamento 100 x 100 cm. Viégas et al. (199-) obtiveram a produção média de biomassa de 67,5 g, entre os extremos de 89,3 g (90 x 40 cm) e 54,4 g (100 x 60 x 40 cm). Certamente, esses resultados decorreram da alta densidade de plantas por hectare e chegaram a superar, em até 233%, as adotadas neste estudo.





**Fig. 5.** Produção média de biomassa aérea seca por planta\* de pimenta longa cultivada em diferentes espaçamentos.

\*Nas colunas, as mesmas letras indicam que não houve diferença estatística, Tukey, 5%. (n = 5; I = erro padrão da média; CV = 11,6%).

Quando foi avaliada a produção de biomassa seca (kg/ha), as maiores médias foram alcançadas pelos tratamentos mais adensados, com espaçamentos entre plantas de 70 x 50 x 100 cm e 70 x 70 cm (Fig.6). O adensamento de plantas por hectare também contribuiu para o aumento da produção de matéria seca de capim-elefante, cultivar Três Rios (0,25 x 0,25 m), de acordo com Machado et al. (1996).

Nos cultivos de pimenta longa (70 x 50 x 100 cm e 70 x 70 cm) as produções de biomassa seca superaram em 88% e 64%, respectivamente, a do tratamento 100 x 100 cm, muito embora as suas plantas tenham apresentado maiores desenvolvimentos (diâmetro e altura) e maior produção de biomassa seca por planta. Essas diferenças também foram influenciadas pelas diferenças de estandes, 20% e 12%, respectivamente. A produção média experimental foi de 5.966 kg/ha.

Na Fig. 7, representam-se as médias de produção, real (obtida experimentalmente) e potencial (com correção de estande para 100%), de biomassa aérea seca de pimenta longa, cultivada em diferentes espaçamentos.

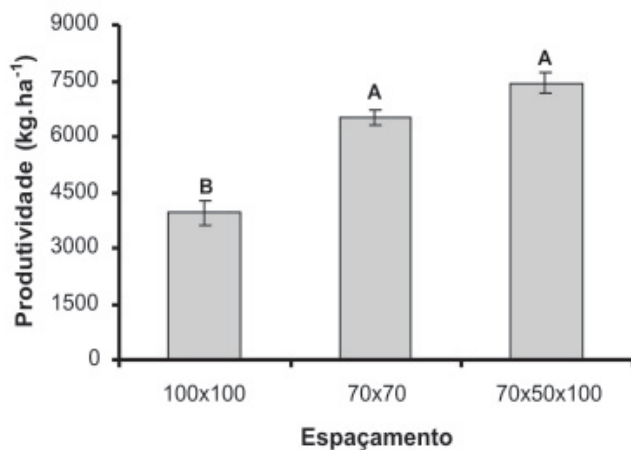


Fig. 6. Produção média de biomassa aérea seca\*, por hectare, de pimenta longa cultivada em diferentes espaçamentos.

\*Nas colunas, as mesmas letras indicam que não houve diferença estatística, Tukey, 5%. (n = 5; I = erro padrão da média; CV = 10,4%).

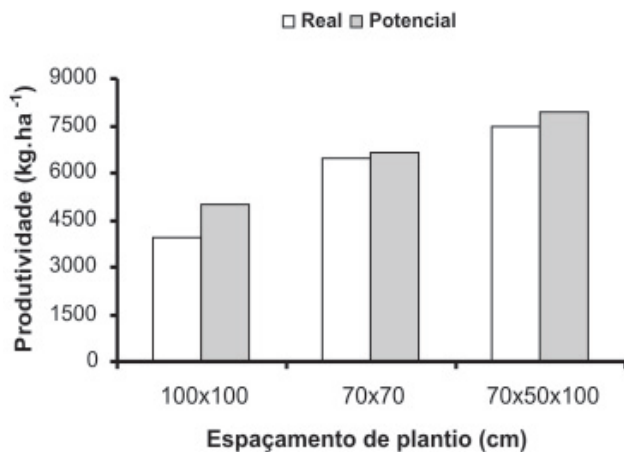
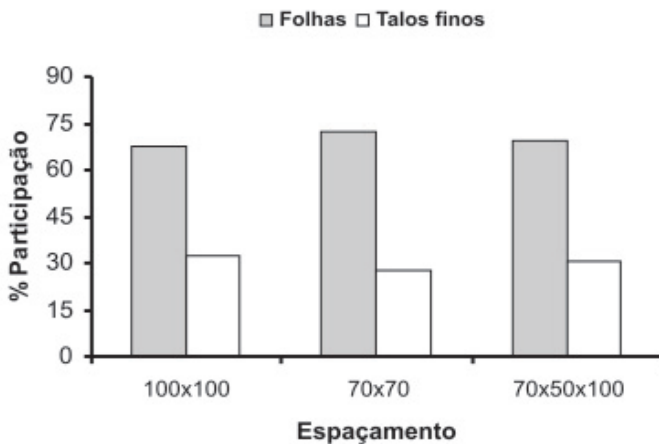


Fig. 7. Produção média, real e potencial, de biomassa aérea seca de pimenta longa cultivada em diferentes espaçamentos.

A simples correção dos estantes para o patamar de 100%, possibilitou a redução das diferenças de produções de biomassa seca para 58% (70 x 50 x 100 cm) e 33% (70 x 70 cm), em relação ao tratamento testemunha (100 x 100 cm). Esses resultados comprovam que as diferenças de estandes contribuíram, de forma expressiva, para as variações de produções de biomassa seca.

Com a correção de estandes, a produção média alcançou a 6.542 kg de biomassa seca/hectare, 9,6% maior que a média experimental real. Os acréscimos de produção, de acordo com o espaçamento entre plantas, foram de 27% (100 x 100 cm), 2,4% (70 x 70 cm) e 6,7% (70 x 50 x 100 cm).

A participação dos componentes da biomassa seca (folhas e talos finos) está representada na Fig. 8.

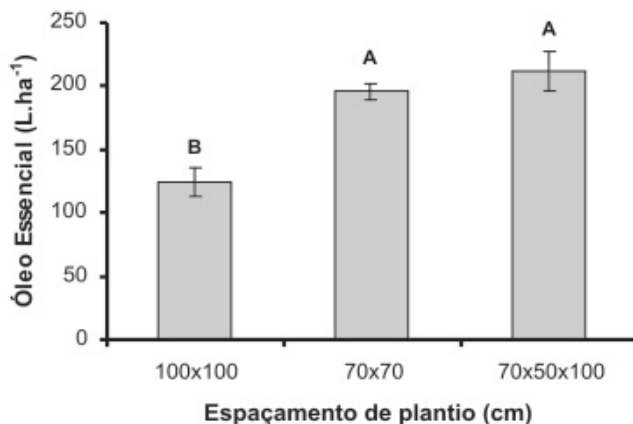


**Fig. 8.** Participação média de folhas e talos finos na composição da biomassa aérea seca de pimenta longa, cultivada em diferentes espaçamentos.

Na composição da biomassa seca, as folhas aparecem em maior quantidade, independente dos espaçamentos adotados. Em termos médios, as folhas representam cerca de 70% do total da biomassa e os talos finos 30%. Léo et al. (2001) estudaram a relação entre os componentes da matéria verde total sem a exclusão dos ramos grossos e a taxa média de participação das folhas na biomassa, em dois cortes, foi de aproximadamente 43%.

Os resultados médios de rendimento de extração de óleo essencial, com o coeficiente de variação de 6%, variaram de 2,8% (70 x 50 x 100 cm) a 3,1% (100 x 100 cm), com média experimental de 3%, superando a regional de aproximadamente 2,5%. A se julgar por esses resultados, a biomassa destilada, com teores de umidade de 8,6% (100 x 100 cm), 7,8% (70 x 70 cm) e 8,2% (70 x 50 x 100 cm), apresentava qualidade adequada para a extração de óleo essencial.

Na Fig. 9, representam-se as produções médias de óleo essencial obtidas de destilações de biomassa seca de pimenta longa, cultivadas em diferentes espaçamentos.



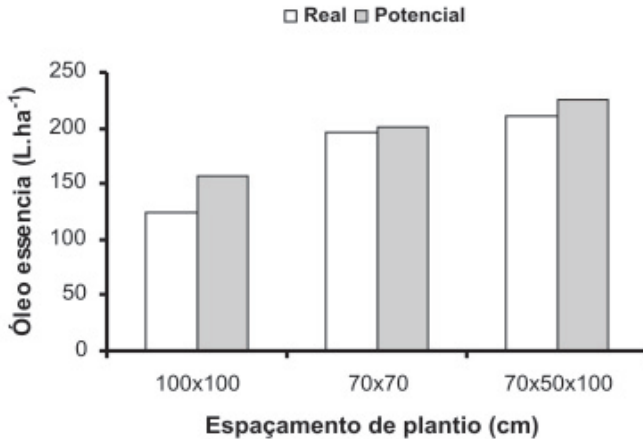
**Fig. 9.** Produção média, por hectare, de óleo essencial extraído<sup>(\*)</sup> da biomassa aérea seca de pimenta longa, cultivada em diferentes espaçamentos.

\*Nas colunas, as mesmas letras indicam que não houve diferença estatística, Tukey, 5%. (n = 5; I = erro padrão da média; CV = 14,7%).

Na avaliação da produção de óleo essencial, extraído da biomassa aérea de pimenta longa, as maiores quantidades, por hectare, foram obtidas de plantas cultivadas nos espaçamentos de 70 x 50 x 100 cm e 70 x 70 cm, superando em 41,4% e 36,8% a produção de óleo do tratamento 100 x 100 cm, respectivamente. Essas diferenças, certamente, foram influenciadas pelas produções de biomassa seca (Fig. 6).

A produção média de óleo foi de 177,1 L por hectare/corte e superou os melhores resultados obtidos por Bergo & Silva (2001) e Silva et al. (2001), 123 kg/hectare ( $\pm 132 \text{ L}^3$ ) e 118 kg/hectare ( $\pm 126 \text{ L}$ ), quando conduziram estudos de época e frequência de cortes e de adubação e irrigação de plantas de pimenta longa, respectivamente, mas foi 12,8% menor que a maior média registrada no estudo de adubação conduzido por Sousa et al. (2001).

As produções médias de óleo essencial (litros por hectare/corte), real (experimental) e potencial (estande corrigido), obtidas da destilação de biomassa de pimenta longa, cultivadas em diferentes espaçamentos, estão representadas na Fig. 10.



**Fig. 10.** Produção média, real e potencial, de óleo essencial extraído da biomassa aérea seca de pimenta longa, cultivada em diferentes espaçamentos.

Com a correção dos estandes, as produções de óleos essenciais aumentaram em 27,3% (100 x 100 cm), 7% (70 x 50 x 100 cm) e 2,3% (70 x 70 cm). A produção média potencial de 194,8 L por hectare/corte de óleo essencial, correspondeu ao aumento de cerca de 10% em relação à produção média do experimento. Considerando a possibilidade de alcançar-se rendimento de extração de 4% (Sousa, 1997), seria possível obter-se produtividades de óleo

<sup>3</sup>Densidade média do óleo essencial de pimenta longa é de aproximadamente 1,072.

essencial de até 298 L (70 x 50 x 100 cm) com correção de estande. As diferenças de estandes contribuíram para as variações das produções de biomassa seca e são as responsáveis, também, pela distinção de potenciais de extrações de óleo de biomassas advindas dos diversos espaçamentos de plantios da pimenta longa.

O valor médio do índice de refração, avaliado sob temperatura ambiente de 25 °C, variou, nas amostras de óleo essencial, de 1,5280 (100 x 100 cm) a 1,5289 (70 x 70 cm). Para a média experimental de 1,5285, o coeficiente de variação foi de apenas 0,1%.

O teor de safrol, contido nas amostras de óleo essencial, variou de 91,1% (100 x 100 cm) a 91,3% (70 x 50 x 100 cm). Essas variações não estão associadas às diferenças de espaçamento, mas as características da própria espécie. O coeficiente de variação foi de 1,29% e o teor médio de safrol girou em torno de 91%.

## Conclusões

- Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

As plantas de pimenta longa apresentam maiores desenvolvimentos, diâmetro e altura do ramo ortotrópico, quando cultivadas no espaçamento de 100 x 100 cm, não traduzidos em ganhos de biomassa aérea aproveitável à extração de óleo essencial.

- Os melhores espaçamentos para o plantio de pimenta longa são os mais adensados (70 x 50 x 100 cm e 70 x 70 cm), pois possibilitam as maiores produções de biomassa aérea seca, 6.499 e 7.444 kg/ha, e de óleo essencial, 196 e 211,3 L/ha, respectivamente.

## Agradecimentos

Aos Srs. Enilson Solano de Albuquerque Silva, Fernando Lopes Shikama, Orivan Maria Marques Teixeira e Solange Branches Vilar, empregados da Embrapa Amazônia Oriental, pela dedicação e competência profissional. Agradecem também à Associação Comunitária Rural de São Jorge do Jabuti, Município de

Igarapé-Açu, PA, pelo apoio; ao Sr. Miguel Assunção Quadros, pela cessão da área e infra-estrutura que possibilitou a instalação do experimento; e ao Dr. Miguel Simão Neto, pela revisão do texto em inglês.

## Referências Bibliográficas

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. de; GUERRA, J. S.; TAKIZAWA, E. Manejo cultural do algodoeiro herbáceo na região do cerrado. In: FARIAS, F. J. C.; AGUIAR, P. H.; FREIRE, E. C.; HIROMOTO, D. M. (Ed.). **Mato Grosso: liderança e competitividade**. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso. 1999. p.70-86. (Fundação Mato Grosso. Boletim, 3).

BERGO, C. L.; SILVA, M. R. da. Efeito da época e da frequência de corte da pimenta longa (*P. hispidinervum*) no rendimento de óleo essencial. In: WORKSHOP DE ENCERRAMENTO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL A PARTIR DE PIMENTA LONGA (*PIPER HISPIDINERVUM*). 1., 2001, Rio Branco, AC. **Anais ...** Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental : DFID, 2001. p.52-56. (Embrapa Acre. Documentos, 75). Editado por Flávio Araújo Pimentel, Olinto Gomes da Rocha Neto

BERNARDO, A. L.; REIS, M. G. F.; HARRISON, R. B.; FIRME, D. J. Effect of spacing on growth and biomass distribution in *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* and *E. urophylla* plantations in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 104, n. 1/3, p.1-13, 1998.

ESTAT. **Sistema para análise estatística**, versão 2.0. Jaboticabal: UNESP.FCAV. Campus de Jaboticabal, 24.01.1994. 1 disquete, 3 ½ pol.

HEARN, A. B. Cotton spacing experiments in Uganda. **Journal of Agricultural Science**, v.78, p.13-25, 1971.

HEATH, H. B. Flavorings, condiments and relishes. In: DESROSIER, N. W. ( Ed. ) **Elements de food technology**. Westport: The Avipublishing, 1977. p.666 -701.

HOMMA, A. K. O. O desenvolvimento da agroindústria no Estado do Pará. **Saber, Ciências Exatas e Tecnologia**, Belém, v.3, p.49-76, 2001. Edição Especial.

JANICK, J. A. **A ciência da horticultura**. São Paulo: Freitas Bastos, 1968. p.277-286.

LÉDO, F. J. da S.; MENDONÇA, H. A. de; SOUSA, J. A. de. Seleção de progênies de polinização aberta e estimativas e parâmetros genéticos em pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.). In: WORKSHOP DE ENCERRAMENTO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL A PARTIR DE PIMENTA LONGA (*PIPER HISPIDINERVUM*), 1., 2001: Rio Branco, AC. **Anais ...** Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental : DFID, 2001. p.22-27. (Embrapa Acre. Documentos, 75). Editado por Flávio Araújo Pimentel, Olinto Gomes da Rocha Neto.

LELES, P. S. S. **Crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *E. camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos**. 1995. 133 f. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG.

MACHADO, A. N.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; SIEWERDT, F. Efeito do espaçamento de plantio na produção e qualidade de forragem capim-elefante cv. Três Rios. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n.1, p.57-62, jan.-abr., 1996.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F. Competição por luz, água e nutrientes em povoaamentos florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1., 1993, Belo Horizonte. **Resumos...** Viçosa: UFV: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. p.161-172.

SANTOS, A. S.; ALVES, S. de M; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; ROCHA NETO, O. G. da. **Descrição de sistema e métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, [2004]. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 99).

SILVA, E. S. de A., ROCHA NETO, O. G. da; FIGUEIRÊDO, F. J. C. Crescimento e produção de óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.) sob diferentes condições de manejo, no Município de Igarapé-Açu, PA. In: WORKSHOP DE ENCERRAMENTO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL A PARTIR DE PIMENTA



LONGA (*PIPER HISPIDINERVUM*), 1., 2001, Rio Branco, AC. **Anais ...** Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental : DFID, 2001. p.90-95. (Embrapa Acre. Documentos, 75). Editado por Flávio Araújo Pimentel, Olinto Gomes da Rocha Neto.

SOUSA, M. de M. M. **Influência da densidade de plantio sobre o crescimento de plantas de pimenta longa (*Piper hispidinervium*)**. Rio Branco: Embrapa- CPAF Acre, 1997. p.1-4. (Embrapa – CPAF Acre. Pesquisa em Andamento, 93).

SOUSA, M. de M. M.; LÉDO, F. J. da S.; PIMENTAL, F. A. Produção de matéria seca e óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervium* C.DC.) em função da adubação NPK e da calagem. In: WORKSHOP DE ENCERRAMENTO DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL A PARTIR DE PIMENTA LONGA (*PIPER HISPIDINERVUM*), 1., 2001, Rio Branco, AC. **Anais ...** Rio Branco: Embrapa Acre; Belém: Embrapa Amazônia Oriental : DFID, 2001. p.96-102. (Embrapa Acre. Documentos, 75). Editado por Flávio Araújo Pimentel, Olinto Gomes da Rocha Neto.

VIÉGAS, I. de J. M.; CONCEIÇÃO, H. O. da; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; BRASIL, E. C. **Efeito do espaçamento e densidade de plantio na produção de matéria fresca e seca em plantas de pimenta longa (*Piper hispidinervium*)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, [199-] 3p. Xerografado.

ZANON, G. D. **Manejo de cultivares de algodoeiro em densidade populacional variável com o uso de regulador de crescimento**. 2002. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

**Embrapa**

---

**Amazônia Oriental**

CGPE 5638

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

