

Efeito do cálcio no controle da *Hypsipyla grandella* em mudas de mogno cultivadas em hidroponia

Sandra Andréa Santos da SILVA¹, Maria Marly de Lourdes Silva SANTOS², George Rodrigues da SILVA², Mário Lopes da SILVA JÚNIOR³, Orlando Shigueo OHASHI⁴, Maria de Lourdes Pinheiro RUIVO⁵

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o teor de cálcio e o efeito do ataque da lagarta *H. grandella* em plantas jovens de mogno (*S. macrophylla*), cultivadas em função de diferentes épocas de aplicação de doses crescentes de cálcio no substrato sílica moída, utilizando sistema hidropônico. O experimento foi instalado em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, de setembro de 2004 a fevereiro de 2005. Utilizou-se cinco doses de cálcio (0, 80, 160, 240, 320 mg Ca.L⁻¹), em solução nutritiva proposta por Hoagland & Arnon, modificada por Epstein (1975). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), as variáveis utilizadas para avaliação foram a susceptibilidade do mogno ao ataque da broca *H. grandella*, comprimento da galeria da broca e o teor de cálcio no caule. Foi realizado um DIC com cinco doses de cálcio, cinco repetições cada, e duas épocas de inoculação da broca. Utilizou-se regressões lineares simples para interpretação dos dados. Através da pesquisa, conclui-se que a aplicação de doses de cálcio, em solução nutritiva, reduziu o comprimento da galeria de infecção e exerce eficiente ação no controle do ataque da praga em plantas de mogno.

PALAVRAS-CHAVE: *Swietenia macrophylla* e *Hypsipyla grandella*.

Effect of the calcium in the control of the *Hypsipyla grandella* in young mahogany cultivated in hidroponics system

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the leaf level of calcium and the effect attack by caterpillar *H. grandella* to young mahogany (*S. macrophylla*) plants cultivated in a nutritive solution. This solution was that proposed by Hoagland and Arnon modified by Epstein (1975). The experiment was carried out in the greenhouse of the Federal Rural University of Amazonas (UFRA), at Belem, Para, from September 2004 to February 2005. A split plot experimental desing with five replicates was used. The plots were five doses of calcium (0, 80, 160, 240, 320 mg Ca.L⁻¹) and the subplots two times of harvesting the plants (189 e 211 days after planting) for the variables sensitivity of mahogany seedlings to attack of the drill, gallery length and stem level of calcium. Results showed the calcium decreased gallery length of infection suggesting that it was efficient to control the attract of plague to mahogany seedlings.

KEY WORDS: *Swietenia macrophylla*, *Hypsipyla grandella*, calcium, plaguel.

¹ Eng. Agr. MSc, Bolsista CNPq do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. Avenida Presidente Tancredo Neves nº 2501 Bairro Terra Firme. E-mail: sandragronoma@yahoo.com

² Prof. Associado Dr. da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. E-mail: marly.santos@ufra.edu.br; E-mail: george.silva@ufra.edu.br

³ Prof. Adjunto Dr. da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. E-mail: Mario.silva@ufra.edu.br

⁴ Prof. Titular Dr. da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA Email. orlando.ohashi@ufra.edu.br

⁵ Pesquisadora Titular Dra. do Museu Paraense Emilio Goeldi - MPEG. E-mail: ruivo@museu-goeldi.br.

INTRODUÇÃO

A exploração e o processamento industrial da madeira estão entre as principais atividades econômicas da Amazônia, ao lado da mineração e da agropecuária. Em 2004, segundo Grogan (2002), o setor madeireiro extraiu 24,5 milhões de metros cúbicos de madeira em tora, o equivalente a cerca de 6,2 milhões de árvores. Essa matéria prima gerou 10,4 milhões de metros cúbicos de madeira processada (tábuas, produtos beneficiados, laminados, etc.).

Segundo Scalon (2003), a exploração desordenada dos recursos naturais tem proporcionado degradação de áreas do território nacional. Após o processamento, a madeira amazônica é destinada tanto para o mercado doméstico (64%) quanto para o externo. Em particular, as exportações tiveram um incremento extremamente significativo, passando de US\$ 381 milhões em 1998 para US\$ 943 milhões em 2004 (Lentini *et al.*, 2005).

O Brasil é detentor da maior reserva natural de mogno, ocupando o primeiro lugar em produção, seguido da Bolívia. Ambos abrigam aproximadamente 85% do total do estoque de mogno existente no mundo (Gaspareto, 2002).

Segundo Ohashi *et al.* (2002), as pesquisas realizadas sobre o reflorestamento com mogno na Amazônia mostram que plantios comerciais de mogno apresentam como maior barreira o ataque da larva do broto (*Hypsipyla grandella*, Zeller 1848).

Este experimento foi instalado considerando os dados encontrados por Ohashi *et al.* (2002) que indicaram a possibilidade do cálcio do solo exercer influência na redução do ataque da broca do caule no mogno.

Portanto este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses crescentes de cálcio no ataque da *H. grandella*, em

plantas jovens de mogno (*S. macrophylla*) cultivadas em meio hidropônico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Setor de Ciência do Solo, do Instituto de Ciências Agrárias – ICA, da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, no período de setembro de 2004 a fevereiro de 2005.

Foram utilizadas plântulas com 52 dias, as quais foram retiradas cuidadosamente da bandeja para que não fossem danificadas as raízes. Transplantadas em vasos plásticos com capacidade para quatro litros. Na base de cada vaso, foi inserido uma mangueira flexível de 3 mm de diâmetro interno, para permitir a drenagem da solução por gravidade.

A solução nutritiva foi aplicada pela manhã entre 7 e 8h e drenada ao entardecer, ficando as raízes inundadas durante 9 a 10 horas por dia. A reposição do volume da solução perdida por evapotranspiração foi feita com água destilada, a cada dois dias.

As mudas transplantadas foram cultivadas em solução nutritiva completa (Tabela 1), proposta por Hoagland & Arnon, modificada por Epstein (1975) e por um período de 75 dias.

A troca da solução nutritiva foi realizada semanalmente, aferindo-se o pH da solução para 5,5 a 6,5.

Após 75 dias do transplantio das mudas foram aplicados os tratamentos (Tabela 1) por um período de 84 dias. Em seguida, coletados o material para a avaliação do efeito das doses de cálcio, o comprimento da galeria e teor de cálcio no caule foi realizada aos 189 e 211 dias de idade das plantas.

A primeira inoculação dos ovos de *H. grandella* foi feita aos 174 dias (idade da planta). Foram selecionadas cinco

Tabela 1. Composição química das soluções nutritivas estoques, em mol.L⁻¹, e dos tratamentos, em mL.L⁻¹, utilizadas no experimento (Hoagland & Arnon, modificada por Epstein, 1975).

Solução Estoque	Conc	Tratamento (mL.L ⁻¹)					
		Solução completa	0 mg Ca	80 mg Ca	160 mg Ca	240 mg Ca	320 mg Ca
NH ₄ NO ₃	1 M	-	4	2	-	-	-
KNO ₃	1 M	9	9	9	9	9	9
NH ₄ H ₂ PO ₄	1 M	2	2	2	2	2	2
MgSO ₄ .7H ₂ O	-	1	1	1	1	1	1
CaCl ₂	1 M	-	-	-	-	2	4
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1 M	4	-	2	4	4	4
Micronutrientes*	1 M	2	2	2	2	2	2
Sol. Fe-EDTA**	-	1	1	1	1	1	1

*Composição química da solução de micronutrientes: 2860 mg de H₃BO₃; 1810 mg de MnCl₂.4H₂O; 220 mg de ZnSO₄.7H₂O; 80 mg de CuSO₄.5H₂O; 20 mg de H₂MoO₄.H₂O, por litro de solução. ** Composição química da solução de Fe-EDTA: 26,1 g de Na₂-EDTA, 89,2 mL de NaOH M e 24 g de FeSO₄.7H₂O.

plantas de cada tratamento com brotos recém-lançados. Os ovos foram produzidos pelo Laboratório de Entomologia da UFRA, foram inoculados numa região logo abaixo do broto. Após 24 horas, era observada a eclosão do ovo e a perfuração na planta provocada pela lagarta. Posteriormente, observou-se exsudação e emissão de serragem no broto, confirmando o ataque. E a segunda inoculação aos 211 dias.

Após 15 dias do ataque da broca em cada período de inoculação, foram medidos o comprimento da galeria e o teor de cálcio no caule das plantas.

O material coletado (caule) foi acondicionado em sacos de papel e posto em estufa com circulação forçada na temperatura de 70 °C, até atingir peso constante. A matéria seca do caule foi moída em moinho tipo Willey, em seguida encaminhada para a análise química. A análise do tecido vegetal foi realizada no Laboratório de Análise de Tecido Vegetal (ICA/UFRA). O extrato das amostras foi obtido por digestão Nitro-perclórico na concentração de 2:1. O teor de cálcio foi obtido por espectrometria de absorção atômica (Malavolta; Vitti & Oliveira, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 10 tratamentos correspondentes às doses crescentes de cálcio em solução nutritiva e duas épocas de amostragem. As doses de cálcio foram: T0 – 0 mg Ca/L (Testemunha); T1 – 80 mg Ca/L; T2 – 160 mg Ca/L; T3 – 240 mg Ca/L; T4 – 320 mg Ca/L. A fonte de cálcio utilizada foi o nitrato de cálcio $[Ca(NO_3)_2]$ p.a. e cloreto de cálcio $(CaCl_2)$ p.a.

O experimento foi avaliado por meio das seguintes variáveis: susceptibilidade de plantas de mogno ao ataque da broca de *H. grandella*; comprimento de galeria (CG) e teor de cálcio no caule de mogno (CaC).

A avaliação da contribuição da variável independente CaC para explicar as variações ocorridas na variável dependente CG, produzida pelo ataque de *H. grandella*, envolveu a utilização de regressões lineares simples entre tais variáveis, para cada um dos períodos avaliados e para o tempo total do experimento, conforme funções especificadas abaixo. A avaliação da resistência da planta ao ataque de *H. grandella*, feita pelo comprimento da galeria (CG) no caule, deveu-se ao fato de ser esta uma variável que reflete de forma mais confiável as influências das funções desempenhadas pelo cálcio na região de ação da larva do inseto.

As funções foram especificadas da seguinte forma:

$$CG_{P1} = a_{10} + a_{11}CaC + \varepsilon_1; \quad (1)$$

$$CG_{P2} = a_{20} + a_{21}CaC + \varepsilon_2; \quad (2)$$

$$CG_{PT} = a_{30} + a_{31}CaC + \varepsilon_3; \quad (3)$$

em que:

a) variável dependente

CG = comprimento da galeria (cm) feita pela broca de *H. grandella*, para os diferentes períodos avaliados.

b) variável independente

CaC = concentração de cálcio ($mg.kg^{-1}$) no caule para os diferentes períodos avaliados.

P1, P2 e PT (período total) = períodos de avaliação, correspondente a 47 e 69 dias após a aplicação das doses de Ca e ao período total, respectivamente.

ε = Erro aleatório que, por hipótese, apresenta média zero e variância constante.

HIPÓTESES PARA OS PARÂMETROS ESTIMADOS:

Hipótese nula(H_0 .)	Hipótese alternativa(H_1 .)
H_0 : $a_{10} = 0$	H_1 : $a_{10} > 0$
$a_{20} = 0$	$a_{20} > 0$
$a_{30} = 0$	$a_{30} > 0$
$a_{11} = 0$	$a_{11} < 0$
$a_{21} = 0$	$a_{21} < 0$
$a_{31} = 0$	$a_{31} < 0$

A hipótese sobre o sinal esperado do parâmetro a ser estimado é de relação negativa entre a variável independente e a variável dependente. A justificativa é que o cálcio, como componente da lamela média da parede celular, confere maior resistência.

Se o resultado obtido para o teste t de Student, relativo a cada parâmetro, for superior ao valor tabulado para os graus de liberdade de cada regressão estimada, rejeita-se a hipótese H_0 e é aceita a hipótese alternativa H_1 , a 0,10 de probabilidade de erro, de que a variável é importante na explicação das variações ocorridas em CG.

O teste F de Snedecor, que avalia a adequação da regressão ao fenômeno estudado, é utilizado para avaliar as seguintes hipóteses:

Hipótese nula (H_0 .)

$$H_0: a_{10} = a_{20} = \dots = a_n = 0$$

A hipótese alternativa (H_1 .) é de que pelo menos um dos parâmetros é diferente de zero.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mostram as Figuras 1 e 2, a concentração de cálcio na solução nutritiva reduziu o ataque no controle de *H. grandella* do mogno. Para o primeiro período de avaliação aos 189 dias (idade das plantas) após a aplicação dos tratamentos, as dosagens de 0 e 80 mg Ca/L não mostraram nenhuma resistência à *H. grandella*, ou seja, 100% das plantas submetidas à broca foram lesionadas. No entanto, a partir da dosagem de 160 mg Ca/L, algumas plantas apresentaram resistência ao ataque da broca. O maior número de plantas resistentes foi verificado no tratamento com a maior dosagem, correspondendo 80% dos indivíduos avaliados. Para a dosagem de 240 mg Ca, o percentual foi de 60%; e para a dosagem de 160, todos foram susceptíveis com exceção de um indivíduo (Figura 1).

No segundo período de avaliação do ataque da broca, aos 211 dias (idade das plantas). Os tratamentos de 0 a 80 mg Ca/L também não apresentaram efeito do cálcio na intensidade de ataque da broca do mogno. O efeito das dosagens de cálcio iniciou a partir do tratamento 160 mg Ca/L. No entanto, o número de indivíduos que apresentaram resistência foi menor do que aos 189 dias (Figura 2).

Esses resultados indicam que a ação do cálcio em dosagem adequada pode conferir maior resistência do mogno brasileiro à *H. grandella*. Ohashi et al (2005) observaram o efeito da adubação com boro e da correção do solo com calcário dolomítico e gesso agrícola na resistência do mogno brasileiro ao ataque de *H. grandella*. Os autores Rajaratnam & Hock (1975) citados por Yamada (2004) atribuíram ao boro em folhas de mudas de dendê a redução da infestação do ácaro roxo (*Tetranychus pioroei*), e que existiu correlação entre o boro e a produção de cianidina, um polifenol que seria tóxico para o ácaro ou formaria complexos com compostos nitrogenados não disponíveis ou não digeríveis pelo ácaro.

No Tabela 2, foi avaliada a influência da concentração de cálcio no caule (CaC) de mogno no comprimento da galeria (CG) feita por *H. grandella*.

O intercepto a_0 foi positivo e significativo a 5% na função (1) e a 1% nas funções (2) e (3) de probabilidade de erro. O intercepto informa a variação média no comprimento da galeria na ausência da influência da variável independente concentração de cálcio no caule, incluída em cada regressão. O valor $a_0 = 11,04$, na função (1), informa que a galeria teria um comprimento máximo de 11,04 cm quando a concentração de cálcio fosse zero. Interpretação semelhante pode ser aplicada para as demais funções.

O coeficiente a_1 da variável CaC foi significativo a 10% de probabilidade de erro na função (2), segundo período de inoculação, e a 5% na função (3), para as duas épocas de inoculação do ovo de *H. grandella*.

Os sinais dos parâmetros foram significativos, atestados pelo teste t de Student, ocorrendo de acordo com o esperado, mostrando que a variação em CG foi inversamente proporcional à variação em CaC (funções de 1 a 3 e Figura 3), aumento unitário em CaC leva a uma redução de 0,68 cm no comprimento da galeria para os danos provocados pela broca no segundo período de inoculação analisado função (2) e de 0,57 cm para o período total. Para a função (1), dados do primeiro período de inoculação, mesmo o sinal do parâmetro a_1 ter se apresentado negativo, o efeito do cálcio no comprimento da galeria de *H. grandella* foi nulo, o que é atestado pelo teste $t = -1,41$, não-significativo.

O coeficiente de determinação R^2 , que indica o poder explicativo da regressão, foi significativo para todas as regressões estimadas, exceto a que avalia CG_{P1} em função de CaC_{P1} , conforme o teste $F_{(1,3)} = 1,98$, não-significativo. As relações comportamentais entre as variáveis em estudo podem ser visualizadas na Figura 3.

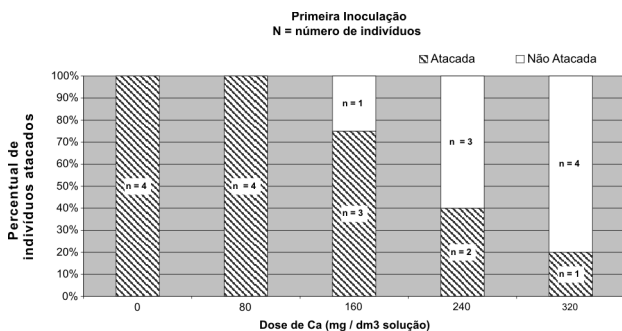


Figura 1- Efeito do cálcio no controle ao ataque *H. grandella* em mudas de mogno, aos 189 dias (idade da planta) após a aplicação de doses crescentes de cálcio em solução nutritiva.

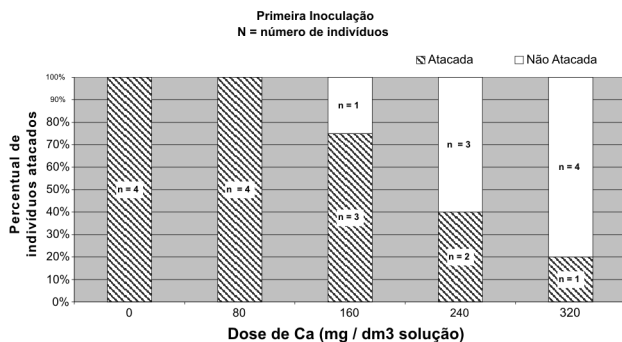


Figura 2- Efeito do cálcio ao ataque *H. grandella* em mudas de mogno, aos 211 dias (idade da planta) após a aplicação de doses crescentes de cálcio e em solução nutritiva.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros das equações de regressão lineares simples entre o efeito da concentração de cálcio no caule (CaC) de mogno e as variações ocorridas no comprimento da galeria (CG) em caule de mogno feita pela broca *H. grandella*.

Número	Função	Coeficiente		R ²	Estatística F
		A ₀	a ₁		
(1)	CG = f(CaC _{p1})	11,04	-0,51	0,197	F _(1,3) = 1,98 ^{ns}
		(5,20)*	(-1,41) ^{ns}		
(2)	CG = f(CaC _{p2})	13,95	-0,68	0,655	F _(1,3) = 8,61 ⁺
		(10,04)**	(-2,93) ⁺		
(3)	CG = f(CaC _{pT})	12,39	-0,57	0,368	F _(1,8) = 6,25 [*]
		(9,05)**	(-2,50) [*]		

⁺, ^{*}, ^{**}, ^{ns}, significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade de erro e não-significativo, respectivamente, valores entre parênteses são os valores calculados do teste t de Student.

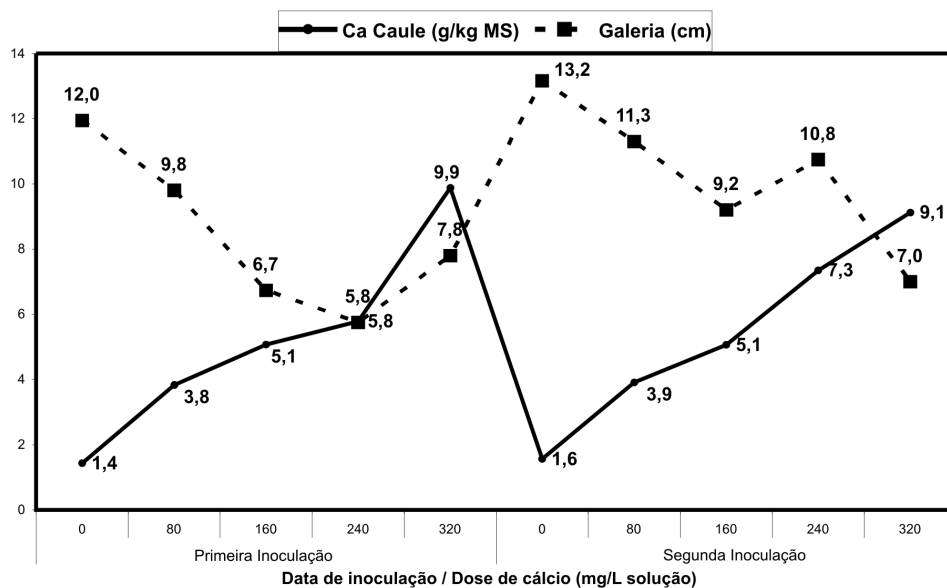


Figura 3. Relação entre doses de cálcio na solução nutritiva e comprimento de galeria feita pela broca de *H. grandella* em plantas jovens de mogno sob doses crescentes de cálcio e diferentes períodos de inoculação.

Analisando-se os resultados da Tabela 2, verificou-se que o teor de Ca foi mais importante para explicar as variações em CG, quando se analisou os dois períodos conjuntamente (função (3)), mesmo com R² = 0,368 sendo menor do que na função (2), R² = 0,655, uma vez que o valor da estatística F_(1,8) na função (3) foi significativo a 5% de probabilidade de erro, ao contrário do que ocorreu com a função (2), onde F_(1,3) = 8,61 foi significativo a 10%.

Os dados apresentados na Tabela 2 comprovam o efeito positivo do cálcio na resistência das plantas à ação da broca de *H. grandella*.

A Figura 3 ilustra as relações entre as variáveis CG e CaC, para os dois períodos de inoculação analisados, em função do tempo de aplicação de doses crescentes de cálcio. Para ambos os períodos, o teor de cálcio na matéria seca do caule

de mogno, aumentou com o aumento da dose do elemento na solução nutritiva. Comportamento inverso foi observado para o comprimento da galeria até a dosagem de 160 mg Ca/L solução, ou seja, quanto menor a dose de cálcio, maior o comprimento da galeria.

No primeiro período, a menor média em CG foi obtida com a dosagem de 240 mg Ca/L, enquanto que para a segunda inoculação, a menor média foi obtida com a máxima dosagem (320 mg Ca/L).

CONCLUSÃO

A aplicação de doses crescentes de cálcio, em solução nutritiva, reduziu o comprimento da galeria de *H. grandella* e exerceu eficiente ação no controle do ataque da broca em plantas de mogno.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Barros, P. L. C. Natural and artificial reserves of *S. macrophylla* in the Brazilian Amazon – a perspective of conservation. FCAP, Belém, Pará, Brasil, 1992, 56p.
- Bentes Gama, M.M.; Scolforo, J.R.S.; Gama, J.R.V. 2002. Potencial produtivo de madeira e palmito de uma floresta secundária de várzea baixa no estuário Amazônico. *Revista Árvore*, 26(3): 311-319.
- Epstein, E. 1975. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Trad. notas [de] E. Malavolta. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 341p.
- Gaspareto, O. 2002. Síntese da situação do mogno, em nível Internacional. *Revista Brasília*: Ministério do Meio Ambiente. 71pp.
- Grogan, J.; Barreto, P.; Veríssimo, A. 2002. *Mogno na Amazônia Brasileira: ecologia e perspectivas de manejo*. Belém: Imazon. 56pp.
- Hilje, L.; Cornelius, J. 2001. Es inmanejable *Hypsipyla grandella* como plaga forestal. *Turrialba*, Hoja Técnica del CATIE, 18: 1-4.
- Lentini, M.; Veríssimo, A.; Pereira, D. Expansão madeireira na Amazônia. In: *O Estado da Amazônia*, 2: 1-4. Disponível em: www.imazon.org.br. Acesso em maio 2005
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS. 319pp.
- Ohashi, O.S.; Silva, J.N.M.; Silva, M.F.G.F.; Costa, M.S.S.; Sarmiento Junior, R.G.; Santos, E.B.; Alves, M.Z.N.; Pessoa, A.M.C.; Silva, T.C.O.; Bittencourt, P.R.G.; Barbosa, T.C.; Santos, T.M. 2002. Manejo Integrado da broca do mogno *Hypsipyla grandella* Zeller (Lep. Pyralidae). In: Poltrenieri, L.S.; Trindade, D.R. *Manejo integrado das principais pragas e doenças de cultivos amazônicos*. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 304pp.
- Rodan, B.; Newton, A.; Veríssimo, A. 1992. *Conservação do mogno: situação e perspectivas*. 18pp.
- Scalon, S.P.Q.; Mussury, R.M.; Rigoni, M.R.; Scalon Filho, H. 2003. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condições de sombreamento. *Revista Árvore*, 27(6): 753-758.
- Veríssimo, A.; Barreto, R.; Tarifa, R.; Uhl, C. 1995. *Mahogany extraction in the Eastern Amazon: a case study presentation to mahogany workshop*. Washington: Tropical Forest Foundation, 72: 39-60.

Recebido em 26/11/2007

Aceito em 19/07/2008