

**Perfil molecular obtido por RAPD-PCR para a praga quarentenária para o Brasil,
Helicoverpa armigera (Hubner, 1808) (Lepidoptera, Noctuidae)**

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente

Silvio Crestana
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Ernesto Paterniani
Helio Tollini
Marcelo Barbosa Saintive
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Silvio Crestana
Diretor Presidente

José Geraldo Eugênio de França
Kepler Euclides Filho
Tatiana Deane de Abreu Sá
Diretores Executivos

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

José Manuel Cabral de Sousa Dias
Chefe-Geral

Maurício Antônio Lopes
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Maria Isabel de Oliveira Penteado
Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios

Maria do Rosário de Moraes
Chefe-Adjunto de Administração

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 103

Perfil molecular obtido por RAPD-PCR para a praga quarentenária para o Brasil, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera, Noctuidae)

Paulo Roberto Queiroz

Luzia Helena Corrêa Lima

Rose Monnerat

Cássia de Oliveira Hiragi

Kenya Carla Cardoso Simões

Daniel Carlos Almeida

Shirley Franx Silva

Karen Regina Vilarinho

Maria Regina Vilarinho de Oliveira

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Serviço de Atendimento ao Cidadão

Parque Estação Biológica, Av. W/5 Norte (Final) –

Brasília, DF CEP 70770-900 – Caixa Postal 02372 PABX: (61) 3348-4739 Fax: (61) 3340-3666 TUTUTU <http://www.cenargen.embrapa.brUUUTTT>

e.mail:sac@cenargen.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Maria Isabel de Oliveira Penteado*

Secretário-Executivo: *Maria da Graça Simões Pires Negrão*

Membros: *Arthur da Silva Mariante*

Maria Alice Bianchi

Maria de Fátima Batista

Maurício Machain Franco

Regina Maria Dechechi Carneiro

Sueli Correa Marques de Mello

Vera Tavares de Campos Carneiro

Supervisor editorial: *Maria da Graça S. P. Negrão*

Normalização Bibliográfica: *Maria Lara Pereira Machado*

Editoração eletrônica: *Maria da Graça S. P. Negrão*

1ª edição

1ª impressão (2005):

P 438 Perfil molecular obtido por RAPD-PCR para a praga quarentenária para o Brasil, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera, Noctuidae) / Paulo Roberto Queiroz ... [et al.]. – Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005.

46 p. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1676-1340; 103)

1. *Helicoverpa armigera* - praga quarentenária – Brasil. 2. Coleção biológica de referência de insetos exóticos - Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 3. *Helicoverpa armigera* - perfil molecular - RAP-PCR. 4. RAPD-PCR - identificação - praga quarentenária.

632.93 – CDD 21.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO	9
MATERIAIS E MÉTODOS	12
<i>Insetos</i>	12
<i>Perfil molecular</i>	13
<i>Reações de RAPD-PCR</i>	14
<i>Obtenção de perfis eletroforéticos</i>	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
1. <i>Descrição das fichas bioecológicas das espécies de insetos utilizadas nesse trabalho</i>	15
1.1. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hubner, 1808)	15
1.2. <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith, 1797)	22
2. <i>Definições de perfis eletroforéticos</i>	26
CONCLUSÃO	29
AGRADECIMENTOS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

Perfil molecular obtido por RAPD-PCR para a praga quarentenária para o Brasil, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera, Noctuidae)

**Paulo Roberto Queiroz⁴
Luzia Helena Corrêa Lima⁹
Rose Monnerat⁵
Cássia de Oliveira Hiragi⁶
Kenya Carla Cardoso Simões⁷
Daniel Carlos Almeida⁸
Shirley Franx Silva¹
Karen Regina Vilarinho²
Maria Regina Vilarinho de Oliveira³**

RESUMO

Uma das conseqüências da globalização da economia é a dispersão de espécies invasoras exóticas. Medidas quarentenárias desempenham papéis importantes contribuindo para barrar a entrada de espécies exóticas. *Helicoverpa armigera* é uma praga de expressão quarentenária para o Brasil. Ela compõe a “Coleção biológica de referência de insetos exóticos” da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. O perfil molecular para essa praga foi determinado por meio de RAP-PCR. O protocolo molecular otimizado deverá ser aplicado quando da suspeita ou interceptação da praga no país, contribuindo para a concretização de ações quarentenárias e no

³ Bióloga, Doutora, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70849-970. E.mail: vilarin@cenargen.embrapa.br

¹ Graduanda Geografia, Estagiária, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70849-970. E.mail: shirley@cenargen.embrapa.br

² Bióloga, Mestranda, Departamento de Produção Vegetal, Universidade de Brasília/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70849-970. Email: karen@cenargen.embrapa.br

⁴ Biólogo, Doutorando, Departamento de Biologia Animal, Universidade de Brasília/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70849-970. E.mail: queiroz@cenargen.embrapa.br

⁵ Bióloga, Doutora, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70849-970. E.mail: rose@cenargen.embrapa.br

⁶ Bióloga, Mestre, Departamento de Biologia Animal, Universidade de Brasília/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70849-970.

⁷ Bióloga, Departamento de Biologia - UNICEUB/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70849-970.

⁸ Graduando Biólogo, Estagiário, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70849-970.

⁹ Bióloga, Doutora, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70849-970. E.mail: luzia@cenargen.embrapa.br

estabelecimento e desenvolvimento de um banco de marcadores moleculares baseados em RAPD para insetos exóticos. A técnica de RAPD-PCR (Polimorfismo de DNA Amplificado ao Acaso) se baseia na amplificação do DNA gerando simplicidade e rapidez a baixos custos ao mesmo tempo em que facilita a identificação de uma praga quarentenária.

RAPD-PCR fingerprinting to the quarantine pest to Brazil, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera, Noctuidae)

ABSTRACT

INTRODUÇÃO

A economia mundial é moldada por avanços tecnológicos, melhorias no comércio doméstico e de alianças estratégicas internacionais. Essas ações tendem cada vez mais a globalizar os mercados. No setor agrícola, para concretização das ações humanas foi necessário o deslocamento de espécies, tanto vegetal como animal. Os objetivos iam desde o plantio de culturas já conhecidas para uso na alimentação, até de plantas ornamentais de jardins por razões sentimentais.

Uma das conseqüências dessas ações é a dispersão de espécies invasoras, que podem ser caracterizar como pragas, quando consideramos o trânsito de produtos agrícolas. Os deslocamentos dessas espécies em muitos casos, provocam impactos negativos nos ecossistemas locais e sobre as espécies que compõem estes ambientes.

As questões fitossanitárias constituem, dessa forma, no momento atual um dos principais fatores que podem colocar em risco a troca de mercadorias agrícolas em nível internacional, bem como de qualquer outro tipo de mercadoria, quando consideramos o problema sério de pragas em embalagens e suportes de madeira.

Com objetivos claros de resguardarem a economia internacional ao mesmo tempo em que promovem a proteção e sanidade vegetal e animal, vários órgãos internacionais, em conjunto ou separadamente, foram formados para estabelecerem regras, normas e diretrizes, entre eles, a Convenção da Biodiversidade, a qual tem a adesão de 178 países e a Organização Mundial do Comércio (OMC), com 139 países membros. O primeiro protege a biodiversidade mundial e o último, o comércio internacional de commodities e serviços, e uma de suas ações refere-se ao Acordo de Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (Acordo SPS) (WORLD TRADE ORGANIZATION, 1994).

O Acordo visa proteger os países de inúmeras espécies de pragas enquanto promove os princípios de liberdade e equivalência no comércio, também facilitando a

segurança por meio do uso de medidas que (1) estabelecem normas internacionais de medidas sanitárias e fitossanitárias, (2) realizem avaliações de risco baseadas em evidências e princípios científicos, (3) apresentem consistência na aplicação de medidas apropriadas de proteção, (4) tenham impacto mínimo, (5) apresentem equivalência de medidas, (6) mantenham transparência nas notificações das medidas aplicadas ao comércio (WORLD TRADE ORGANIZATION, 1994).

As atividades de proteção de plantas, incluindo quarentena também estão no âmbito da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) por meio da Convenção Internacional para Proteção dos Vegetais (CIPV). Ao mesmo tempo para facilitar o comércio regional e fortalecer a negociação internacional, os países têm se organizado em grupos, próximos geograficamente, para regulamentar e implementar a quarentena de plantas, parte de plantas e seus derivados destinados ao comércio e à pesquisa.

Individualmente, os países devem contar com Organizações Nacionais de Proteção Fitossanitária (ONPF), que estão sendo desafiadas a acomodarem as inúmeras demandas criadas com as aceleradas taxas de crescimento do comércio internacional ao mesmo tempo que acompanham e implementam as constantes mudanças nas exigências fitossanitárias internacionais. No Brasil, o Órgão Nacional de Proteção Fitossanitária (ONPF), representado pelo Departamento de Defesa e Inspeção Vegetal (DDIV) do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA) está sendo desafiado a acomodar as enormes demandas criadas com essas mudanças no comércio.

Neste cenário, os avanços científicos, paralelamente a ONPF, devem ser capazes de fornecer subsídios técnicos para que as medidas e as ações geradas dessas demandas sejam implementadas beneficiando a sociedade de modo geral. Na área fitossanitária, as pragas são importantes organismos neste processo, porque ao se dispersarem para áreas isentas podem promover grandes impactos nos ecossistemas. Vários países tiveram suas economias profundamente abaladas pela presença de

pragas em seus agroecossistemas e muitas das barreiras não-tarifárias impostas em produtos comerciais são resultantes da presença indesejada desses organismos.

De acordo com a FAO (2002), praga é qualquer espécie, raça ou biótipo de vegetais, animais ou agentes patogênicos, nocivos aos vegetais ou produtos vegetais. Praga quarentenária é um organismo de expressão econômica potencial para a área posta em perigo e onde ainda não está presente, ou se está não se encontra amplamente distribuída e é oficialmente controlada (FAO, 2002). Entende-se também como sinônimo de pragas quarentenárias, as espécies exóticas – EE, cuja definição é: espécies ou subespécies ou grupos táxons inferiores, introduzidos fora de seu habitat natural ou presente distribuição geográfica; inclui qualquer parte de tais espécies como gametas, ovos ou propágulos que possam sobreviver e subseqüentemente reproduzir, e por “espécies invasoras exóticas” – EIE, uma espécie exótica cuja introdução e ou dispersão ameaça a diversidade biológica (CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2002).

Dentro dessa perspectiva, a Estação Quarentenária de Germoplasma Vegetal – EQGV, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, tem como uma de suas atribuições, a estruturação de uma “Coleção biológica de referência de insetos exóticos”. A elaboração de informes bioecológicos da praga considerando a abordagem de prevenção de entrada da praga no país associado à determinação do perfil molecular de RAPD-PCR (Polimorfismo de DNA Amplificado ao Acaso) contribuem para a concretização de ações quarentenárias e no estabelecimento e desenvolvimento futuro de um banco de marcadores moleculares. Isso permitirá a identificação rápida e segura de uma praga exótica ao ser interceptada em um ponto de entrada no país, colaborando para a adoção de medidas quarentenárias e fitossanitárias de forma mais eficiente.

Os insetos compõem a categoria de organismos que mais impactos causam a agricultura, em nível mundial. Dentro desse grupo, as lepidópteras e os coleópteros, são os que mais contribuem para as perdas e danos do sistema produtivo agrícola. *H.*

armigera e *Spodoptera frugiperda*, pertencem a Ordem Lepidoptera, Família Noctuidae, são espécies polífagas e cosmopolita, conseqüentemente, causam grande impacto econômico, ambiental e social, nas áreas onde ocorrem. *H. armigera* ataca importantes plantas cultivadas, entre elas as plantas ornamentais, o milho, o tomate, a soja e as frutas do grupo das amoras (DUFFIELD e CHAPPLE, 2001; INRA, 2005).

Para efeito de determinação do perfil molecular de *H. armigera*, nesse trabalho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), foi utilizada como espécie-padrão. Essa praga é uma das principais pragas do arroz e milho, no continente americano. Ela é vulgarmente conhecida como a lagarta-do-cartucho do milho ou lagarta-militar e é considerada a mais importante praga do milho no país. O seu ataque ocorre em todos os estádios do milho, podendo causar perdas de até 39% (VIANA e PRATES, 2003), dependendo, principalmente, do estágio da cultura em que ocorre o ataque (VALICENTE e CRUZ, 1991; CRUZ, 1995 citados por BOGORNI e VENDRAMIM, 2003). Nagoshi e Meagher (2004), relaciona duas raças para essa espécie, a raça do arroz e a do milho.

A metodologia de trabalho constará da elaboração das fichas biológicas de *H. armigera*, considerando a abordagem de prevenção de entrada da praga no país e de *S. frugiperda*, pela expressão econômica que ela representa para as culturas de milho e arroz no país. Também terá como objetivo determinar o perfil molecular por meio de RAPD, para essa espécie, de forma a subsidiar as medidas quarentenárias que por ventura necessitem ser aplicada para essa espécie quarentenária que integra a coleção biológica de referência de insetos quarentenários, se houver interceptação ou introdução da praga no país.

MATERIAIS E MÉTODOS

Insetos

Os insetos utilizados nesse trabalho foram *S. frugiperda* e *H. armigera*.

S. frugiperda foi utilizada como espécie-padrão para a determinação do perfil molecular utilizando-se o RAPD-PCR. Larvas de terceiro instar, em número de cinco, foram coletadas na “Colônia de criação de insetos” da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Essa colônia foi estabelecida em 1990 e é constituída de populações originárias da Embrapa Milho e Sorgo da cultura do milho. A fase imatura é mantida em dieta artificial conforme estabelecido por Schmidt et al. (2001). A criação das larvas foi realizada em ambiente com temperatura constante de $28^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 h. O material analisado de *H. armigera* foi cedido pelo Instituto de ARC-Grain Crops, em Potchefstroom, África do Sul, por meio do Dr. Johnnie van den Berg. Utilizou-se para análise parte de indivíduo adulto de *H. armigera*.

Perfil molecular

O procedimento utilizado para a obtenção de perfis moleculares de *A. segetum*, foi otimizado com base no protocolo previamente estabelecido para *Helicoverpa armigera* (LIMA et al., no prelo).

Os insetos foram submetidos à maceração e em seguida, adicionou-se 500 μL de tampão de extração (Tris-HCl 10mM pH 8, EDTA 1mM, Triton X-100 0,3% e Proteinase K 60 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$), incubando-se por 30min a 65°C . Em seguida, adicionou-se 500 μL de fenol/clorofórmio/álcool isoamílico (25:24:1) e as fases foram homogeneizadas em vortex por 5s. Após a homogeneização, o material foi centrifugado por 10min a 10.000xg e a 10°C . A fase aquosa foi então transferida para um novo tubo plástico, repetindo-se a etapa anteriormente descrita.

O DNA foi precipitado pela adição de 30 μL de NaCl 5M e 1mL de etanol absoluto incubando-se por 2h a -20°C . Após centrifugação a 10.000xg por 10min a 10°C , o DNA precipitado foi lavado duas vezes com 500 μL de etanol 70%, seco à temperatura ambiente, ressuspenso em TE 0,1X (Tris-HCl 1mM pH 8, EDTA 0,1mM) e armazenado a -20°C . Para as análises de RAPD, utilizaram-se os DNA's extraídos a partir dos fragmentos originários dos indivíduos adultos de *H. armigera* diluídos 10X e de *S. frugiperda* diluído 50X em TE 0,1X.

Reações de RAPD-PCR

Para os estudos de caracterização molecular, utilizou-se 5µL do DNA diluído (100ng) em 30µL de uma reação de RAPD-PCR, contendo 3,0µL de tampão PCR 10X (Amersham), 0,6µL de dNTP's 10mM, 1,2µL de um primer 10µM de seqüência aleatória da Operon Technologies, Inc. (Tabela 1), 0,3µL de enzima *Taq* DNA polimerase (2,5 U) (Pharmacia) na concentração de 2,5U.µL⁻¹ e 24,9µL de água milliQ destilada. Após a adição do DNA, as reações foram cobertas com óleo mineral.

Tabela 1 – Primers usados nas reações de RAPD-PCR.

Primer	Seqüência (5' → 3')
OPA-03	AGT CAG CCA C
OPA-04	AAT CGG GCT G
OPA-10	GTG ATC GCA G
OPA-11	CAA TCG CCG T
OPA-13	CAG CAC CCA C
OPA-18	AGG TGA CCG T
OPR-01	TGC GGG TCC T
OPR-02	CAC AGC TGC C
OPR-04	CCC GTA GCA C
OPR-08	CCC GTT GCC T

Obtenção de perfis eletroforéticos

As amplificações foram efetuadas em termociclador (PTC 100 MJ Research) programado para 45 ciclos, contendo uma etapa inicial de desnaturação de 3min a 94°C. Cada ciclo foi constituído de uma etapa de desnaturação de 1min a 93°C, anelamento por 1min a 35°C e extensão por 2min a 72°C. Após os ciclos, foi realizada uma etapa de extensão final de 5min a 72°C. Os produtos de amplificação foram

visualizados em gel de agarose 1,5% submerso em tampão TBE 1X (Tris-borato 9mM e EDTA 1mM), fotografados e arquivados no sistema de foto documentação (Eagleeye). Em todos os géis, marcadores de massa molecular (Ladder 100 bp - GIBCO) foram usados para a determinação do tamanho dos fragmentos amplificados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Descrição das fichas bioecológicas das espécies de insetos utilizadas nesse trabalho

1.1. Helicoverpa armigera (Hubner, 1808)

Posição Taxonômica

Classe: Insecta

Ordem: Lepidoptera

Família: Noctuidae

Sinonímia

Heliothis armigera Hubner

Heliothis fusca Cockerell

Chloridea armigera Hübner

Noctua armigera Hübner

Nomes Vulgares

american bollworm

corn ear-worm

corn earworm

cotton ball worm
cotton bollworm
gram caterpillar
gram pod-borer
groundnut leafminer
old world bollworm
pod borer
tobacco budworm
tomato fruitworm

Plantas Hospedeiras

Abelmoschus esculentus (quiabo), Malvaceae (SRIVASTAVA et al., 2002; KAKIMOTO et al., 2003; BALAKRISHNAN et al., 2004)

Allium sp., Liliaceae (SRIVASTAVA et al., 2002)

Allium cepa (cebola, Liliaceae) (SRIVASTAVA et al., 2002)

Amaranthus viridis (caruru verde), Amaranthaceae (JOGINDER et al., 1990)

Arachis hypogaea (amendoim), Fabaceae (SHI et al, 1995; SHANOWER et al., 1999)

Asparagus officinalis (aspargo), Liliaceae (DAVIS e VENETTE, 2004)

Brassica oleracea var. botrytis (couve-flor), Brassicaceae (ANIL et al., 2004)

Brassica oleracea var. capitata (repolho), Brassicaceae (SAUCKE et al., 2000; ANIL et al., 2004)

Cajanus cajan (guandu), Fabaceae (MINJA et al., 1999; MARFO, 2000; ANIL et al., 2004)

Capsicum sp. Solanaceae (SRIVASTAVA et al., 2002; KAKIMOTO et al., 2003)

Carthamus tinctorius (cártamo), Asteraceae (SRIVASTAVA et al., 2002)

Chenopodium album (ançarinha branca), Chenopodiaceae (JOGINDER et al., 1990; SATPUTE et al., 2002; ANIL et al., 2004)

Chenopodium quinoa (quinoa, Chenopodiaceae) (ANIL et al., 2004)

Cicer arietinum (grão de bico), Fabaceae (SHANOWER et al., 1999; SATPUTE et al., 2002; ANIL et al., 2004)

Citrus sinensis (laranja), Rutaceae (REDDY e REDDY, 1999)
Commelina benghalensis (trapoeraba), Commelinaceae (SATPUTE et al., 2002)
Convolvulus arvensis (siminho), Convolvulaceae (JOGINDER et al., 1990; SATPUTE et al., 2002)
Cucumis anguria (maxixe), Cucurbitaceae (RAVI et al., 1998)
Cucumis melo (melão), Cucurbitaceae (RAO e RAO, 1999)
Datura stramonium (zabumba), Solanaceae (SATPUTE et al., 2002)
Dianthus caryophyllus (cravo), Caryophyllaceae (GANESHAN et al., 1997)
Digera arvensis, Amaranthaceae (SATPUTE et al., 2002)
Fragaria ananassa (morando), Rosaceae (RAJPAL et al., 2004)
Glycine max (soja), Fabaceae (LUONG, 1995; KAKIMOTO et al., 2003)
Gossypium hirsutum (algodão), Malvaceae (SHI et al., 1995; GOZE et al., 2003; MELLET et al., 2004; NIBOUCHE et al., 2004)
Gossypium sp. (algodão), Malvaceae (MUKHITDINOV, 1994; PASCUA et al., 1997; MATTHEWS, 1999; JAVAID et al., 2000; MICHEL, et al., 2000; ADNAN et al., 2002; SRIVASTAVA et al., 2002; KAKIMOTO et al., 2003; BALAKRISHNAN et al., 2004)
Helianthus annuus (girassol), Asteraceae (SRIVASTAVA et al., 2002; BALAKRISHNAN et al.; HORVATH et al., 2004))
Hordeum vulgare (cevada), Poaceae (PRASAD, 1997)
Hyptis suaveolens (jitirana), Labiatae (WILSON, 1997)
Ipomoea batatas (batata doce), Solanaceae (SHI et al., 1995)
Lactuca sativa (alface) Asteraceae (ANIL et al., 2004)
Lens culinaris (lentilha), Fabaceae (SRIVASTAVA et al., 2002)
Linum usitatissimum (linho), Linaceae (SATPATHI, 2003)
Lycopersicon esculentum (tomate), Solanaceae (GANESHAN et al., 1997; AHEER et al., 1998; SRIVASTAVA et al., 2002; TUMWINE et al., 2002; KAKIMOTO et al., 2003)
Malus pumila (maçã), Rosaceae (LI et al., 1998)
Medicago sativa (alfafa), Fabaceae (SRIVASTAVA et al., 2002)
Momordica charantia (melão-de-são-caetano), Cucurbitaceae (MATHEW et al., 1996)
Nicotiana sp., Solanaceae (TITMARSH et al., 1990; GANESHAN et al., 1997)
Nicotiana tabacum (tabaco), Solanaceae (SANNINO, 2005)

Papaver somniferum (papoula), Papaveraceae (SRIVASTAVA et al., 2002)

Pennisetum glaucum (milheto), Poaceae (SHANOWER et al., 1999; BALAKRISHNAN et al., 2004)

Phaseolus vulgaris (feijão), Fabaceae (SHI et al., 1995)

Pisum sativum (ervilha), Fabaceae (SRIVASTAVA et al., 2002)

Ricinus communis (mamona), Euphorbiaceae (SRIVASTAVA et al., 2002; GEETHA et al., 2003)

Rosa chinensis (rosa), Rosaceae (GAHUKAR, 2002)

Solanum melongena (berinjela), Solanaceae (SRIVASTAVA et al., 2002)

Solanum tuberosum (batata), Solanaceae (GANESHAN et al., 1997; SRIVASTAVA et al., 2002)

Solanum viarum (joá), Solanaceae (TALEKAR et al., 1999)

Sonchus arvensis, Asteraceae (SATPUTE et al., 2002)

Sorghum bicolor (sorgo), Fabaceae (BALAKRISHNAN et al., 2004)

Sorghum sp., Fabaceae (SHANOWER et al., 1999; BOCK et al., 2001)

Trifolium alexandrinum (trevo-de-Alexandria), Fabaceae (SRIVASTAVA et al., 2002; ANIL et al., 2004)

Triticum aestivum (trigo), Poaceae (SHI et al., 1995)

Vigna sp. Fabaceae (SRIVASTAVA et al., 2002)

Vigna mungo (feijão), Fabaceae (BALAKRISHNAN et al., 2004)

Vigna radiata (feijão mungo), Fabaceae (ADAMU et al., 2001; BALAKRISHNAN et al., 2004)

Vigna unguiculata (caupi), Fabaceae (GALANIHE e RANASINGHE, 1991; BALAKRISHNAN et al., 2004)

Zea mays (milho), Poaceae (SHI et al., 1995; SHANOWER et al., 1999; SRIVASTAVA et al., 2002; BAGRINTSEVA et al., 2004; BALAKRISHNAN et al., 2004; FAURE et al., 2004)

Distribuição Geográfica

África

África do Sul (MELLET et al., 2004)
Burkina Faso (GOZE et al., 2003)
Camarões (GOZE et al., 2003; NIBOUCHE et al., 2004)
Costa do Marfim (MARTIN et al., 2003)
Egito (EL MERGAWY et al., 2003)
Gana (MARFO, 2000)
Madagascar (KUKLINSKI e BORGEMEISTER, 2002)
Malauí (MINJA, 1999)
Mali (MICHEL, 2000)
Marrocos (HMIMINA et al., 1993)
Maurício (GANESHAN et al., 1997)
Moçambique (JAVAID et al., 2000)
Nigéria (ADAMU et al., 2001)
Quênia (MINJA et al., 1999; BOCK et al., 2001)
Senegal (DAVIS e VENETTE, 2004)
Sudão (ABDELRAHMAN et al., 1998)
Tanzânia (MINJA et al., 1999)
Uganda (MINJA et al., 1999; TUMWINE et al., 2002)
Zimbábue (MATTHEWS, 1999)

Ásia

Bangladesh (MUSA et al., 1999)
Cazaquistão (AIMANBETOV e AZHBENOV, 2004)
China (SHI et al., 1995)
Filipinas (PASCUA et al., 1997)
Índia (MATHEW et al., 1996; RAVI et al., 1998; REDDY e REDDY, 1999; GAHUKAR, 2002; SINGH et al., 2002; SRIVASTAVA et al., 2002; GEETHA et al., 2003; SATPATHI, 2003; ANIL et al., 2004; RAJPAL et al., 2004)
Indonésia (BERG et al., 2000)
Israel (ZHOU et al., 2000)
Japão (ENDO et al., 2000)

Nepal (APEL et al., 1999)
Omã (ELAWAD et al., 1997)
Paquistão (AHEER et al., 1998)
Rússia (BAGRINTSEVA et al., 2004)
Síria (ADNAN et al., 2002)
Sri Lanka (GALANIHE e RANASINGHE, 1991)
Tadjiquistão (MUKHITDINOV, 1994)
Tailândia (BUHOLZER et al., 1997)
Taiwan (TALEKAR et al., 1999)
Turquia (KARSAVURAN e CETIN, 2002)
Uzbequistão (SAGDULLAEV et al., 2003)
Vietnã (LUONG, 1995)

Europa

Alemanha (HOPPE et al., 1994)
Belarus (KULAK e SOLODOVNIKOV, 2002)
Eslovênia (GOMBOC, 1999)
Espanha (BUHOLZER et al., 1997)
França (FAURE et al., 2004)
Holanda (VOS, 2000)
Hungria (HORVATH et al., 2004)
Itália (SANNINO et al., 2004)
Noruega (HANSEN, 1989)
Portugal (LEANDRO et al., 2003)
Romênia (ROMAN et al., 1996)
Suíça (HACHLER et al., 1998)

Oceania

Austrália (TITMARSH et al., 1990; WILSON, 1997)
Nova Caledônia (DALY, 1999)
Nova Zelândia (CAMERON et al., 2001)

Papua-Nova Guiné (SAUCKE et al., 2000)

Via-de-ingresso

Parte aérea da planta (flor, estruturas reprodutivas, pontos de crescimento, folha, gemas, fruto/vagem).

Sintomas

Os instares mais jovens (1 a 5 dias) alimentam-se muito nas folhas e flores do grão-de-bico, enquanto os mais velhos (terceiro ínstar em diante) alimentam-se nas folhas (se os frutos não estão disponíveis) e nos frutos. Entretanto, no amendoim, a larva alimenta-se bastante nas folhas terminais. Para guandu e algodão o maior dano é causado nas estruturas reprodutivas. A larva alimenta-se nas folhas quando as estruturas reprodutivas não estão disponíveis (SHARMA et al., 2005).

Helicoverpa armigera (Hubner) (Lep., Noctuidae) é uma das principais pragas polípagas das culturas agrícolas do mundo todo. Os estágios imaturos alimentam-se em todos os estágios de desenvolvimento da planta, danificando as estruturas frutíferas e não frutíferas (JOHNSON e ZALUCKI, 2005). A larva de *Helicoverpa armigera* ataca ramos, flores e cápsulas da semente de plantas desenvolvidas (SANNINO, 2005).

Detecção

O comércio de plantas ornamentais e flores de corte é um bom meio de dispersão da praga. As larvas podem alimentar-se no interior de frutas e vegetais, tornando a detecção difícil, mas podem ser encontradas perto dos furos nas frutas e nas flores. O dano externo causado pela alimentação dos instares mais avançados é prontamente detectável. O material vegetal deve ser inspecionado cuidadosamente para detectar ovos, devido seu tamanho reduzido. Os machos adultos podem ser

capturados usando armadilhas de feromônio específicas e adultos de ambos os sexos podem ser capturados em armadilhas luminosas (EPPO, 2003).

Expressão Econômica

As perdas anuais na produção de guandu, devido a *H. Armigera*, têm sido estimadas em U\$ 317 milhões no mundo todo, a praga se alimenta na parte mais valiosa para o ser humano, o alimento (SHANOWER et al., 1999).

Medidas Quarentenárias

O maior risco de introdução desta praga em regiões onde ainda não existe é a partir da entrada de larvas ou pupas em plantas hospedeiras e partes de plantas ornamentais, como arranjos florais (COMMONWEALTH OF AUSTRALIA, 1996). Nos portos e aeroportos, as brotações, as folhas novas, os frutos em desenvolvimento e outras partes de vegetais, principalmente de plantas ornamentais, devem ser cuidadosamente examinados, com o auxílio de lupas de bolso (x30). Em caso de suspeita, o material deve ser tratado imediatamente. Recomenda-se que todas as plantas hospedeiras e parte destas, bem como outro tipo de material de propagação, sejam provenientes de sementeiras ou locais livres da praga e quando importadas, estejam acompanhadas de um Certificado Fitossanitário, bem como fumigados antes do envio. O Certificado Fitossanitário deve especificar o tratamento realizado no material vegetal.

1.2. *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)

Posição Taxonômica

Classe: Insecta

Ordem: Lepidoptera

Família: Noctuidae

Sinonímia

Laphygma frugiperda

Noctua frugiperda

Phalaena frugiperda

Nomes Vulgares

fall armyworm

gusano cogollero

lagarta-do-cartucho

lagarta-do-cartucho do milho

lagarta-dos-arrozais

lagarta militar

Plantas Hospedeiras

Arachis hypogea (amendoim), Fabaceae (MEAGHER e MITCHELL, 2001)

Brassica oleracea var. *capitata* (repolho), Brassicaceae (ARMSTRONG, 1994)

Gossypium hirsutum (algodão), Malvaceae (FERNANDES et al., 2002)

Oryza sativa (arroz) Poaceae (DIDONET et al., 2001; IAPAR, 2001; BUSATO et al., 2005)

Zea mays (milho) Poaceae (EVANS e STANSLY, 1990; VANEGAS, 1990; GONZALEZ et al., 1994; LOPEZ e REYES, 1995; SILVA et al., 2000; JOSE FERNANDEZ et al., 2001; PINANGO et al., 2001; GARCIA et al., 2002; BASTOS et al., 2003; BLEICHER et al., 2003; GUERREIRO et al., 2003; KUNIYOSHI et al., 2003; VARGAS e BOBADILLA, 2003; GIAVENO et al., 2004; NAGOSHI e MEAGHER, 2004; BUSATO et al., 2005)

Saccharum officinarum (cana-de-açúcar), Poaceae (BADILLA FERNANDEZ, 2002)

Triticum aestivum (trigo) Poaceae (GOMEZ e AVILA, 2001)

Distribuição Geográfica

América Central e Caribe

Cuba (JOSE FERNANDEZ et al., 2001)

Costa Rica (BADILLA FERNANDEZ, 2002)

Honduras (KUNIYOSHI et al., 2003)

Nicaragua (VANEGAS, 1990)

Porto Rico (ARMSTRONG, 1994)

Trinidade e Tobago (VIGNES, 1991)

América do Norte

Estados Unidos (NAGOSHI e MEAGHER, 2004)

México (ROJAS et al., 2004)

América do Sul

Argentina (GIAVENO et al., 2004)

Bolívia (LOPEZ e REYES, 1995)

Brasil

Ceará (BLEICHER et al., 2003)

Espírito Santo (FANTON, 1990)

Mato Grosso (GOMEZ e AVILA, 2001)

Mato Grosso do Sul (FAVERO et al., 2000; FERNANDES et al., 2002)

Minas Gerais (BASTOS et al., 2003)

Paraná (IAPAR, 2001)

Pernambuco (GONZALEZ et al., 1994)

Rio Grande do Norte (SILVA et al., 2000)

Rio Grande do Sul (BUSATO et al., 2005)

São Paulo (GUERREIRO et al., 2003)

Tocantins (DIDONET J. et al., 2001)

Chile (VARGAS e BOBADILLA, 2003)

Colômbia (GARCIA et al., 2002)
Equador (EVANS e STANSLY, 1990)
Guiana Francesa (SILVAIN e REMILLET, 1993)
Venezuela (PINANGO et al., 2001)

Europa
Lituânia (OSTRAUSKAS, 2003)

Sintomas

No início do ataque à planta do milho, as lagartas raspam as folhas deixando áreas transparentes. A lagarta se desenvolve e passa a localizar-se no cartucho da planta, destruindo-o. O estágio da planta mais sensível ao ataque é quando esta apresenta de 8 a 10 folhas. Medidas para o controle devem ser realizadas quando 17% das plantas estiverem com o sintoma de folhas raspadas (CRUZ et al., 2005).

A lagarta-dos-arrozais, também conhecida como lagarta-do-cartucho do milho ou lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*) existe em todos os Estados do Brasil, é polífaga e tem grande poder de destruição. No arroz irrigado, o período crítico de ataque ocorre entre a emergência das plântulas e a inundação da lavoura, quando as lagartas cortam as plantas rente ao solo, podendo destruir áreas extensas da cultura. A praga pode atacar toda a parte aérea da planta de arroz, sendo mais comum e prejudicial por reduzir a superfície foliar das plantas jovens ou mais desenvolvidas, quando há comprometimento da folha bandeira (FERREIRA e BARRIGOSI, 2005).

Expressão Econômica

Spodoptera frugiperda é considerada a principal praga da cultura do milho no Brasil. Ataca a planta desde a sua emergência até o pendoamento e espigamento. As perdas devido ao ataque da lagarta podem reduzir a produção em até O seu ataque ocorre em todos os estádios do milho, podendo causar perdas de até 39% (VIANA e

PRATES, 2003), dependendo, principalmente, do estágio da cultura em que ocorre o ataque essas perdas podem alcançar até 34% (VALICENTE e CRUZ, 1991; CRUZ, 1995 citados por BOGORNÍ e VENDRAMIM, 2003; CRUZ et al., 2000). Nagoshi e Meagher (2004), relaciona duas raças para essa espécie, a raça do arroz e a do milho. Busato et al. (2004) e Busato et al. (2005), citam a presença das raças do arroz e milho, no estado do Rio Grande do Sul.

Em condições de laboratório, uma lagarta de *S. frugiperda*, para completar o desenvolvimento na cultivar de arroz irrigado BR Irga 409, precisou, em média, de 20,6 dias, e consumiu 156,7 cm² de folha; os três últimos ínstaras larvais foram responsáveis por mais de 90% do total de folhas consumidas. Em arroz novo, antes da irrigação, verificou-se que, em sete dias de alimentação, cada lagarta pode provocar redução de 0,9% na produção de grãos, se for originada dentro da lavoura, e 1,5%, se for migrante (FERREIRA e BARRIGOSI, 2005).

2. Definições de perfis eletroforéticos

Os 10 primers de seqüência aleatória de RAPD produziram padrões de bandejamento diferenciados entre as espécies de lepidópteras analisadas nesse trabalho (Figura 1).

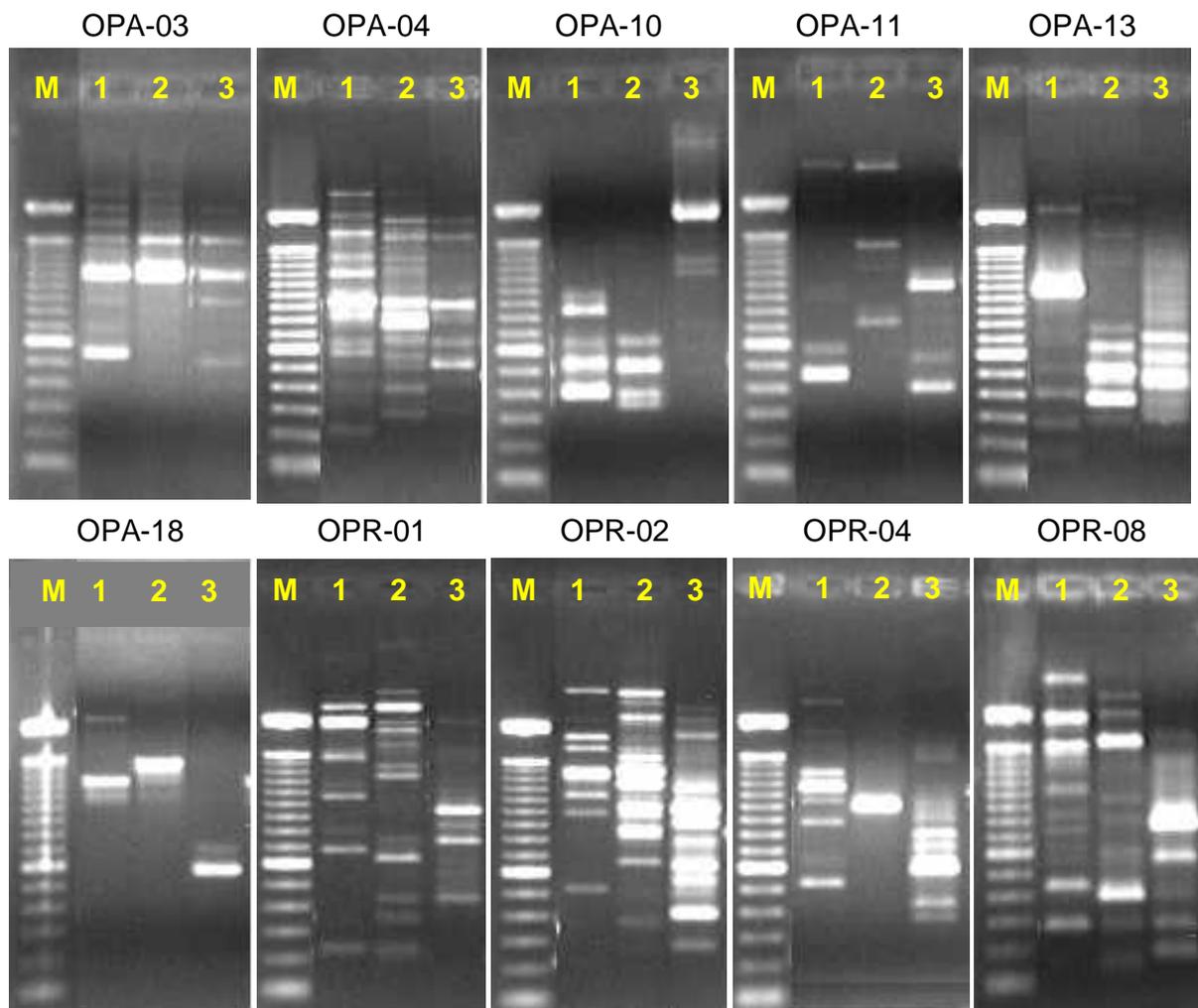


Figura 1 – Perfis de marcadores moleculares obtidos das amostras analisadas com o uso de 10 primers de RAPD. A letra M indica o marcador de massa molecular 100 pb ladder, (1) e (2) indivíduos adultos de *H. armigera* e (3) larva de *Spodoptera frugiperda* (amostra padrão).

Os dois indivíduos adultos de *H. armigera* originaram perfis diferenciados em todas as combinações de primers que foram utilizadas nas reações de amplificação por RAPD. Com o primer OPA-03, o indivíduo (1) de *H. armigera* originou um fragmento de 550 pb que não foi observado no indivíduo (2) e nem na amostra de *S. frugiperda*. Com esse mesmo primer observou-se uma banda de 1100 pb. Provavelmente, essa banda

de DNA deverá ser uma candidata para o desenvolvimento de um marcador espécie-específico. Das 10 seqüências aleatórias de RAPD que foram utilizadas, observou-se que os mais polimórficos foram os primers OPA-04, OPR-01, OPR-02 e OPR-08. Uma banda característica de 450 pb foi encontrada no indivíduo (1) com a utilização do primer OPA-11, o mesmo não aconteceu para o indivíduo (2) de *H. armigera*. O mesmo resultado foi observado com o primer OPA-13, gerando um fragmento característico de 1100 pb para o indivíduo (1). Com o primer OPA-18 foram visualizadas bandas específicas para os dois indivíduos. O indivíduo (1) apresentou um marcador molecular de 1200 pb e, o indivíduo (2), um de 1450 pb. O primer OPR-04 gerou um fragmento de 1200 pb, específico apenas para o indivíduo (2). Os resultados também apresentaram perfis de RAPD com variabilidade genética para essa espécie de lepidóptera, havendo a possibilidade de se encontrar marcadores moleculares mais específicos que poderão ser desenvolvidos para a identificação mais precisa da espécie *H. armigera*. Um exemplo disso seria marcadores moleculares como os primers específicos, gerados por RAPD, para identificação mais direta das espécies. Essa estratégia foi aplicada por Agusti et al. (1999) que desenvolveram primers específicos para a detecção de *H. armigera* no intestino de possíveis predadores dessa espécie. Usando a técnica de RAPD gerou-se um fragmento de 1200 pb - presente apenas em *H. armigera* e ausente no predador *Dicyphus tamaninii* - que foi então usado para a obtenção de um par de primers específico para essa região em *H. armigera*. Com essa estratégia foi possível detectar o inseto no intestino do respectivo predador. Dessa forma, os marcadores moleculares obtidos por RAPD mostram-se úteis para o desenvolvimento de várias estratégias, para o estudo da dinâmica das populações de lepidópteras, assim como, para a caracterização de potenciais agentes de biocontrole.

Estes resultados indicam que a técnica de RAPD poderá ser usada na identificação de *H. armigera*, tanto para amostras frescas quanto para as conservadas em álcool (LIMA et al., no prelo). Uma estratégia molecular foi estabelecida para atender a necessidade de se detectar a presença de insetos exóticos nas culturas do Brasil a partir de amostras armazenadas em álcool. Além disso, a partir dos marcadores moleculares gerados por RAPD é possível o desenvolvimento de primers específicos para as espécies de lepidópteras. Essa estratégia foi aplicada por Agusti et al. (1999)

que desenvolveram primers específicos para a detecção de *H. armigera* no intestino de possíveis predadores dessa espécie.

Contudo, o sucesso na obtenção de marcadores moleculares via RAPD é dependente da qualidade do DNA obtido a partir dos tecidos do inseto. A técnica de extração utilizada nesse trabalho forneceu DNA com qualidade para todo tipo de análise molecular.

CONCLUSÃO

O perfil molecular obtido por meio de RAPD-PCR nesse trabalho demonstrou ser eficaz e será utilizado como perfil padrão para a identificação de *H. armigera*, caso a praga venha ser interceptada ou introduzida no país, permitindo uma identificação segura e ações rápidas de quarentena e a elaboração de políticas públicas para pragas quarentenárias.

AGRADECIMENTOS

Dr. Johnnie van den Berg, Instituto de ARC-Grain Crops, Potchesfstrroom, África do Sul, pelo envio das amostras de *A. segetum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELRAHMAN, A. A.; ALSAFFAR, A.; MUNIR, B.; STAM, P. A. Cotton integrated pest management in central Sudan. **Arab Journal of Plant Protection**, Beirut, v. 16, n. 1, p. 52-54, 1998.

ADAMU, R. S.; DIKE, M. C.; AKPA, A. D. Insect fauna associated with greengram (*Vigna radiata* (L.) Wilc.) in the Northern Guinea Savanna of Nigeria. **Journal of**

Sustainable Agriculture and the Environment, Abia State, Nigeria, v. 3, n. 2, p. 331-336, 2001.

ADNAN, B.; AL NABHAN, M.; PINTUREAU, B. A study on the effect of *Trichogramma principium* releases on cotton bollworms and the chrysopid predator *Chrysoperla carnea* in Syrian cotton fields. **Arab Journal of Plant Protection**, Beirut, v. 20, n. 1, p. 59-61, 2002.

AGUSTI, N.; DE VICENTE, M. C.; GABARRA, R. Development of sequence amplified characterized region (SCAR) markers of *Helicoverpa armigera*: a new polymerase chain reaction-based technique for predator gut analysis. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 8, p. 1467-1474, 1999.

AHEER, G. M.; MUHAMMAD, L.; MUHAMMAD, S. Quantitative losses of tomato fruits caused by tomato fruit borer, *Heliothis armigera* (Hb.). **Pakistan Entomologist**, Faisalabad, Pakistan, v. 20, n. 1/2, p. 87-88, 1998.

AIMANBETOV, M. Z.; AZHBENOV, V. K. Plant protection in Kazakhstan. **Zashchita i Karantin Rastenii**, Moscow, n. 3, p. 18-21, 2004.

ANIL, K.; PARIHAR, S. B. S.; RAMKISHORE. Host plants of *Helicoverpa armigera* (Hubner) in Uttar Pradesh. **Insect Environment**, Bangalore, India, v. 10, n. 3, p. 139-141, 2004.

APEL, H.; HERRMANN, A.; RICHTER, O. A Decision Support System for Integrated Pest Management of *Helicoverpa armigera* in the tropics and subtropics by means of a rule-based Fuzzy Model. **Zeitschrift fur Agrarformatik**, Munster-Hiltrup, Germany, v. 7, n. 4, p. 83-90, 1999.

ARMSTRONG, A. M. Additional new records of armyworms (*Spodoptera frugiperda* & *S. exigua*) attacking cabbage in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Puerto Rico, v, 78, n. 1-2, p. 69-70, 1994.

BADILLA FERNANDEZ, F. A successful biological control program of insect pests in sugar cane in Costa Rica. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, Turrialba, Costa Rica, n. 64, p. 77-87, 2002.

BAGRINTSEVA, V. N.; BORSHCH, T. I.; SHTAIN, S. E.; CHEBYKINA, L. A. Dangerous pests of maize. **Zashchita i Karantin Rastenii**, Moscow, n. 5, p. 34, 2004.

BALAKRISHNAN, N.; BASKARAN, R. K. M.; MAHADEVAN, N. R. Feeding and ovipositional preference of *Helicoverpa armigera* (Hubn.) on different plant hosts. **Journal of Applied Zoological Researches**, Cuttack, Índia, v. 15, n. 1, p. 14-16, 2004.

BASTOS, C. S.; GALVAO, J. C. C.; PICANCO, M. C.; CECON, P. R.; PEREIRA, P. R. G. Incidência de insetos filófagos e de predadores no milho e no feijão cultivados em sistema exclusivo e consorciado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 391-397, 2003.

BERG, H. van den; AZIZ, A.; MACHRUS, M. On-farm evaluation of measures to monitor and control soybean pod-borer *Etiella zinckenella* in East Java, Indonesia. **International Journal of Pest Management**, Abingdon, UK, v. 46, n. 3, p. 219-224, 2000.

BLEICHER, E.; OLIVEIRA, I. S. R. de; VIDAL NETO, F. das C. Controle da lagarta-do-cartucho do milho usando-se areia como veículo de inseticida. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 34, n. 1, p. 51-56, 2003.

BOCK, C. H.; SONGA, J.; JULIAN, A. M. Survey of sorghum pests and pathogens in eastern Kenya. **Tropical Science**, v. 41, n. 1, p. 16-22, 2001.

BOGORNİ, P. C.; VENDRAMİM, J. D. Bioactivity of aqueous extracts of *Trichilia* spp. on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) development on maize. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, 2003. p. 665-669.

BUHOLZER, F.; DRABER, J.; BOURGEOIS, F.; GUYER, W. CGA 184'699 a new acylurea insecticide. **Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent**, Ghent Belgium, v. 57, n. 3A, p. 781-790, 1997.

BUSATO, G. R.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; ZOTTI, M. J.; BANDEIRA, J. de M. Exigências térmicas e estimativa do numero de gerações dos biótipos "milho" e "arroz" de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 329-335, 2005.

BUSATO, G. R.; GRUTZMACHER, A. D.; OLIVEIRA, A. C. de; VIEIRA, E. A.; ZIMMER, P. D.; KOPP, M. M.; BANDEIRA, J. de M.; MAGALHAES, T. R. Analise da estrutura e diversidade molecular de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) associadas as culturas de milho e arroz no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 709-716. 2004.

CAMERON, P. J.; WALKER, G. P.; HERMAN, T. J. B.; WALLACE, A. R. Development of economic thresholds and monitoring systems for *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, US, v. 94, n. 5, p. 1104-1112, 2001.

COMMONWEALTH OF AUSTRALIA (Canberra: Australia). **Stem Borers:** (Lepidoptera: Pyralidae), *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885), *C. infurcatellus* (Snellen), *C. auricillius* (Dudgeon), *C. terrenellus* (Pagenstecher). Canberra: AQIS, 1996. Não paginado. (Plant Quarantine Leaflet, 83).

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. Alien species that threaten ecosystems, habitats or species. In: CONFERENCE OF THE PARTIES TO THE CONVENTION ON

BIOLOGICAL DIVERSITY, 6., 2002, The Hague, the Netherlands. [**Proceedings...**]. [S.l.: s.n], 2002. p. 54-60. UNEP/CBD/COP/6/20.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1995. 45 p. (Embrapa-CNPMS, Circular técnica, 21).

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Pragas: pragas da fase vegetativa e reprodutiva. In: CRUZ, I.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. (Ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas, Minas Gerais: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. (Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de produção, 1). Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/prvegetativa.htm>>. Acesso em: 13 out. 2005.

DALY, P. Vegetable crops in New Caledonia: a report on diseases and pests. **Phytoma**, Paris, n. 519, p. 28-31, 1999.

DAVIS, E. E.; VENETTE, R. C. Methyl bromide provides phytosanitary security: a review and case study for Senegalese asparagus. **Plant Health Progress**, Saint Paul, p. 1-6, nov. 2004.

DIDONET, J.; DIDONET, A. P. P.; ERASMO, E. L.; SANTOS, G. R. dos. Incidência e densidade populacional de pragas e inimigos naturais em arroz de terras altas, em Gurupi-TO. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 17, n. 1, p. 67-76, 2001.

DUFFIELD, S. J.; CHAPPLE, D. G. Within-plant distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on irrigated soybean. **Australian Journal of Entomology**, Melbourne, v. 40, p. 151–157. 2001.

EL MERGAWY, R.; LI, Y.; EL SHEIKH, M.; EL SAYED, M.; ABOL ELA, S.; BERGOIN, M.; TIJSSEN, P.; FEDIERE, G. Epidemiology and biodiversity of the Densovirus MIDNV

in the field populations of *Spodoptera littoralis* and other noctuid pests. **Bulletin of Faculty of Agriculture**, Cairo University, v. 54, n. 2, p. 269-281, 2003.

ELAWAD, S.; AHMAD, W.; REID, A. P. *Steinernema abbasi* sp. n. (Nematoda: Steinernematidae) from the Sultanate of Oman. **Fundamental and Applied Nematology**, Montrouge, FR, v. 20, n. 5, p. 435-442, 1997.

ENDO, M.; KATO, H.; SHIMIZU, K. Occurrence and insecticide susceptibility of tobacco budworms, *Helicoverpa armigera* and *H. assulta*, in Chiba Prefecture. **Annual Report of the Kanto Tosan Plant Protection Society**, n. 47, p. 129-131, 2000.

EPPO. *Helicoverpa armigera*. **EPPO Bulletin**, v. 33, n. 2, p. 289-295, 2003.

EVANS, D. C.; STANSLY, P. A. Weekly economic injury levels for fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation of corn in lowland Ecuador. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, US, v. 83, n. 6, p. 2452-2454, 1990.

FANTON, C. J. Principais pragas das pastagens no Espírito Santo. **Documentos / Empresa Capixaba De Pesquisa Agropecuaria**, Cariacica, ES, n. 73, p. 14-21, 1990.

FAO. **Glossary of phytosanitary terms**. Reference Standard. Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2002. (ISPM Publ., n. 5).

FAURE, A.; GUERY, B.; GUINEFOLEAU, J. P.; WEISSENBERGER, A.; NAIBO, B.; DECOIN, M. Corn crops - 2003 plant health review: drought and insects. **Phytoma**, Paris, n. 567, p. 39-41, 2004.

FAVERO, S.; CONTE, C. de O.; SILVA, M. V. da. Resistência de duas populações de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) a deltametrina. **Ensaios e**

Ciência: Série Ciências Biológicas, Agrárias, e da Saúde, Campo Grande, v. 4, n. 2, p. 71-80, 2000.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, RS, v. 8, n. 3, p. 203-211, 2002.

FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J. A. F. Manejo dos principais insetos fitófagos. In: SANTOS, A. B. dos; BIAVA, M. (Ed.). **Cultivo do arroz irrigado no estado do Tocantins**. Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistema de produção, 3). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/manejo_insetos_fitofagos.htm>. Acesso em: 13 out. 2005.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220 p. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 20).

GAHUKAR, R. T. Population dynamics of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on rose flowers in central India. **Journal of Entomological Research**, New Delhi, IN, v. 26, n. 4, p. 265-276, 2002.

GALANIHE, L. D.; RANASINGHE, M. A. S. K. Survey of cowpea pod boring caterpillars in Mahaweli system C. **Sri Lankan Journal of Agricultural Sciences**, n. 28, p. 53-62, 1991.

GANESHAN, S.; RAJABALEE, A.; SOMA, A. Notes on the parasitoids of *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) on Mauritius. **African Entomology**, Pretoria, ZA, v. 5, n. 1, p. 164-167, 1997.

GARCIA, R. F.; MOSQUERA, E. M. T.; VARGAS, S. C. A.; ROJAS, A. L. Biological, microbiological and physical control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in corn and other crops in Colombia. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogota, Colômbia, v. 28, n. 1, p. 53-60, 2002.

GEETHA, B.; VENKATESAN, S.; SHANMUGAM, K. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hubner) on castor capsules in Tamil Nadu. **Insect Environment**, Bangalore, Índia, v. 9, n. 4, p. 170-171, 2003.

GIAVENO, C. D.; PARAVANO, A. S.; CURIS, M. C.; PORTMANN, E. Breeding maize for resistance to fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Argentina: genetic and environmental effects. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, PR, v. 4, n. 4, p. 434-440, 2004.

GOMBOC, S. *Helicoverpa armigera* HBN. (Lep., Noctuidae) - a quarantine pest which has a rather long history in Slovenia. In: ZBORNIK PREDAVANJ IN REFERATOV 4.; SLOVENSKEGA POSVETOVANJA O VARSTVU RASTLIN V PORTOROZU OD, 3., 1999, Slovenia. [**Proceedings...**]. Slovenia: [s.n.], 1999. p. 247-253.

GOMEZ, S. A.; AVILA, C. J. **Controle químico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1792), na cultura do trigo**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa, 9).

GONZALEZ, P. A. de; LEMOS, M. A.; RAMALHO NETO, C. E.; REIS, O. V. dos; TABOSA, J. T.; TAVARES FILHO, J. J. Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais em dois ciclos de seleção no milho Dentado Composto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 419-425, 1994.

GOZE, E.; NIBOUCHE, S.; DEGUINE, J. P. Spatial and probability distribution of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton: systematic sampling,

exact confidence intervals and sequential test. **Environmental Entomology**, Lanham, US, v. 32, n. 5, p. 1203-1210, 2003.

GUERREIRO, J. C.; BERTI FILHO, E.; BUSOLI, A. C. Ocorrência estacional de *Doru luteipes* na cultura do milho em São Paulo, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, n. 70, p. 46-49, 2003.

HACHLER, M.; JERMINI, M.; BRUNETTI, R. Two new harmful noctuids on tomatoes in glasshouse in South and Western Switzerland. **Revue Suisse de Viticulture, d' Arboriculture et d' Horticulture**, Nyon, Suíça, v. 30, n. 5, p. 281-285, 1998.

HANSEN, L. O. Six species of Lepidoptera new to Norway. **Fauna Norvegica**, B, v. 36, n. 2, p. 119-123, 1989.

HMIMINA, P. M.; POITOUT, S.; BUES, R. Variability of diapause in populations of *Heliothis armigera* Hb. (Lep., Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 116, n. 3, p. 273-283, 1993.

HOPPE, H.; KALLIES, A.; WEGNER, H. A contribution on the noctuid fauna of western Mecklenburg (Lep., Noc.). **Entomologische Nachrichten und Berichte**, v. 38, n. 2, p. 95-107, 1994.

HORVATH, Z.; BOROS, J.; SKORIC, F. D. Damage of sunflower caused by the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*, Hubner) in the region of Kecskemet and Bacsalmás in 2003. **Helia**, v. 27, n. 41, p. 173-179, 2004.

IAPAR. **Arroz irrigado**: práticas de cultivo. Londrina, PR, 2001. (Instituto Agronômico do Paraná. Circular, n. 119).

INRA. ***Spodoptera frugiperda***. Disponível em:

<<http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/6helarm.htm>>. Acesso em: 14 out. 2005.

JAVAID, I.; UAINE, R. N.; MASSUA, J. Studies on very-low volume (VLV) water-based sprays for the control of cotton pests. **International Journal of Pest Management**, Abingdon, UK, v. 46, n. 2, p. 81-83, 2000.

JOGINDER, S.; SANDHU, S. S.; SINGLA, M. L. Ecology of *Heliothis armigera* (Hub.) on chick pea in Punjab. **Journal of Insect Science**, v. 3, n. 1, p. 47-52, 1990.

JOHNSON, M. L.; ZALUCKI, M. P. Foraging behaviour of *Helicoverpa armigera* first instar larvae on crop plants of different developmental stages. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 129, n. 5, p. 239-245, 2005.

JOSE FERNANDEZ, T.; JOA, J.; CARIDAD JIMENEZ, A.; LEONIDES DANGER, E.; MELITINA ANDINO, R.; GONZALEZ, N. Biological control of *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) with *Bacillus thuringiensis* Berliner (strain LBT-24) in the province of Granma, Cuba. I. **Centro Agricola / Universidad Central De Las Villas**, Santa Clara, CU, v. 28, n. 3, p. 5-10, 2001.

KAKIMOTO, T.; FUJISAKI, K.; MIYATAKE, T. Egg laying preference, larval dispersion, and cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, US, v. 96, n. 6, p. 793-798, 2003.

KARSAVURAN, Y.; CETIN, M. Studies on the economic threshold level for *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on the processing tomato. **Turkiye Entomoloji Dergisi**, v. 26, n. 1, p. 63-80, 2002.

KUKLINSKI, F.; BORGEMEISTER, C. Cotton pests and their natural enemies in Madagascar. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 126, n. 2/3, p. 55-65, 2002.

KULAK, A. V.; SOLODOVNIKOV, I. A new and rare species of noctuids (Lepidoptera, Noctuidae) in Belarus. **Vestsi Natsyyanal' nai Akademii Navuk Belarusi Seryya Biyalagichnykh Navuk**, n. 2, p. 102-105, 2002.

KUNIYOSHI, C. H.; RUEDA, A.; TRABANINO, R.; CAVE, R. Evaluation of the use of pheromones for the control and monitoring of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* in sweetcorn. **CEIBA**, Tegucigalpa, Honduras, v. 44, n. 1, p. 61-65, 2003.

LEANDRO, M. J.; OLIVEIRA, M.; MELO, C.; MEXIA, A. Survey of the insect population on a Protea plantation in the Southwest of Portugal. **Acta Horticulturae**, The Hague, NL, n. 602, p. 67-74, 2003.

LI, D. X.; Chen, G. Q.; ZHANG, Y. M.; LIU, J. B. Occurrence, dynamics and control of *Helicoverpa armigera* in apple orchards. **Plant Protection**, v. 24, n. 4, p. 20-22, 1998.

LIMA, L. H. C.; QUEIROZ, P. R.; OLIVEIRA, M. R. V. **Protocolo de extração de DNA e análise da variabilidade genética de *Helicoverpa armigera* por meio de RAPD**. Brasília, D.F. 13 p. Trabalho no prelo.

LOPEZ, O.; REYES, E. Control of *Spodoptera frugiperda* in maize under irrigated and non-irrigated cropping systems. In: MEMORIAS DE LA REUNION LATINOAMERICANA, 3.; REUNION DE LA ZONA ANDINA DE INVESTIGADORES EN MAIZ, 16., 1995, Cochabamba, Bolivia. [**Proceedings...**]. [S.l: s.n], 1995. p. 1071-1081.

LUONG, M. C. Integrated pest management: a strategy to control resistance of *Spodoptera exigua* and *Helicoverpa armigera* caterpillars to insecticides on soybean in the Mekong Delta. **Pesticide Science**, Oxford, GB, v. 43, n. 3, p. 255-258, 1995.

MARFO, K. O. Insect population dynamics and some physiological yield determinants as affected by planting dates and insecticide application in pigeon pea genotypes. **Tropical Agriculture**, Surrey, GB, v. 77, n. 1, p. 33-37, 2000.

MARTIN, T.; OCHOU, G. O.; VAISSAYRE, M.; FOURNIER, D. Monitoring of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* (Hubner) from 1998 to 2002 in Cote d'Ivoire, West Africa. **Resistant Pest Management Newsletter**, v. 12, n. 2, p. 51-55, 2003.

MATHEW, M. P.; PAUL, T. S.; NAIR, S. R.; MADHU, S. *Heliothis* [*Helicoverpa*] *armigera*, a new pest of bittergourd. **Journal of Tropical Agriculture**, v. 34, n. 2, p. 154, 1996.

MATTHEWS, G. Cotton insect pest control in Zimbabwe. **Pesticide Outlook**, v. 10, n. 5, p. 198-200, 1999.

MEAGHER JUNIOR, R. L.; MITCHELL, E. R. Collection of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) using selected pheromone lures and trap designs. **Journal of Entomological Science**, Tifton, US, v. 36, n. 2, p. 135-142, 2001.

MELLET, M. A.; SCHOEMAN, A. S.; BROODRYK, S. W.; HOFES, J. L. Bollworm (*Helicoverpa armigera* (Hubner), Lepidoptera: Noctuidae) occurrences in Bt- and non-Bt-cotton fields, Marble Hall, Mpumalanga, South Africa. **African Entomology**, Pretoria, ZA, v. 12, n. 1, p. 107-115, 2004.

MICHEL, B.; TOGOLA, M.; TERETA, I.; TRAORE, N. N. Cotton pest management in Mali: issues and recent progress. **Cahiers Agricultures**, v. 9, n. 2, p. 109-115, 2000.

MINJA, E. M.; SHANOWER, T. G.; ONG'ARO, J. M.; NDERITU, J.; SONGA, J. M. Natural enemies associated with arthropod pests of pigeonpea in Eastern Africa. **International Chickpea and Pigeonpea Newsletter**, n. 6, p. 47-50, 1999.

MUKHITDINOV, S. M. Cotton moth: agronomic practice and prediction. **Zashchita Rastenii Moskva**, n. 12, p. 37-38, 1994.

MUSA, A. M.; JOHANSEN, C.; KUMAR, J.; HARRIS, D. Response of chickpea to seed priming in the High Barind Tract of Bangladesh. **International Chickpea and Pigeonpea Newsletter**, n. 6, p. 20-22, 1999.

NAGOSHI, R. N.; MEAGHER, R. L. Behavior and distribution of the two fall armyworm host strains in Florida. **Florida Entomologist**, Lutz, US, v. 87, n. 4, p. 440-449, 2004.

NAGOSHI, R. N.; MEAGHER, R. L. Seasonal distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), host strains in agricultural and turf grass habitats. **Environmental Entomology**, Lanham, US, v. 33, p. 8810-889, 2004. ISSN 0046-225X.

NIBOUCHE, S.; BABIN, R.; BEYO, J.; GOZE, E. Within-plant distribution of cotton boll-infesting lepidoptera: application to sampling. **Environmental Entomology**, Lanham, US, v. 33, n. 5, p. 1458-1464, 2004.

OSTRAUSKAS, H. Moths caught in pheromone traps for southern armyworm (*Spodoptera eridania* Cr.), fall armyworm (*S. frugiperda* Sm.), and Egyptian cotton leafworm (*S. littoralis* Bsd.) (Noctuidae, Lepidoptera) during 1999-2001 in Lithuania. **Acta Zoologica Lituanica**, v. 13, n. 4, p. 411-424, 2003.

PASCUA, L. T.; HUIS, A. van; LENTEREN, J. C. van. Cotton bollworm in the Philippines: a review. **Philippine Journal of Science**, Manila, PH, v. 126, n. 1, p. 63-79, 1997.

PINANGO, L.; ARNAL, E.; RODRIGUEZ, B. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on corn under three tillage systems. **Entomotropica**, Maracay, Venezuela, v. 16, n. 3, p. 173-179, 2001.

PRASAD, C. S. Host range and seasonal incidence of *Helicoverpa armigera* Hub. in the lower Kumaon Hills of Uttar Pradesh. **Insect Environment**, Bangalore, India, v. 3, n. 2, p. 33-34, 1997.

QUEIROZ, P. R.; MARTINS, E. S.; MONNERAT, R. G.; LIMA, L. H. C. **Análise da variabilidade genética de uma população de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por meio de marcadores moleculares RAPD.**

Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 18 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 75).

RAJPAL, S.; LAKHANPAL, S. C.; KARKARA, B. K. Pests of strawberry in Paonta Valley, Himachal Pradesh. **Insect Environment**, Bangalore, Índia, v. 10, n. 2, p. 81-82, 2004.

RAO, E. S.; RAO, S. R. K. Muskmelon (*Cucumis melo*), a new host of *Helicoverpa armigera* (Hubner). **Indian Journal of Entomology**, New Delhi, v. 61, n. 2, p. 198-199, 1999.

RAVI, K. C.; PUTTASWAMY; VIRAKTAMATH, C. A.; MALLIK, B. Seasonal incidence of insect pests of gherkins *Cucumis anguria* L. In: ADVANCES IN IPM FOR HORTICULTURAL CROPS. NATIONAL SYMPOSIUM ON PEST MANAGEMENT IN HORTICULTURAL, 1., 1997, Bangalore, India. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1998. p. 132-134.

REDDY, M. R. S.; REDDY, G. S. An eco-friendly method to combat *Helicoverpa armigera* (Hub.) on sweet orange (*Citrus sinensis* L.). **Insect Environment**, Bangalore, Índia, v. 4, n. 4, p. 143-144, 1999.

ROJAS, J. C.; VIRGEN, A.; MALO, E. A. Seasonal and nocturnal flight activity of *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) monitored by pheromone traps in the coast of Chiapas, Mexico. **Florida Entomologist**, Lutz, US, v. 87, n. 4, p. 496-503, 2004.

ROMAN, T.; TUDOSE, M.; NEGRU, G. Systematic and bio-ecological research on armyworms *Helicoverpa* spp. (ord. Lepidoptera, fam. Noctuidae) attacking vegetable

crops. **Anale Institutul de Cercetari pentru Legumicultura si Floricultura**, Vidra, n. 14, p. 287-294, 1996.

SAGDULLAEV, A. U.; BOLTAEV, B. S.; YUSUPOV, N. Marshal as a means to control cotton bollworm. **Zashchita i Karantin Rastenii**, Moscow, n. 11, p. 32, 2003.

SANNINO, L. Insect pests of tobacco. **Informatore Fitopatológico**, Bologna, v. 55, n. 2, p. 7-10, 2005.

SANNINO, L.; ESPINOSA, B.; CAPONERO, A.; MANUCCI, F. Unusual Lepidoptera infestations of crops in the year 2003. **Informatore Fitopatologico**, Bologna, v. 54, n. 12, p. 35-38, 2004.

SATPATHI, C. R. Insect pests of linseed in West Bengal. **Insect Environment**, Bangalore, Índia, v. 9, n. 1, p. 31-32, 2003.

SATPUTE, U. S.; DESHMUKH, S. D.; UKEY, S. P.; SADAWARTE, A. K.; AHERKAR, S. K. New host plants of *Helicoverpa armigera* (Hubner) found around Akola, Maharashtra. **Insect Environment**, Bangalore, Índia, v. 8, n. 3, p. 109-110, 2002.

SAUCKE, H.; DORI, F.; SCHMUTTERER, H. Biological and integrated control of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae) and *Crociodolomia pavonana* (Lep., Pyralidae) in brassica crops in Papua New Guinea. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, GB, v. 10, n. 5, p. 595-606, 2000.

SHMIDT, F. G. V.; MONNERAT, R. G.; BORGES, M.; CARVALHO, R. da S. **Metodologia de criação de insetos para avaliação de agentes entomopatogênicos**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 20 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular técnica, 11).

SHANOWER, T. G.; ROMEIS, J.; MINJA, E. M. Insect pests of pigeonpea and their management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, US, n. 44, p. 77-96, 1999.

SHARMA, H. C.; PAMPAPATHY, G.; DHILLON, M. K.; RIDSDILL SMITH, J. T. Detached leaf assay to screen for host plant resistance to *Helicoverpa armigera*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, US, v. 98, n. 2, p. 568-576, 2005.

SHI, Q. N.; LIU, W. X.; SHAO, Z. Y.; JIA, H. M. Population distribution of *Heliothis armigera* on different host crops. **Acta Agriculturae Boreali Sinica**, n. 10, p. 125-129, 1995.

SILVA, P. S. L. e; DINIZ FILHO, E. T.; GRANJEIRO, L. C.; DUARTE, S. R. Effects of nitrogen rates and deltamethrin application on yields of green ears and grain yield of maize. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 47, n. 269, p. 75-87, 2000.

SILVAIN, J. F.; REMILLET, M. Ecology and biology of *Noctuidonema guyanense* (Nematoda, Aphelenchoididae), an ectoparasite of *Spodoptera frugiperda* (Lep., Noctuidae), in French Guiana. **Entomophaga**, Paris, v. 38, n. 4, p. 465-474, 1993.

SINGH, S. P.; BALLAL, C. R.; POORANI, J. Old World bollworm *Helicoverpa armigera*, associated Heliothinae and their natural enemies. **Technical Bulletin Project Directorate of Biological Control**, ICAR, n. 31, 2002.

SRIVASTAVA, A. K.; ABHISHEK, S.; NAIN, R. P. Survey to record host plants of *Helicoverpa armigera* (Hubner) at Udaipur. **Insect Environment**, Bangalore, Índia, v. 8, n. 4, p. 163-164, 2002.

TALEKAR, N. S.; HAU, T. B. H.; CHANG, W. C. *Solanum viarum*, a trap crop for *Helicoverpa armigera*. **Insect Environment**, Bangalore, Índia, v. 5, n. 3, p. 142, 1999.

TITMARSH, I. J.; STOREY, R. I.; STRICKLAND, G. R. The species composition of *Helicoverpa* Hardwick (*Heliothis Ochsenheimer*) (Lepidoptera: Noctuidae) infestations on tobacco in far north Queensland. **Journal of the Australian Entomological Society**, Brisbane, AU, v. 29, n. 2, p. 81-86, 1990.

TUMWINE, J.; FRINKING, H. D.; JEGER, M. J. Tomato late blight (*Phytophthora infestans*) in Uganda. **International Journal of Pest Management**, Abingdon, UK, v. 48, n. 1, p. 59-64, 2002.

VALICENTE, F. H.; CRUZ, I. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1991. 23 p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 15).

VANEGAS, J. A. Abstracts of theses in the field of entomology at the Institute of Agricultural Science, Nicaragua. **Revista Nicaragüense de Entomologia**, Leon, NI, n. 13, p. 1-12, 1990.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T. Larval development and mortality of *Spodoptera frugiperda* fed on corn leaves treated with aqueous extract from *Azadirachta indica* leaves. **Bragantia**, v. 62, n. 1, 2003. p. 69-74.

VIGNES, W. G. des. Monitoring and control of fall armyworm, (*Spodoptera frugiperda*) (J.E. Smith), on corn in Trinidad. **Journal of the Agricultural Society of Trinidad and Tobago**, Port of Spain, TT, n. 88, p. 41-46, 1991.

VOS, R. de. Migratory Lepidoptera in 1999 (sixtieth report). **Entomologische Berichten**, Amsterdam, v. 60, n. 12, p. 217-230, 2000.

WILLIAMS, J. G. K.; KUBELIK, A. R.; LIVAK, K. J.; RAFALSKI, J. A.; TINGEY, S. V. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research**, Oxford, GB, v. 18, n. 22, p. 6531-6535, 1990.

WILSON, C. G. Phytophagous insect fauna of two weeds, *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. and *Jatropha gossypifolia* L., in Australia's Northern Territory. **Australian Entomologist**, v. 24, n. 2, p. 55-60, 1997.

WORLD TRADE ORGANIZATION. Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures. In: WORLD TRADE ORGANIZATION. **Agreement establishing the World Trade Organization**: Annex 1A: multilateral agreements on trade in goods. Geneva, 1994.

ZHOU, X.; APPLEBAUM, S. W.; MOSHE, C. Overwintering and spring migration in the bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Israel. **Environmental Entomology**, Lanham, US, v. 29, n. 6, p. 1289-1294, 2000.