

## ACÇÃO INSETICIDA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI, 1876) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Janaina Zorzetti<sup>1</sup>; Kelly C. Constanski<sup>2</sup>; Patricia H. Santoro<sup>3</sup>; Pedro M. O. J. Neves<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Agrônoma, Mestranda em agronomia, Universidade Estadual de Londrina- PR, jzorzetti@hotmail.com

<sup>2</sup> Bióloga, Doutoranda em agronomia, Universidade Estadual de Londrina- PR, kconstanski@hotmail.com

<sup>3</sup> Pesquisadora, M.Sc., Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR, ph\_santoro@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professor, Dr, Universidade Estadual de Londrina- PR, pedroneves@uel.br

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade inseticida de extratos de plantas no controle *Hypothenemus hampei*, a broca-do-café. O experimento foi realizado em condições de laboratório, onde folhas de café foram mergulhadas nos extratos etanólicos e aquosos de diferentes partes vegetais de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach*, *Moringa oleifera*, *Nerium oleander* e *Tephrosia purpurea* na concentração de 10% e também no tratamento químico endossulfan. O estudo foi dividido em dois testes, no primeiro as brocas foram expostas as folhas ainda úmidas e no segundo, somente após a evaporação dos extratos da superfície foliar. Após oito dias o número de insetos mortos foi quantificado. Os tratamentos que causaram maior mortalidade foram extratos etanólicos da parte aérea de *T. purpurea* (96%) que não diferiu do endossulfan (100%), e aquoso e etanólico de *M. oleifera* semente. Não houve diferença na mortalidade das brocas em contato com as folhas antes e após a secagem das caldas. Esses extratos são promissores para realização de futuros testes a campo no controle desta praga.

**Palavras-chave:** broca-do-café, *Tephrosia purpurea*, *Moringa oleifera*, extrato etanólico, endossulfan

## PESTICIDE ACTION OF EXTRACTS ON *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI, 1876) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to evaluate the insecticidal activity of plant extracts, in control of *Hypothenemus hampei*, the coffee berry borer. The experiment was conducted under laboratory conditions, where coffee leaves were dipped in ethanol and aqueous extracts of different plant parts of *Azadirachta indica*, *Melia azedarach*, *Moringa oleifera*, *Nerium oleander* and *Tephrosia purpurea* in the concentration of 10% and also in the chemical treatment endosulfan. The study was divided into two tests, in the first, the borer were exposed to leaves still wet and in the second, only after the evaporation of the extracts of the leaf surface. After eight days the number of dead insects was quantified. The treatments that caused higher mortality were ethanol extracts of aerial part of *T. purpurea* (96%) that did not differ from endosulfan (100%), and aqueous and ethanol extracts of *M. oleifera* seeds. There was no difference in borer mortality in contact with the leaves before and after drying the extracts. These extracts are promising for future implementation of field tests in controlling this pest.

**Key words:** Coffee berry borer, *Tephrosia purpurea*, *Moringa oleifera*, ethanol extract, endossulfan

## INTRODUÇÃO

A cultura do café (*Coffea arabica* L.) apresenta grande importância econômica e social para o Brasil que atualmente lidera a produção mundial com 39,0 milhões de sacas (Conab, 2010). Dos cafeicultores brasileiros, 70% são classificados como pequenos produtores, o que exige foco em trabalhos no desenvolvimento na agricultura familiar (Benassi, 2007).

Um dos principais agentes limitantes da produção tem sido a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1876), uma das pragas mais severas que atacam os frutos nos diferentes estádios de maturação, interferindo na produtividade e a qualidade do produto (Reis, 2002).

Atualmente o controle desta praga tem sido realizado com o uso do princípio ativo endossulfan, que esta com a retirada programada do mercado brasileiro por ser considerando de grande risco a saúde humana e ao meio ambiente (Para, 2009).

Uma alternativa a este tipo de controle são as espécies vegetais que apresentam metabólitos com ação contra os insetos (Saito, 2004), e vantagens como a rápida degradação sob condições ambientais, redução no impacto sobre organismos benéficos, e geralmente, baixa toxicidade a mamíferos (Wiesbrook 2004). Além disso, são acessíveis a pequenos produtores devido ao seu baixo custo e facilidade na preparação dos extratos (Oliveira, 1997).

Como exemplo estão as espécies da família Meliaceae, *Azadirachta indica* A. Juss., conhecida como nim, e *Melia azedarach* L., popularmente chamada de cinamomo, as quais possuem ativos com comprovada ação inseticida, sendo que um dos mais promissores é a azadiractina (Valladares *et al.*, 1997).

Estudos relataram propriedades inseticida também para *Moringa oleifera* Lam., da família Moringaceae, por conter a lectina, um tipo de proteína encontrada nas sementes de *M. oleifera*, que impede o processo de digestão e absorção de nutrientes dos insetos, causando morte por desnutrição (Loris, 1998; Franco-Fraguas *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2006).

*Nerium oleander* L. pertencente à família Apocynaceae, é considerada tóxica a humanos e a insetos por conter em suas folhas oleandrina e neriantina (Barg, 2004). Efeito inseticida também foi relatado para, *Tephrosia purpurea* (Linn.) (Familia: Fabaceae), o qual pode ser causado pela rotenona, que causa rápida parada de alimentação, perda das funções locomotoras, paralisia e morte (Menezes, 2005).

Os produtos naturais extraídos de plantas constituem-se em fonte de substâncias bioativas compatíveis com programas de manejo integrado de pragas (MIP) (Torres *et al.*, 2006). Desde modo, o objetivo deste trabalho, foi estudar o efeito tóxico de extratos vegetais na mortalidade da broca-do-café.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de laboratório com adultos de *H. hampei* obtidos da criação do IAPAR- Instituto Agrônomo do Paraná.

Os extratos vegetais foram obtidos a partir de sementes, folhas e raízes de *M. oleifera* e *T. purpurea*. Para *M. azedarach*, *N. oleander* e *A. indica* foram utilizadas apenas folhas. O material vegetal foi colocado em estufa de circulação forçada de ar a 35°C por 48 horas e triturados até a obtenção do pó vegetal, o qual foi misturado ao álcool etílico (92,6%) e a água, ambos na concentração de 10% (p/v), e permaneceram em repouso por 24 horas (25±1°C, no escuro).

Após esse período, foi realizada a filtração do composto em papel filtro, obtendo-se extratos aquosos a 10% (p/v) de cada espécie vegetal. O extrato etanólico obtido foi diluído a 10% (v/v) em água destilada.

Folhas de café foram imersas nos extratos vegetais por 20 segundos e, colocadas ainda úmidas, em tubos de vidro (0,25m de diâmetro x 0,85m altura) contendo um filete de papel filtro para sugar o excesso de extratos. Em seguida, dez brocas foram liberadas no interior dos tubos, vedados com filme plástico, e conduzidos até a câmara incubadora (25±1°C), por oito dias, quando avaliou-se a mortalidade. Os ensaios constaram de nove tratamentos etanólicos, oito tratamentos aquosos e um tratamento químico com o princípio ativo endossulfan (300ml do produto comercial/l).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2×9)+1 (solvente × espécies vegetais) + testemunha, onde o extrato foi substituído por água destilada esterilizada ou etanol (10% p/v), sendo cinco repetições de dez insetos.

**Mortalidade de *H. hampei* em folhas de café tratadas com extratos vegetais antes e após a secagem da calda na superfície foliar.** Após as avaliações, os extratos que proporcionaram mortalidade superior a 40%, foram testados como no bioensaio anterior, no entanto as folhas foram mantidas sobre papel toalha em condição ambiente, até que a superfície destas estivesse totalmente seca para então serem acomodadas nos tubos juntamente com as brocas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2×5)+1 (solvente × espécies vegetais) + testemunha aquosa ou etanólica, sendo cinco repetições de dez insetos. As avaliações foram realizadas oito dias após o contato dos insetos com as folhas, onde foi quantificada a mortalidade das brocas

Os dados dos tratamentos em esquema fatorial foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A comparação entre as médias do fatorial com o tratamento químico endossulfan foi feita pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores níveis de mortalidade puderam ser observados no tratamento etanólico da semente de *M. oleifera* com 62% e parte aérea de *T. purpurea* com 92%, sendo esse, o único que não diferiu do tratamento químico endossulfan, o qual provocou mortalidade em 100% das brocas (Tabela 1).

Espécies do gênero *Tephrosia* apresentam capacidade para produzir substâncias com grande diversidade estrutural, incluindo os rotenóides, que segundo Veitch (2007), são uma das mais importantes classes de isoflavonóides devido as suas propriedades inseticidas, causando imediata interrupção da alimentação, perda das funções locomotoras, paralisia e morte (Menezes, 2005). A rotenona usualmente é utilizada no controle de uma das pragas mais importantes de batata no hemisfério norte, o besouro do Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Costa *et al.*, 1997).

Esse composto ocorre em maior quantidade nas raízes, mas pode também estar presente nas folhas, ramos e sementes, (Mariconi, 1981).

Tabela 1. Mortalidade (%) ( $\pm$  erro padrão) de *Hypothenemus hampei* (n=50) após oito dias em contato com folhas de café tratadas com extratos vegetais (antes da secagem da calda na superfície foliar)

Espécie	Parte Utilizada	Extrato Etanólico <sup>(1)</sup>	Extrato Aquoso <sup>(1)</sup>
<i>M. oleifera</i>	Parte Aérea	48,00 $\pm$ 8,60 BCa	24,00 $\pm$ 5,10 ABb
<i>M. oleifera</i>	Semente	62,00 $\pm$ 2,00 ABa	56,00 $\pm$ 15,03 Aa
<i>M. oleifera</i>	Raiz	8,00 $\pm$ 3,74 DEa	6,00 $\pm$ 6,00 Ba
<i>T. purpurea</i>	Parte Aérea	96,00 $\pm$ 4,00 Aa*	4,00 $\pm$ 4,00 Bb
<i>T. purpurea</i>	Semente	12,00 $\pm$ 3,74 CDEa	12,00 $\pm$ 4,90 Ba
<i>T. purpurea</i>	Raiz	36,00 $\pm$ 4,00 BCDE	-
<i>A. indica</i>	Parte Aérea	44,00 $\pm$ 14,70 BCDA	12,00 $\pm$ 5,83 Bb
<i>M. azedarach</i>	Parte Aérea	0,00 $\pm$ 0,00 Eb	28,00 $\pm$ 9,17 ABa
<i>N. oleander</i>	Parte Aérea	34,00 $\pm$ 16,91 BCDEa	12,00 $\pm$ 8,00 Ba
Testemunha		0,00 $\pm$ 0,00 Ea	6,00 $\pm$ 4,00 Ba
Endossulfan		100,00 $\pm$ 0,00	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (CV=68,14%) e seguidas de \* não diferem do tratamento químico endossulfan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade (CV=56,91%).

O extrato aquoso da parte aérea de *T. purpurea*, não diferiu da testemunha, assim como os extratos aquosos de raiz de *M. oleifera*, semente de *T. purpurea* e parte aérea de *A. indica* e *N. oleander*. Os melhores resultados obtidos com os extratos aquosos foram *M. oleifera* sementes e parte aérea e com *M. azedarach*, parte aérea, com 56, 24 e 28% de mortalidade respectivamente.

A diferença entre tipos de solventes também foi verificada por Costa (1996), em extratos líquidos da raiz de *Derris elliptica* onde foi constatado que extratos com álcool etílico absoluto apresentaram maior eficiência contra larvas de *Aedes aegypti*.

Os extratos etanólicos com as partes aéreas de *M. oleifera* e *A. indica*, obtiveram melhores resultados quando comparados aos seus extratos aquosos e com as testemunhas. O fato de o etanol ser o melhor solvente não se confirmou para o tratamento com *M. azedarach* parte aérea, que, assim como na testemunha, não apresentou mortalidade. Já o extrato aquoso dessa mesma espécie, foi responsável por uma maior mortalidade.

Isso mostra que além da variação nas metodologias, há também divergências na capacidade de extração dos solventes em razão da afinidade deles aos compostos das plantas, onde certas espécies têm os princípios inseticidas melhor extraídos com etanol, água ou outros solventes, dependendo de sua polaridade (Costa *et al.*, 2004). Essas diferenças puderam ser comprovadas com o extrato aquoso de *Chenopodium ambrosioides* sobre *Sitophilus zeamais*, onde não houve mortalidade, indicando que os compostos inseticidas desta espécie, são extraídos apenas com solventes de média ou baixa polaridade (Tavares, 2006), o que mostra a importância em comparar extratos obtidos em diferentes solventes.

Os extratos vegetais de *M. oleifera*, parte aérea e semente, foram os únicos tratamentos que se mostraram com propriedades contra os insetos tanto em meio etanólico como aquoso. Essa ação inseticida pode estar relacionada à presença de uma proteína encontrada nas sementes de *M. oleifera*, as lectinas, que são consideradas metabólitos importantes e podem atuar no mecanismo de defesa contra insetos e patógenos, pois podem causar efeitos degenerativos nas membranas celulares, e inibir várias enzimas intestinais (Rameshwaram & Nadimpalli, 2008; Wititsuwannakul *et al.*, 2008; Konarev *et al.*, 2008). Essa propriedade foi utilizada no combate as larvas de *Aedes aegypti*, paralisando a digestão do inseto e provocando a sua morte por desnutrição (Santos, 2009).

Verificou-se que os extratos de *M. oleifera* e *T. purpurea* apresentaram diferentes níveis de mortalidade conforme a parte vegetal utilizada. Uma possível explicação é que os compostos inseticidas das plantas não estão distribuídos uniformemente, o que pode ser a causa da variação na mortalidade dos insetos (Souza & Vendramim, 2001).

**Mortalidade de *H. hampei* em folhas de café tratadas com extratos vegetais antes e após a secagem da calda na superfície foliar.** Não foi possível observar diferença na mortalidade das brocas, antes e após a evaporação da calda na superfície foliar, mostrando que a ação inseticida dos extratos pode ocorrer no contato imediato (folhas úmidas) ou tardio (folhas secas).

Todos os extratos obtiveram percentuais de mortalidade superior a testemunha. O extrato etanólico da parte aérea de *T. purpurea*, tanto antes como após a secagem das caldas, manteve seu potencial inseticida (96 e 98% de mortalidade respectivamente), mostrando-se tão tóxico aos insetos como o tratamento químico endossulfan (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados em estudos sobre a ação dos rotenóides na mortalidade de insetos, que se deu tanto por contato como por ingestão (Menezes, 2005).

Tabela 2. Mortalidade (%) ( $\pm$  erro padrão) de *Hypothenemus hampei* (n=50) após oito dias em contato com folhas de café tratadas com extratos vegetais (antes e após a secagem da calda na superfície foliar)

Espécie Vegetal/ Extrato	Parte Utilizada	Antes-secagem	Pós-secagem	Media <sup>(1)</sup>	
<i>M. oleifera</i> /etanólico	Parte Aérea	48,00 $\pm$ 8,60	62,00 $\pm$ 8,19	55,00	B
<i>M. oleifera</i> /etanólico	Semente	62,00 $\pm$ 2,00	32,00 $\pm$ 8,19	47,00	B
<i>M. oleifera</i> /aquoso	Semente	56,00 $\pm$ 15,03	54,00 $\pm$ 7,94	55,00	B
<i>T. purpurea</i> /etanólico	Parte Aérea	96,00 $\pm$ 4,00*	98,00 $\pm$ 1,42*	97,00	A
<i>A. indica</i> /etanólico	Parte Aérea	44,00 $\pm$ 14,70	40,00 $\pm$ 7,42	42,00	B
Testemunha /etanólico	-	0,00 $\pm$ 0,00	6,00 $\pm$ 2,83	3,00	C
Testemunha / aquoso	-	6,00 $\pm$ 4,00	10,00 $\pm$ 3,16	8,00	C
Média <sup>(1)</sup>	-	44,57 a	43,14 a		
Endossulfan/aquoso		100,00 $\pm$ 0,00			

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) (CV=45,11%) e seguidas de \* não diferem do tratamento químico endossulfan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade (CV=40,15%).

## CONCLUSÕES

Os extratos vegetais etanólicos de *T. purpurea* parte aérea e etanólicos e aquosos de *M. oleifera* semente obtiveram ação letal acima de 50% para *H. hampei*, apresentando potencial para serem utilizados como uma ferramenta no manejo dessa praga. Já os extratos aquosos obtiveram mortalidades inferiores aos extratos etanólicos. Não houve diferença na mortalidade das brocas expostas as folhas antes e após a secagem da calda na superfície foliar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS (PARA). Brasília, 2010. 22p Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d214350042f576d489399f536d6308db/RELAT%C3%93RIO+DO+PAR+A+2009.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 11/04/2011.
- BARG, D.G. **Plantas Tóxicas**. 24p. Monografia. Faculdade De Ciências Da Saúde – Universidade De São Paulo, São Paulo. 2004
- BENASSI, V.L.R. Biologia em diferentes temperaturas e ocorrência de *Prorops nasuta* WAT e *Cephalonomia stephanoderis* BERT (HYMENOPTERA: BETHYLIDAE) parasitando *Hypothenemus hampei* (FERR.) (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE). 2007 90f. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de concentração: Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007
- CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira Café. Safra 2011. Primeira estimativa, janeiro/2011. Brasília, 2011. 25p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_01\\_06\\_08\\_52\\_41\\_boletim\\_cafe\\_1a\\_estimativa\\_safra\\_2011.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_52_41_boletim_cafe_1a_estimativa_safra_2011.pdf)>. Acesso em: 11 de abril de 2011.
- COSTA, E.L.N.; SILVA, R.F.P.; FIUZA, L.M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biológica Leopoldensia**, v. 26, n. 2, p. 173- 185, 2004.
- COSTA, J.P. da; BELO, M.; BARBOSA, J.C. Efeito de espécies de timbó (*Derris* spp.: Fabaceae) em populações de *Musca domestica* L. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 26: 163-168, 1997.
- Costa, J.P.C.. *Efeito da variabilidade de timbós de diferentes regiões da Amazônia em Musca domestica* L. (DÍPTERA: Muscidae). Dissertação. Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias- UNESP. Campo de Jaboticabal- SP. 119 pp, 1996.
- FRANCO-FRAGUAS, L., PLÁ, A., FERREIRA, F., MASSALDI, H., SUÁREZ, N., VIERA, F.B. “Preparative purification of soybean agglutinin by affinity chromatography and its immobilization for polysaccharide isolation”. *Journal of Chromatography B*. v. 790, pp.365–72, 2003.
- KONAREV, A.V., LOVEGROVE, A., SHEWRY, P.R.. Serine proteinase inhibitors in seeds of *Cycas siamenis* and other gymnosperms. *Phytochemistry*, 69 (13): 2482-2489, 2008.
- LORIS, R. “Legume lectin structure”. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 1383, pp. 9-36, 1998.
- Mariconi, F.A.M.. *Inseticidas e seu emprego no combate às pragas: com uma introdução sobre o estudo dos insetos*. 5<sup>o</sup> ed. Vol. 1. São Paulo: Nobel. p. 128- 130, 1981.
- MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. (in: **EMBRAPA, documentos 205**). Rio de Janeiro: Seropédica, 2005.
- OLIVEIRA, J.V. Controle de pragas de grãos armazenados com substâncias de origem vegetal, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos...** Salvador: SBE., p.10, 1997.

- R AMESHWARAM, N.R.; NADIMPALLI, S.K.. An efficient method for the purification and quantification of a galactose-specific lectin from vegetative tissues of *Dolichos lablab*. *Journal of Chromatography B*, 861: 209-217, 2008.
- REIS, P.R. Prejuízo certo. **Revista Cultivar**, Pelotas, abr., p. 10-13, 2002.
- SAITO, M.L. As Plantas Praguicidas: alternativa para o controle de pragas da agricultura. **Embrapa-Meio Ambiente**. Jaguariúna: 2004.
- SANTOS, A.F.S., LUZ, L.A., ARGOLLO, A.C.C., TEIXEIRA, J.A., PAIVA, P.M.G., COELHO, L.C.B.B. "Isolation of a seed coagulant *Moringa oleifera* lectin". *Process Biochemistry*, v. 44, pp. 504-508, 2009.
- SANTOS, B.S., FARIAS, P.M.A., MENEZES, F.D., FERREIRA, R.C., ALVES JÚNIOR, S., FIGUEIREDO, R.C.B.Q., BELTRÃO, E.I.C "Lectin functionalized quantum dots for recognition of mammary tumors". *SPIE*, v.6096, pp.1J-8J, 2006.
- SOUZA, A.P.; VENDRAMIM, J.D. Atividade inseticida de extratos aquosos de meliaceae sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, v. 30, n. 1, p. 133-137, 2001.
- TAVARES, M.A.G.C. *Busca de compostos em Chenopodium spp. (Chenopodiaceae) com bioatividade em relação a pragas de grãos armazenados*. 2006. 111f. Tese (Doutorado em Ciências –Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
- TORRES, A.; JÚNIOR, A.L.B.; MEDEIROS, C.A.M.; B ARROS, R. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. *Bragantia*, v.65, n.3, p.447-457, 2006.
- VALLADARES, G.; DEFAGO, M.T.; PALACIOS, S. Laboratory evaluation of *Melia azedarach* (Meliaceae) extracts against the Elm Leaf Beetle (Coleoptera:Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 90, n. 3, p. 747-750, 1997.
- VEITCH, N. C. Isoflavonoids of the Leguminosae. *Natural Products Reports*, v. 24, p. 416-464, 2007.
- WIESBROOK, M.L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Illinois Pesticide review**, v.17, n.3. 2004.
- WITITSUWANNAKUL, R.; PASITKUL, P.; KANOKWIROON, K.; WITITSUWANNAKUL, D.. A role for a *Hevea* latex lectin-like protein in mediating rubber particle aggregation and latex coagulation. *Phytochemistry*, 69: 339 – 347, 2008.