

# Substratos e extrato pirolenhoso no cultivo de orquídeas brasileiras *Cattleya intermedia* (John Lindley) e *Miltonia clowesii* (John Lindley) (Orchidaceae)

Jennifer Aparecida Schnitzer, Ricardo Tadeu de Faria, Mauricio Ursi Ventura\* e Mauren Sorace

Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, Pr 445, Km 380, 86055-900, Londrina, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. Email: mventura@uel.br

**RESUMO.** O desenvolvimento vegetativo e de raízes de espécies das orquídeas brasileiras *Cattleya intermedia* (John Lindley) e *Miltonia clowesii* (John Lindley) utilizando diferentes substratos e extrato pirolenhoso foi avaliado. Mudanças produzidas *in vitro* foram transferidas para recipientes com: T1 – casca de pinus (Pi), fibra de coco (Co) e casca de arroz carbonizada (Ca); T2 – PiCoCa e carvão vegetal (Car); T3 – PiCoCaCar, sendo o carvão vegetal tratado com extrato pirolenhoso (EP); T4 – CoCaCarEP; e T5 – CoCaCar. Todos os materiais foram utilizados na mesma proporção. Altura da parte aérea, número de raízes, comprimento da maior raiz, número de brotos, massa fresca total e pH foram avaliados sete meses após a instalação do experimento. Para *C. intermedia*, o T3 foi superior aos outros tratamentos, com valores maiores para os parâmetros estudados. O T4 e, a seguir, o T2 foram os tratamentos nos quais os valores mais se aproximaram do melhor tratamento. Para *Milt. clowesii*, a mesma tendência se verificou, entretanto sem a mesma magnitude nas diferenças entre os tratamentos. De maneira geral, o extrato pirolenhoso incrementou o desenvolvimento vegetativo e radicular das orquídeas estudadas.

**Palavras-chave:** Orchidaceae, vinagre de madeira, carvão, ácido pirolenhoso, desenvolvimento vegetativo, enraizamento.

**ABSTRACT.** **Substratum and pyroligneous extract in the cultivation of Brazilian orchids *Cattleya intermedia* (John Lindley) and *Miltonia clowesii* (John Lindley) (Orchidaceae).** The vegetative and root development of the species of Brazilian orchids *Cattleya intermedia* (John Lindley) and *Miltonia clowesii* (John Lindley) using different substrates and pyroligneous extract were assessed. Seedlings from *in vitro* propagation were transferred to vessels with: T1 - *Pinus* bark (Pi), coconut fibers (Co) and charred peel of rice (Cr); T2 – PiCoCr and vegetal charcoal (Ch), T3 – PiCoCrCh with the charcoal treated with pyroligneous extract (PE); T4 - CoCrChEP and T5 - CoCrCh. The materials used in substrates were placed in the same ratio. Plant height, number of roots, length of the greater root, number of buddings, total fresh mass and pH were assessed seven months after experiment onset. For Para *C. intermedia*, T3 was superior than the other treatments, with higher values for the studied parameters. T4, followed by T2, were the treatments in which the values were closer to the best treatment. For *Milt. clowesii* the same tendency was found, although without the same magnitude in the differences among treatments. In general, pyroligneous extract incremented the vegetative and root development of the studied orchids.

**Key words:** Orchidaceae, wood vinegar, charcoal, pyroligneous acid, vegetative development, rooting.

## Introdução

As orquídeas (Orchidaceae) estão entre as plantas ornamentais mais apreciadas, pelo grande valor comercial e principalmente pela beleza e exotismo de suas flores. A família Orchidaceae é uma das maiores dentro das angiospermas, contendo cerca de 700 gêneros e 35.000 espécies, sendo considerada em sua maioria do tipo epífita (RUSCHI, 1997).

A seleção do substrato a ser utilizado no cultivo

de orquídeas é fundamental, pois exerce influência no crescimento e desenvolvimento da planta (SILVA; SILVA, 1997; KÄMPF, 2000; SILVA, 2000; SOUZA, 2003). São características indispensáveis para os substratos: suporte para a planta, aeração, permeabilidade, poder de tamponamento para pH, capacidade de retenção de água e nutrientes. Os produtores de orquídeas epífitas utilizavam o xaxim como substrato, entretanto, por causa da exploração

predatória da samambaiçu (*Dicksonia sellowiana* Hook.) a planta atualmente se encontra na lista das espécies vegetais em risco de extinção (SILVA, 1986; LORENZI; SOUZA, 1996; SOUZA, 2003). Por se tratar de uma espécie de crescimento muito lento, essa planta deve ser protegida e o seu uso desestimulado.

Entre os substratos alternativos ao xaxim, resultados satisfatórios foram obtidos com fibra de coco, para *Dendrobium nobile* (ASSIS et al., 2005), e a mistura em proporções iguais de casca de pinus, isopor, carvão, vermiculita e casca de arroz carbonizada, para *Oncidium sarcode* e *Schomburgkia crispa* (REGO et al., 2000), serapilheira e fibra de coco para *Aechmea nudicaulis* (ANACLETO et al., 2008).

No Brasil, podemos considerar a produção de carvão vegetal uma técnica bastante antiga, porém, durante o processamento, há uma sobra de pedaços pequenos, que não tem destinação comercial, sendo, portanto, um resíduo nas carvoarias. O carvão vegetal apresenta uma estrutura bastante porosa e, misturado a outros materiais como fibra de coco, casca de arroz carbonizada e casca de pinus, aumenta a porosidade, a capacidade de retenção de água, facilitando a proliferação de microrganismos benéficos (ZANETTI et al., 2003).

Durante o processo de carbonização da madeira ou bambu para a produção do carvão é obtido um líquido da condensação da fumaça, denominado extrato pirolenhoso. Esse extrato é constituído de 0,8 a 0,9 dm<sup>3</sup> dm<sup>-3</sup> de água e contém cerca de 200 componentes químicos diferentes, predominando quantitativamente o ácido acético, o metanol, a acetona e os fenóis (ZANETTI et al., 2004). O extrato pirolenhoso é desprezado na produção do carvão e liberado no meio ambiente, causando poluição com gases tóxicos, como o alcatrão (SILVA et al., 2006).

O extrato pirolenhoso pode ser utilizado para diversos fins na agricultura, como fertilizante orgânico em arroz (TSUZUKI et al., 2000; ICHIKAWA; OTA, 1982), melão (DU et al., 1997; TSUZUKI et al., 1993), cana-de-açúcar (UDDIN et al., 1995), sorgo (ESECHIE et al., 1998) e batata-doce (SHIBAYAMA et al., 1998). Entretanto, para o cultivo de orquídeas, não há nenhum relato na bibliografia. No Brasil, poucos são os estudos sobre o uso do extrato pirolenhoso na agricultura, tais como na cultura de eucalipto (SILVA et al., 2006), limoeiro 'Cravo' (ZANETTI et al., 2004), alface (MASCARENHAS et al., 2006a) e quiabo (MASCARENHAS et al., 2006b).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e enraizamento de duas

espécies de orquídeas brasileiras, *C. intermedia* Lindl. e *Milt. clowesii* Lindl., utilizando diferentes substratos e o extrato pirolenhoso.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no orquidário do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Estado do Paraná, localizada a 23° 23' de latitude sul e 51° 11' de longitude oeste e altitude média de 566 m, no período de novembro de 2006 a junho de 2007.

Mudas de *Milt. clowesii* (John Lindley) e *C. intermedia* (John Lindley), provenientes de propagação *in vitro*, com altura média de 5,0 ± 1,0 cm, foram plantadas em vaso preto de polipropileno número 2, com 15,0 cm de altura e 12,5 cm de diâmetro, e mantidas em casa-de-vegetação com tela de polipropileno com retenção de 70% do fluxo de radiação solar. As irrigações foram realizadas manualmente, de duas a três vezes por semana, de acordo com a necessidade; a cada trinta dias foi realizada adubação (50 mL vaso<sup>-1</sup>) com Biofert Plus® - Contagem, Estado de Minas Gerais, (9 mL L<sup>-1</sup>), cujo pH foi ajustado para 6,0 com adição de hidróxido de potássio (1N), visando garantir condições homogêneas de absorção de nutrientes pela planta.

Os tratamentos foram: T1 = casca de pinus, fibra de coco e casca de arroz carbonizada; T2 = casca de pinus, fibra de coco, casca de arroz carbonizada e carvão vegetal; T3 = casca de pinus, fibra de coco, casca de arroz carbonizada e carvão vegetal imerso no extrato pirolenhoso; T4 = fibra de coco, casca de arroz carbonizada e carvão imerso no extrato pirolenhoso; T5 = fibra de coco, casca de arroz carbonizada e carvão vegetal. A imersão do carvão no extrato pirolenhoso foi realizada adicionando 15 L de extrato pirolenhoso (100%) em um recipiente e completando o volume para 30 L com carvão (granulometria de 3,0 ± 0,5 cm), permanecendo até a absorção total do líquido. Os materiais para a formulação dos substratos foram misturados em iguais proporções (1:1:1 ou 1:1:1:1). O carvão vegetal e o extrato pirolenhoso foram obtidos junto à carvoaria Coroados (Londrina, Estado do Paraná), utilizando-se madeira de reflorestamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.

As características avaliadas, após sete meses do início do experimento, foram: altura da parte aérea (APA), número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR), número de brotos (NB), massa fresca total (MFT) e potencial hidrogeniônico (pH).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dez repetições por tratamento. Realizou-se análise de variância e teste de Tukey

(5%) para comparação das médias (CANTERI et al., 2001). Para as variáveis número de brotos e número de raízes, os dados foram transformados pela constante  $\sqrt{x+1}$ .

### Resultados e discussão

Para *Cattleya intermedia*, o maior valor para a variável altura da parte aérea foi observado no T3 – PiCoCaCarEP (20,09 cm), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, para os quais foram obtidos valores de 14,86, 13,29, 13,63 e 11,71 cm para T1 – PiCoCa, T2 – PiCoCaCar, T4 – CoCaCarEP e T5 – CoCaCar, respectivamente (Tabela 1). Quanto à variável número de raízes, o valor médio foi maior no T3 – PiCoCaCarEP (6,72) do que nos tratamentos T1 – PiCoCa (4,29) e T2 – PiCoCaCar (4,65). Em T4 – CoCaCarEP (5,56) e T5 – CoCaCar (5,13), foram observados valores intermediários.

Em relação à variável comprimento da maior raiz, novamente os maiores valores foram observados em T3 – PiCoCaCarEP (35,63), no qual as médias foram superiores aos tratamentos T1 – PiCoCa, T2 – PiCoCaCar, T4 – CoCaCarEP e T5 – CoCaCar (13,46; 20,40; 21,36 e 14,00, respectivamente).

A variável número de brotos foi maior em T3 – PiCoCaCarEP (1,84) e T4 – CoCaCarEP (1,80) do que em T1 – PiCoCa (0,38), T2 – PiCoCaCar (0,46) e T5 – CoCaCar (0,45).

Para a variável massa fresca total, os valores médios foram maiores em T3 – PiCoCaCarEP (37,36 mg) do que em T1 – PiCoCa (24,51), T2 – PiCoCaCar (27,76) e T5 – CoCaCar (20,55). No tratamento T4 – CoCaCarEP, valores médios próximos (32,96 mg) ao melhor tratamento foram observados. O pH apresentou valores inferiores no T1 – PiCoCa (4,86), em relação aos tratamentos T2 – PiCoCaCar (5,20), T3 – PiCoCaCarEP (5,66), T4 – CoCaCarEP (6,06) e T5 – CoCaCar (6,03). O valor do pH entre 5,0 e 6,0 tem sido proposto como ideal no cultivo de *Cattleya* spp. (KAMPF, 2000).

**Tabela 1.** Médias da altura da parte aérea (APA), número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR), número de brotos (NB), massa fresca total (MFT) e potencial hidrogeniônico (pH) para *Cattleya intermedia*, após sete meses do início do experimento. UEL, Londrina, Estado do Paraná, 2007.

Tratamentos	APA (cm)	NR *	CMR (cm)	NB *	MFT (mg)	pH
T1 - PiCoCa	14,86b	4,29d	13,46b	0,38b	24,51bc	4,86c
T2 - PiCoCaCar	13,29b	4,65cd	20,40ab	0,46b	27,76ab	5,20bc
T3 - PiCoCaCarEP	20,09a	6,72a	35,63a	1,84a	37,36a	5,66ab
T4 - CoCaCarEP	13,63b	5,56b	21,36ab	1,80a	32,96ab	6,06a
T5 - CoCaCar	11,71b	5,13bc	14,00b	0,45b	20,55b	6,03a
CV%	16,05	7,47	29,39	28,85	11,29	3,8

\*\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. \*As médias apresentadas não são as transformadas. Legenda dos substratos: T1 – PiCoCa, T2 – PiCoCaCar, T3 – PiCoCaCarEP, T4 – CoCaCarEP, T5 – CoCaCar. Pi = casca de pinus; Co = fibra de coco; Ca = casca de arroz carbonizada; Car = carvão vegetal; EP = extrato pirolenhoso.

Para a espécie *Miltonia clowesii*, os valores médios observados para a variável altura da parte aérea foram similares em todos os tratamentos, não tendo sido constatada diferença estatística entre os tratamentos T1 – PiCoCa, T2 – PiCoCaCar, T3 – PiCoCaCarEP, T4 – CoCaCarEP e T5 – CoCaCar, respectivamente (Tabela 2). Para a variável número de raízes, no T3 – PiCoCaCarEP (5,96) foram observados valores médios superiores ao T4 – CoCaCarEP (5,26). As menores médias foram observadas em T1 – PiCoCa (3,97), T2 – PiCoCaCar (4,54) e T5 – CoCaCar (4,62). Os valores médios para a variável comprimento da maior raiz foram similares entre os tratamentos, embora no T3 – PiCoCaCarEP as médias tenham sido pelo menos 77% superiores aos demais tratamentos. Para o número de brotos, em T3 – PiCoCaCarEP (1,87) foram observados valores médios superiores ao T1 – PiCoCa (0,38), T2 – PiCoCaCar (0,60) e T5 – CoCaCar (1,01). No T4 – CoCaCarEP, foram verificados valores similares (1,68) ao melhor tratamento. Para a variável massa fresca total, os valores obtidos em T3 – PiCoCaCarEP foram superiores ao tratamento T5 – CoCaCar. Em relação ao potencial hidrogeniônico (pH), da mesma forma do que observado para a espécie *Cattleya*, o valor do pH foi mais baixo no T1 – PiCoCa (4,66).

**Tabela 2.** Médias da altura da parte aérea (APA), número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR), número de brotos (NB), massa fresca total (MFT) e potencial hidrogeniônico (pH) para *Miltonia clowesii*, após sete meses do início do experimento. UEL, Londrina, Estado do Paraná, 2007.

Tratamentos	APA (cm)	NR *	CMR (cm)	NB *	MFT (mg)	pH
T1 - PiCoCa	10,88a	3,97d	10,50a	0,38c	10,33bc	4,66c
T2 - PiCoCaCar	10,70a	4,54c	12,53a	0,60c	10,41ab	5,66b
T3 - PiCoCaCarEP	12,00a	5,96a	24,40a	1,87a	25,46a	5,66b
T4 - CoCaCarEP	11,20a	5,26b	13,76a	1,68a	15,42a	6,43a
T5 - CoCaCar	13,61a	4,62c	10,16a	1,01b	6,64b	5,96ab
CV%	22,1	5,54	22,45	26,38	22,5	3,4

\*\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. \*As médias apresentadas não são as transformadas. Legenda dos substratos: T1 – PiCoCa, T2 – PiCoCaCar, T3 – PiCoCaCarEP, T4 – CoCaCarEP, T5 – CoCaCar. Pi = casca de pinus; Co = fibra de coco; Ca = casca de arroz carbonizada; Car = carvão vegetal; EP = extrato pirolenhoso.

De maneira geral, para a espécie *C. intermedia*, o T3 – PiCoCaCarEP apresentou nítida superioridade com relação aos outros tratamentos, mostrando valores médios estatisticamente maiores para todos os parâmetros avaliados (Tabela 1). O T4 – CoCaCarEP e, a seguir, o T2 – PiCoCaCar foram os que mais se aproximaram do melhor tratamento. Para a espécie *Milt. clowesii*, a mesma tendência se verificou, entretanto sem a mesma magnitude nas diferenças entre os tratamentos (Tabela 2).

O extrato pirolenhoso aplicado sob o carvão demonstrou efeito benéfico para ambas as orquídeas. Para *C. intermedia*, a adição de pirolenhoso ao T3 –

PiCoCaCarEP possibilitou incrementos de 51, 44, 74, 300 e 34% nas variáveis APA, NR, CMR, NB e MFT, respectivamente. No T4, também para a mistura (CoCaCarEP), a adição do pirolenhoso promoveu incrementos na ordem de 16, 8, 52, 300 e 60% nas variáveis APA, NR, CMR, NB e MFT, respectivamente.

Para *Milt. clowesii*, ocorreram incrementos nas variáveis de 12, 31, 94, 211 e 144% nas variáveis APA, NR, CMR, NB e MFT, respectivamente, para T3 – PiCoCaCarEP e para T4 – CoCaCarEP. Neste caso, não houve incrementos na APA, e sim redução de 17,5% (diferença não-significativa), e de 13, 35, 66 e 132% nas variáveis NR, CMR, NB e MFT, respectivamente.

Os resultados obtidos com o extrato pirolenhoso corroboram estudos prévios. Mascarenhas et al. (2006a e b) obtiveram resultados satisfatórios com a utilização do extrato pirolenhoso na cultura de quiabo e alface, quando adicionado a composto orgânico, com incrementos significativos (cerca de 30%) na qualidade e produtividade. Em experimento com *Tagetes patula*, *Melampodium paludosum*, *Salvia splendens* e *Zinnia linearis*, verificou-se que, em tratamento com carvão vegetal e esterco, ocorreu melhor crescimento e qualidade das mudas de *Zinnia linearis*; no tratamento com carvão vegetal e extrato pirolenhoso, ocorreu diminuição no número de dias para florescimento de *Zinnia linearis* e *Melampodium paludosum* (KADOTA; NIIMI, 2004). Uddin et al. (1995), utilizando a mistura de carvão vegetal e extrato pirolenhoso, constataram aumento no desenvolvimento das raízes, na matéria seca e no rendimento de açúcar na cultura de cana-de-açúcar. Du et al. (1997), em experimento com melão (*Cucumis melo*, L. var. *reticulatus* Naud), obtiveram aumento na taxa de sacarose.

## Conclusão

O extrato pirolenhoso adicionado ao substrato incrementou o desenvolvimento vegetativo e radicular das espécies estudadas. Para *C. intermedia* e *Milt. clowesii*, a combinação de casca de pinus, fibra de coco, casca de arroz carbonizada e carvão vegetal imerso no extrato pirolenhoso (PiCoCaCarEP) proporcionou os melhores resultados.

## Referências

ANACLETO, A.; NEGRELLE, R. R. B.; KOEHLER, H. S. Germinação de *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb. (Bromeliaceae) em diferentes substratos alternativos ao pó de xaxim. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 73-79, 2008.

ASSIS, A. M.; FARIA, R. T.; COLOMBO, L. A.; CARVALHO, J. F. R. P. Utilização de substratos à base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 255-260, 2005.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Agri: sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

DU, H. G.; OGAWA, M.; ANDO, S.; TSUZUKI, E.; MURAYAMA, S. Effect of mixture of charcoal with pyrolygneous acid on sucrose content in netted melon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.) fruit. **Japanese Journal of Crop Science**, v. 66, n. 3, p. 369 -373, 1997.

ESECHIE, H. A.; DHALIWAL, G. S.; ARORA, L.; RANDHAWA, N. S.; DHAWAN, A. K. Assessment of pyrolygneous liquid as a potential organic fertilizer. In: **ECOLOGICAL agriculture and sustainable development**. India: Center for Research in Rural and Industrial Development, 1998. v. 1, p. 591-595.

ICHIKAWA, T.; OTA, Y. Effect of pyrolygneous acid on the growth of rice seedlings. **Japanese Journal of Crop Science**, v. 51, n. 1, p. 14-17, 1982.

KADOTA, M.; NIIMI, Y. Effects of charcoal with pyrolygneous acid and barnyard manure on bedding plants. **Scientia Horticulturae**, v. 101, n. 3, p. 327-332, 2004.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1996.

MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R.; PURCINO, H. M. A.; SIMÕES, J. C.; MOREIRA, D. C.; FACION, C. E. Efeito da utilização do extrato pirolenhoso na produtividade da alface. **Revista Brasileira de Horticultura**, v. 24, n. 1, p. 3122-3125, 2006a.

MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R.; PURCINO, H. M. A.; SIMÕES, J. C.; MOREIRA, D. C.; FACION, C. E. Efeito da utilização do extrato pirolenhoso na produtividade do quiabeiro. **Revista Brasileira de Horticultura**, v. 24, n. 1, p. 3126-3128, 2006b.

REGO, L. V.; BERNARDI, A.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Desenvolvimento vegetativo de genótipos de orquídeas brasileiras em substrato alternativo ao xaxim. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, v. 6, n. 1-2, p. 75-79, 2000.

RUSCHI, A. **Orquídeas do Estado do Espírito Santo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1997.

SILVA, W. **Cultivo de orquídeas no Brasil**. São Paulo: Nobel, 1986.

SILVA, F. S. C. Haverá algum substituto para o xaxim? **Boletim da Coordenadoria das Associações Orquidófilas do Brasil (CAOB)**, n. 44, p. 68-76, 2000.

SILVA, F. S. C.; SILVA, S. P. C. O substrato na cultura das orquídeas, sua importância, seu envelhecimento. **Revista Oficial da Orquidário**, v. 11, n. 1, p. 3-10, 1997.

- SILVA, A. S.; ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; MENDONÇA, L. A. Qualidade de mudas de eucaliptos tratadas com extrato pirolenhoso. **Revista Cerne**, v. 12, n. 1, p. 19-26, 2006.
- SOUZA, M. Muito além do xaxim. **Natureza**, v. 1, n. 2, p. 32-37, 2003.
- SHIBAYAMA, H.; MASHIMA, K.; MITSUTOMI, M.; ARIMA, S. Effects of application of pyroligneous acid solution produced in Karatsu city and growth and free sugar contents of storage roots of sweet potatoes. **Marine and Highland Bioscience Center Report**, v. 7, p. 15-23. 1998.
- TSUZUKI, E.; ANDO, S.; TERAU, H.; UCHIDA, Y. Effect of organic matters on growth and quality of crops: II. Effect of charcoal with pyroligneous acid on quality of melon (*Cucumis melo* L.) **Japanese Journal of Crop Science**, v. 62, n. 2, p. 170-171, 1993.
- TSUZUKI, E.; MORIMTSU, T.; MATSUI, T. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plants. **Japanese Journal of Crop Science**, v. 66, n. 4, p. 15-16, 2000.
- UDDIN, S. M. M.; MURAYAMA, S.; ISHIMINE, Y.; TSUZUKI, E.; HARADA, J. Studies on sugarcane cultivation: II. Effects of the mixture of charcoal with pyroligneous acid on dry matter production and root growth of summer planted sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Japanese Journal of Crop Science**, v. 64, n. 4, p. 747-753, 1995.
- ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATTOS JÚNIOR, D.; CARVALHO, S. A. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto Limoeiro 'Cravo' em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 508-512, 2003.
- ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATTOS JÚNIOR, D.; CARVALHO, S. A. Influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em Limoeiro 'Cravo'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 529-533, 2004.

*Received on August 5, 2007.*

*Accepted on January 17, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.