



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

**AVALIAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DO PREDADOR *Teretrius nigrescens* LEWIS
(COLEOPTERA: HISTERIDAE) COMO AGENTE DE CONTROLO BIOLÓGICO DA BROCA
MAIOR DO GRÃO DE MILHO, *Prostephanus truncatus* HORN (COLEOPTERA:
BOSTRICHIDAE) EM MOÇAMBIQUE**

**Relatório Final de Actividades de Investigação submetido ao Fundo Aberto
Direcção Científica, Universidade Eduardo Mondlane**

**¹Bernardo Lázaro Muatinte, ²Domingos Raquene Cugala, ²Carla da Estrela Paulino
Mahumane**

¹Departamento de Ciências Biológicas-Faculdade de Ciências, UEM

**²Departamento de Produção e Protecção Vegetal-Faculdade de Agronomia e
Engenharia Florestal, UEM.**

Maputo, Novembro de 2009



*Oi tu aí desse lado, eu vou
te limpar dos celeiros de
milho, mandioca e na
floresta em Moçambique*



*Epá, epá,
fala pouco e
faça muito,
seu...*

1. SUMÁRIO

A introdução accidental da broca maior do grão *P. truncatus* em África nos finais dos anos 70 e em Moçambique desde 1980, as perdas do milho armazenado aumentaram de 5% a 35%. Para além disso *P. truncatus* veio associar-se a outras pragas de insectos e ao curto período de armazenamento dos cereias para a redução da produção de milho nos celeiros do sector familiar. Este facto, resultou da necessidade de adoptar métodos de controlo de *P. truncatus*, particularmente o método de controlo biológico através de uso do seu predador exótico, *T. nigrescens*. Assim, foi realizado este trabalho para a monitorar o estabelecimento e dispersão do predador nas localidades de Vanduzi e Pungue Sul no distrito de Manica e Honde no distrito de Bárue. Estas localidades são de maior incidência de *P. truncatus*, com mais perda de milho e onde o predador foi previamente libertado em 2007. Para o efeito em cada localidade foram usadas armadilhas de feromonas para a captura tanto do predador como de *T. nigrescens*. As armadilhas foram também montadas no Cruzamento de Tete e Messica no distrito de Manica para monitorar a dispersão do predador. Os resultados desta pesquisa mostraram que *T. nigrescens* estabeleceu-se em todos os distritos onde foi previamente libertado, porém a densidade populacional foi baixa e sem diferenças estatisticamente significativas entre Vanduzi, Pungue Sul e Honde. *P. truncatus* foi registado também em todos os distritos com maior densidade populacional nas localidades de Pungue Sul e Honde.

A percentagem de *T. nigrescens* em relação ao *P. truncatus* nas armadilhas, registada neste trabalho é ligeiramente maior nas três localidades. Porém Honde apresenta menor diferença percentual em relação as outras localidades. Estes dados ainda sugerem poucas conclusões sobre o impacto positivo de *T. nigrescens* na densidade populacional de *P. truncatus*. Os danos do grão foram maiores na localidade de Honde do que em Vanduzi e Pungue Sul. E, mostraram diferenças estatisticamente significativas entre as localidades. As perdas de peso do grão não mostraram diferenças significativas entre as localidades. Estes resultados sugerem continuação de monitoria e controlo de *P. truncatus* através de *T. nigrescens*.

Palavras chaves: ***Teretrius nigrescens*, *Prostephanus truncatus*, MOÇAMBIQUE**

2. ÍNDICE

1. SUMÁRIO	2
2. ÍNDICE.....	3
3. AGRADECIMENTOS	4
4. LEMA	5
5. DEDICATÓRIA	6
5. INTRODUÇÃO	7
6. FUNDAMENTAÇÃO	8
8. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
8.1. Características morfológicas e ecológicas de <i>P. truncatus</i>	9
8.2. Danos e perdas causados por <i>Prostephanus truncatus</i>	10
8.3. Produtos armazenados, culturas e plantas florestais hospedeiras.....	10
8.4. Origem, distribuição e dispersão	11
8.5. Associação entre <i>P. truncatus</i> e <i>T. nigrescens</i>	13
8.6. Características morfológicas e ecológicas de <i>T. nigrescens</i>	13
8.7. Controlo de <i>P. truncatus</i>	14
8.7.1. Métodos biológicos: uso de predadores	15
9. OBJECTIVOS	17
9.1. Objectivo geral.....	17
9.2. Objectivos específicos.....	17
10. METODOLOGIA	17
10.1. Locais de estudo	17
10.2. Procedimentos de amostragem.....	17
10.3. Dispersão espacial de <i>T. nigrescens</i>	20
10.4. Análise de dados.....	20
11. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
11. 1. Dispersão de <i>Teretrius nigrescens</i>	22
12. CONCLUSÕES.....	26
13. RECOMENDAÇÕES.....	27
14. PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÃO PARA O CONTROLO DE <i>P. truncatus</i> EM MOÇAMBIQUE	27
15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
16. ANEXOS	37
Tabela 1	37
Tabela 2:	38
Tabela 3:	39
Tabela 4.	40
Tabela 5:	41
Tabela 6:	43
Tabela 7.	44
Fig. 3.	45

Figura 4.	46
Fig. 7.	49

3. AGRADECIMENTOS

Os autores desta pesquisa endereçam os mais colorosos agradecimentos:

- ⇒ a Direcção Científica da UEM e Cooredenadora do Fundo Aberto, entidade finaciadora que tornou financeiramente realizável e com sucessos este trabalho;
- ⇒ as Direcções tanto da Faculdade de Ciências como da Agronomia e Engenharia Florestal, pela flexível colaboração administrativa;
- ⇒ a Direcção dos serviços Agrários de Manica e Chimoio pelo incontestável apoio administrativo e organizacional para a realização dos trabalhos de campo;
- ⇒ as suas famílias, esposas e esposos pelo encorajamento e suporte familiar.
- ⇒ a todos aqueles que directa ou indirectamente facilitaram a realização deste trabalho.

4. LEMA

...Produzir para alimentar a população através de gestão holística dos recursos... “in: Savory, Allan (Ed.) (1991) Holistic Resource Management. Pp 23-35.”

5. DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha filha Ivone e a minha esposa Olga.

6.INTRODUÇÃO

A introdução accidental da broca maior do grão *P. truncatus* em África no final dos anos 70 e particularmente em Moçambique, desde 1980 aumentou as perdas de produção de cereais nos celeiros do sector familiar os quais se situavam nos 5% para 35 a 50%. A broca maior do grão em Moçambique veio associar-se a factores de baixa produção de cereias tais como o curto período de tempo de armazenamento, resultante de infestação por outros insectos, pragas de produtos armazenados. O milho (*Zea mays* L.) (Poaceae) e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) constituem os principais produtos atacados por *P. truncatus*. Recentemente a broca maior do milho ocorre em todo o País e causa mais danos ao grão de milho armazenado nas Províncias de Manica e Tete, os quais se situam em 62% e 59%, respectivamente.

Assim urge a necessidade de adoptar métodos de controlo para a contenção da praga. Os agricultores do sector familiar usam insecticidas químicos sintéticos tais como organofosfatos, os quais não são eficazes para o controlo da broca. Porém alguns agricultores usam insecticidas piretroides que são mais eficazes para preservação do milho armazenado contra *P. truncatus*. O uso de insecticidas químicos no sector familiar não é recomendável pois, os camponeses dificilmente controlam as dosagens aplicadas, o sistema de celeiro aberto de milho com camisas é inadequado a aplicação de insecticidas químicos e, os custos de aquisição destes insecticidas são muito elevados para o agricultor familiar.

Moçambique adoptou o controlo biológico com uso do inimigo natural de *P. truncatus*, o predador exótico *Teretrius nigrescens* como uma das alternativas para a contenção da broca no celeiro do sector familiar. O predador, uma vez introduzido, dispersa-se naturalmente de forma autosustentável e o controlo da praga é permanente. Neste contexto, em 2007, *T. nigrescens* foi experimentalmente libertado nos distritos de Manica e Bárue, os de maior abundância *P. truncatus* em Moçambique. Este trabalho teve como objectivo a monitoria do estabelecimento e dispersão do predador. Estes resultados permitiram avaliar a sustentabilidade da introdução do predador em Moçambique.

7. FUNDAMENTAÇÃO

A introdução de *P. truncatus* em Moçambique, elevou as perdas de milho e de mandioca, resultantes de insectos-pragas de 6-12% para cerca de 62% e uma redução do tempo de armazenamento e disponibilidade de alimentos de 10 a 12 para 6 a 8 meses (Cugala *et al.*, 2007). Estes dados indicam que *P. truncatus* é uma potencial ameaça à conservação do milho e mandioca seca nos celeiros tradicionais e consequentemente à disponibilidade de alimento para a maioria da população no meio rural e à segurança alimentar da população, especilamente das zonas afectadas.

O controlo biológico e particularmente o uso do predador *T. nigrescens* (Fig. 1 em anexo) no sector familiar mostra-se ambientalmente saudável e economicamente viável. Na America Central, na sua zona de origem, *P. truncatus* causa níveis de danos e perdas de milho nos celeiros que variam de 8% a 13,6%. Estes valores são baixos comparados com os valores observados nas zonas de invasão em Africa onde atingem os 35-62%. Os baixos níveis observados nestas zonas resultam do efeito do predador, dos inimigos naturais da broca, particularmente de *Teretrius nigrescens*. Os estágios de adulto e de larvas do predador alimentam de ovos e larvas de *P. truncatus*. Estima-se que a introdução e o estabelecimento natural do predador em Moçambique poderá naturalmente controlar a médio e longo prazo a broca maior do milho.

8. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

8.1. Características morfológicas e ecológicas de *P. truncatus*

Prostephanus truncatus (Coleoptera: Bostrichidae) foi cientificamente descrito por Horn em 1878, sob espécie, *Dinoderus truncatus* Lesne (1898) taxonomicamente reagrupou a espécie no género *Prostephanus*. Entre outras espécies do género *P. truncatus* é a única conhecida e associada a produtos armazenados, particularmente ao milho e mandioca. Hodges (1986) denominou a espécie por Larger grain borer (broca maior do milho)

O adulto é pequeno, com cerca de 3 a 4 milímetros de comprimento, castanho escuro, com corpo cilíndrico e parte terminal quadrada (Fig. 2 em anexo). As antenas possuem 10 segmentos, cobertos de pêlos exceptuando os 3 últimos e que são relativamente maiores. As larvas são de cor pálida, imóveis, escarabeiformes. As larvas desenvolvem-se em 3 instares até ao estágio de pupa (Subramanyam *et al.*, 1985).

P. truncatus desenvolve-se em condições óptimas de 27°C - 32°C e 70 – 80% de humidade relativa. Temperaturas inferiores a 25°C e superiores a 35°C reduzem significativamente a taxa de crescimento da broca. O desenvolvimento de *P. truncatus* desde a fase de ovo a adulto pode durar 24 dias sob condições óptimas e em substratos ricos de espigas de milho ou mandioca. O período médio de incubação e de desenvolvimento larval é de 5 e 25 dias, respectivamente. A larva do último estágio empupa-se formando um casulo constituído por partículas do substrato e uma secreção coagulante. O período médio de pupa é de 5 dias. A longevidade do adulto varia conforme as condições do meio ambiente porém, em substratos pobres com reprodução limitada, os adultos podem viver em média 78 dias (Bell & Watters, 1982).

As fêmeas acasaladas, depois de um período de pre-oviposição de 5-10 dias, depositam ovos em túneis laterais em ângulo recto ao túnel principal. Os ovos são colocados em grupos de mais ou menos 20 e cobertos por uma farinha fina. As fêmeas podem ovipositar entre 430-600 ovos durante o período de vida, em dependência das condições ambientais (Bell & Watters, 1982).

8.2. Danos e perdas causados por *Prostephanus truncatus*

Os insectos adultos e larvas perforam os grãos de milho e mandioca seca, fazendo buracos arredondados e túneis (Fig. 3a) As actividades de perfuração e alimentação dos insectos causam a destruição física do grão com consequente perda de peso e produção de pó cheio de excrementos metabólicos, fungos e detritos diversos (Fig. 3b). O pó aumenta a proliferação de outras pragas como o *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) (Hodges *et al.*, 1983), como também impede as actividades de parasitoides benéficos como *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae) (Helbig, 1995).

Na zona de origem *P. truncatus* causa danos esporádicos secundários ao milho e mandioca armazenados. Porém em África, como uma espécie exótica, a broca maior do milho causa danos severos, particularmente para os agricultores de subsistência familiar. Esta praga pode também causar danos em madeira e estrutura madeireira armazenada (Wright, 1984).

8.3. Produtos armazenados, culturas e plantas florestais hospedeiras

As plantas hospedeiras de *P. truncatus* não só são o milho em grãos e suas estacas mas também a mandioca, trigo (*Triticum aestivum* L.) e estacas, grão-de-bico, arroz (*Oryza sativa*) e com menor frequência a batata doce, sorgo (*Sorghum bicolor*) e diversos feijões. A broca maior do milho também ataca várias espécies de plantas florestais (Tabela 1) *Acacia spp.* (2 esp), *Commiphora spp.* (2 esp), *Delonix regia*, *Leucaena spp.* (3 esp), *Prosopis spp.* e *Spondias purpurea* (Magundi 1987; Nangayo & Hill 1993).

Os insectos da família Bostrichidae são tipicamente brocas de madeira e semelhantemente a broca menor do grão, *Rhyzopertha dominica* (F.) é pressumível que *P. truncatus* desenvolva-se em lódão-bastardo, *Celtis laevigata* (Willd) (Cannabaceae), frutos de barba-do-bode, *Ceanothus cuneatus* (Hook) (Rhaminaceae), ameixa-das-dunas, *Prunus angustifolia* (Rosaceae), Carvalho-de-chinquapin, *Quercus muehlenbergii* (Engelm.) (Fagaceae) e em nogueira negra, *Juglans nigra* (L.) (Juglandaceae) (Wright *et al.* 1990). *P. truncatus* pode hipoteticamente também desenvolver-se no amendoim, *Arachis hypogaea* (L.) (Fabaceae), tomateiro, *Solanum*

tuberosum (L.) (Solanaceae) tal como sucede com a broca menor do grão (Edde and Phillips, 2006). As Tabelas 2 e 3 mostram as espécies de plantas onde *R. dominica* experimentalmente desenvolveu-se (Jia *et al.* 2008) e nas quais hipoteticamente pode hospedar-se *P. truncatus* no ambiente natural. Resultados de captura através de armadilhas colantes de ferromonas revelaram que *P. truncatus* encontra-se em habitats florestais na Costa Rica (Böye 1988), Mexico (Rees *et al.* 1990), Togo (Richter and Biliwa 1991), Kenya (Nang'ayo *et al.* 1993) e Benin (Borgemeister *et al.* 1998a).

Para além disso, dados das análises do conteúdo intestinal de indivíduos de *P. truncatus* capturados na floresta mosaica de savana do Benin na sua maioria mostraram existência de liquinina no intestino. Este facto revela que estes indivíduos tinham-se previamente alimentado de madeira (Borgemeister *et al.* 1998a). Em adição, o facto de na mesma floresta Borgemeister *et al.* 1998b) ter encontrado colónias de *P. truncatus* procriando em associação com o besouro cerambycideo-de-cintura dos ramos pode ser indicativo da maioria das populações daquela região estarem confinadas as florestas.

8.4. Origem, distribuição e dispersão

Até 1981, *P. truncatus* estava distribuído desde a região Sul dos EUA a América Central até ao México (Markham *et al.* 1991). Nos finais e inícios das décadas de 70 e 80, respectivamente *P. truncatus* foi acidentalmente introduzido na África Oriental através da Tanzânia e na África Ocidental no Togo (Dunstan e Magazini, 1981, Harnash & Krall, 1984). Actualmente, a broca maior do milho está presente em 17 países Africanos (Farrel 2000) entre os que estão mencionados na Tabela 4. A Broca maior do grão também foi registada na Colômbia, no Panamá, Israel, Iraque (Tigar *et al.*, 1994). Em Moçambique a broca maior do milho encontra-se distribuída por todas as províncias com maior incidência as províncias de Tete e Manica (Cugala *et al.* 2007) (Tabela 4)

A dispersão dos insectos-pragas e particularmente da broca maior do milho é determinada pelas condições agro-climáticas favoráveis e disponibilidade de alimentos mais do que pelas suas habilidades de voo. Shires (1979) e Haubruge e Gaspar (1990) mostraram em experiências

laboratoriais que *P. truncatus* desenvolve-se a temperaturas e humidade relativa que variam de 30° a 32° e 60% a 80%, respectivamente. Assim, as regiões quentes e húmidas sugerem ser favoráveis ao desenvolvimento e dispersão da broca maior do grão. Entretanto, Tigar *et al.* (1994b) desenvolveu um modelo matemático no qual a predição da abundância de *P. truncatus*, ou seja o número de indivíduos capturados em cada duas semanas na África oriental variava conforme a temperatura, pluviosidade anual total e humidade relativa. A dispersão de *P. truncatus* através do voo é pouco significativa. Fadamiro (1996) demonstrou que a praga só pode habilmente voar a velocidade do vento inferior a 20 cm/s.

A atracção de *P. truncatus* pelas substâncias voláteis do milho (Detmers 1990; Wright *et al.* 1993) e da mandioca (Wright *et al.* 1993) é eficaz a curtas distâncias entre o insecto e o alimento. Pelo que a tracção pelo alimento não é factor fundamental da dispersão do broca maior do milho. Inductivamente, as novas eclosões de *P. truncatus* pela África oriental e do Sul, adicionadas as inúmeras publicações de ocorrência da praga ao longo das estradas e, linhas férreas sugerem que o comércio do milho e mandioca, os transportes fluviais intra-regionais e doações do milho são factor fundamental que permitem a dispersão deste insecto, principalmente na África.

Por outro lado, capturas experimentais da praga usando armadilhas colantes de ferromanas no ambiente natural, florestal no México (Rees *et al.* 1990b) e Kenya (Nang'ayo *et al.* 1993) sugerem que *P. truncatus* sobrevive através de plantas hospedeiras agrícolas e florestais alternativas. Porém com a grande diversidade específica de plantas florestais a insuficiência de madeira seca nas regiões húmidas mostra-se ser o provável factor limitante da dispersão da broca em algumas estações do ano.

8.5. Associação entre *P. truncatus* e *T. nigrescens*

A associação directa entre *P. truncatus* e *Teretrius (Teretriosoma) nigrescens* foi observada em amostras de grãos de milho enviadas do México ao Instituto de Recursos Naturais, na Inglaterra (Haines 1981) e confirmada por Böye (1988). *T. nigrescens* é fortemente atraído pelas feromonas de *P. truncatus*, as quais usa como kairomonas para localizar a sua presa (Böye 1988). Mais tarde estudos de electroantenograma mostraram que o predador reage aos dois componentes de feromonas de *P. truncatus* (Scholtz *et al.* 1998). Experiências laboratoriais mostraram que *T. nigrescens* tem grande habilidade de reduzir numericamente populações de *P. truncatus* (Böye 1988; Leliveldt 1990; Rees 1987). Leliveldt (1990) em pesquisas laboratoriais evidenciou que tanto as larvas como os adultos de *T. nigrescens* alimentam-se de ovos e larvas de *P. truncatus*. Este autor demonstrou também que um indivíduo imaturo de *T. nigrescens* pode alimentar-se em média 5.7 ovos ou 4.9 larvas de *P. truncatus* por dia enquanto que Rees (1985) definiu um valor médio de 1.7 larvas de *P. truncatus* por dia. Boye (1988) constatou que um indivíduo adulto de *T. nigrescens* mata uma média de 1.1 larvas de *P. truncatus* em 24 horas, enquanto que larva predadora consome uma média de 4.3 larvas da praga. Hipoteticamente, uma larva de *T. nigrescens* precisa de cerca de 60 larvas de *P. truncatus* para completar o seu desenvolvimento.

8.6. Características morfológicas e ecológicas de *T. nigrescens*

Teretrius nigrescens é um coleópetro da família Histeridae com cerca 2,3mm de comprimento (Boye, 1988; Leliveldt, 1990). Os histerídeos tem um corpo duro muito escuro e brilhante e apenas as asas anteriores podem conter marcas avermelhadas na parte distal. Os élitros deixam dois segmentos do abdómen não cobertos na parte posterior. As antenas dos histerídeos são articuladas e engrossam-se próximo da extremidade. A tíbia do primeiro par de patas é dentada e esta característica morfológica é usada para definir a espécie.

As patas e antenas são encolhidas em reêntrâncias da cutícula formadas na superfície do corpo. A cabeça também pode ser retraída pela reêntrância do protórax. O mimetismo de paralisia instantânea permite esconderijo fácil de *T. nigrescens* dos seus inimigos (Holst & Meike, 2003). A família Histeridae contém cerca de 3700 espécies das quais 2% são nativas da

América Central com evidências de grande parte ter sido registada somente na Costa Rica e no México (Boye, 1988; Rees *et al.*, 1990).

Os histérideos podem viver cerca de 2-3 anos e são multianuais ou multivoltínicos característica que é aplicável ao *T. nigrescens*. Os ovos de *T. nigrescens* medem cerca de 1 milímetro de comprimento. A larva é compodeiforme com cerca de 2-3 mm e o período de incubação é de 7 dias a 26°C. As larvas passam por dois instares e o período de desenvolvimento é de 26 dias. O último instar mede entre 10-12 mm enquanto que o estágio de pupa dura cerca de 17-18 dias à 27- 30 °C. O ciclo de vida de *T. nigrescens* dura cerca de 8 semanas Rees (1985). Tanto o adulto como as larvas, principalmente do último instar são capazes de se movimentar rapidamente ao longo do túnel construído por *P. truncatus* no grão de milho. Os histérideos incluindo *T. nigrescens* podem entrar em estado de mimicria paralítica quando estiverem em perigo ou forem pertrupados.

8.7. Controlo de *P. truncatus*

O controlo de *P. truncatus* em Moçambique é feito através de métodos **higiénico-sanitários, mecânicos, físicos, químicos e experimentalmente biológicos**. Os métodos higiénico-sanitários e mecânicos são usados fundamentalmente em armazéns **dos grandes agricultores e produtores de milho**. O método físico é usado tanto industrialmente como pelos farmers familiares. Estes últimos recorrem a construção de celeiros de milho que posteriormente são asqueados por baixo através de fogueiras domésticas, cujo calor e fumo afugenta os insectos-pragas, incluindo *P. truncatus*. O controlo de *P. truncatus* com base a captura através de armadilhas colantes de feromonas ainda não é usado em Moçambique. Porém a estreita correlação entre altas capturas da broca maior do milho através de armadilhas colantes de feromonas e sua significativa redução numérica nos celeiros de milho **sugere as possibilidades do uso de capturas a longo prazo e contínuas como um método de controlo deste insecto** (Birkinshaw *et al.* 2002; Schineider *et al.* 2004).

O método químico é usado tanto pelos agricultores do sector familiar como pelos industriais. Para o efeito são usados **insecticidas-piretroides**, que são mais eficazes para controlar a praga e combinação de **organofosfatos e piretroides**. Esta combinação é usada para controlar não só

P. truncatus que é resistente a organofosfatos mas também outras pragas do armazem tais como *Sitophilus Zeamais* e *Sitotroga cerealella* (Gwinner *et al.* 1997) **(Tabela 6)**.

O uso de insecticidas químicos nos sistemas tradicionais familiares de armazenamento de productos agrícolas, particularmente do milho e da mandioca não é recomendado pois os camponeses dificilmente controlam as dosagens adequadas a aplicar; o sistema, por exemplo de armazenamento do milho em aberto e em espigas com camisas é incompatível ao uso de insecticidas químicos; os custos elevados de aquisição dos insecticidas torna-os inacessíveis à maioria dos agricultores do sector familiar rural.

O controlo químico inclui a adição de produtos derivados de plantas, principalmente ao milho e outros cereais armazenados. Os produtos são maioritariamente fumos e sinzas vegetais derivados indiscriminadamente de Tabaco (*Nicotiana tabaccum* e *N. glauca*) (Solonaceae), Lantana (*Lantana camara*) (Verbenaceae), margosa (*Azadirachta indica*) (Meliaceae), eucalipto (*Eucalyptus spp*) (Myrtaceae), bazana bravia (*Ocimum canum*) (Lamiaceae) e outros (Berger 1994). Estes produtos repelem ou inibem o desenvolvimento dos insectos-pragas de produtos armazenados. Em geral, apesar das inconveniências que o uso do método químico apresenta a imprevisibilidade de dispersão de *P. truncatus* e infestação severa do milho e mandioca Schineider *et al.* (2004), Holst and Meikle (2003) sugerem o uso necessariamente fundamentado deste método.

8.7.1. Métodos biológicos: uso de predadores

O controlo biológico de *P. truncatus* é feito com o uso do predador *T. nigrescens*. Este predador foi pela primeira vez libertado no Togo em 1991 (Biliwa *et al.* 1992) seguido de Benin (Anon. 1992), Ghana (Compton and Ofosu 1994), Kenya (Giles *et al.* 1996), Zambia e Guiné Conakry (Borgemeister, res. não publ.) e na Tanzânia (R. Link, GTZ, com. Pes.). Em Moçambique, pela primeira vez o predador foi libertado em 2007 em três locais nos distritos de Manica e Bárué nas Província de Manica (Cugala *et al.* 2007). Porém, há escassa informação sobre o impacto do predador na população da praga. Na floresta arbustiva efêmera do Kenya foi registada uma substancial redução numérica da população de *P. truncatus* após a libertação de *T. nigrescens*

(Hill *et al.* 2003). Experiências científicas também mostraram uma redução significativa da actividade de voo da praga no Benin (Borgemeister *et al.* 1997a), seguida de redução de níveis de infestação e perdas de milho armazenado nos celeiros neste mesmo país (Borgemeister *et al.* 1997a) e Togo (Richter *et al.* 1997) após a libertação de *T. nigrescens*.

A predação da broca maior do milho e redução numérica da sua população através de *T. nigrescens* pode ser hipoteticamente alta também nas florestas (Schneider 1999; Hill *et al.* 2003). Pois, as capturas de *T. nigrescens* nos celeiros de milho foram menores do que as da floresta mosaica de savana em Benin onde densidades de *P.truncatus* foram muito baixas (Borgmeister *et al.* 1998a).

Teoricamente, Hodges (1994) e Markham *et al.* (1994) discutiram a potencial eficiência de *T. nigrescens* como agente de controlo biológico clássico de *P.truncatus*. Enquanto que a ineficiência prática de *T. nigrescens* no campo foi argumentada por Hodges *et al.* (2003) e Meikle *et al.* (2002). Entretanto, factores como espectro da presa, presença/ausência de doenças, parasitoides/hiperparasitoides e harmattan, um fenómeno climático desconhecido da America Central fundamentaram a razão da hipótese do predador poder ser mais ou menos eficiente nas novas regiões de dispersão da broca maior do milho (Schneider *et al.* 2004).

9. OBJECTIVOS

9.1. Objectivo geral

Monitorar o estabelecimento do predador *Teretrius nigrescens*, agente de controlo biológico da broca maior do grão de milho, *Prostephanus truncatus*, em Moçambique

9.2. Objectivos específicos

9.2.1. Determinar os locais de estabelecimento e dispersão de *Teretrius nigrescens* nas zonas de libertação;

9.2.2. Determinar as densidades populacionais do predador e de *P. truncatus*;

9.2.3. Avaliar o efeito do predador *T. nigrescens* na redução dos níveis de infestação de *P. truncatus* e perdas de peso do grão de milho armazenado.

10. METODOLOGIA

10.1. Locais de estudo

A monitoria do estabelecimento do predador foi realizada na Província de Manica, localidades de Vanduzi e Pungue Sul no distrito de Manica e Honde, no distrito de Bárue (Fig 5.). Estas são as localidades onde o predador foi previamente libertado em 1997 e onde há maiores taxas de infestação do milho por *P. truncatus*. A localização e o registo das coordenadas destas regiões foi feita através do Sistema de Posição Global (GPS) (Tabela 7).

10.2. Procedimentos de amostragem

A determinação dos locais de estabelecimento foi conduzida nos locais de libertação prévia do predador. Os locais de dispersão foram determinados através de amostragem em áreas previamente livres de *T. nigrescens*. Armadilhas de feromonas sexuais assim como amostragens de espigas de milho infestadas foram usadas para determinar tanto os locais de

estabelecimento, dispersão e densidade populacional de *T. nigrescens*. Estes métodos foram também usados para determinar a densidade populacional de *P. truncatus*.

A captura ou detecção de indivíduos adultos de *T. nigrescens* numa determinada zona, indicou o seu estabelecimento na área em questão e a sua captura em outros locais não abrangidos pela libertação indicou a sua dispersão. O número de adultos capturados de *P. truncatus* foi usado para definir os níveis de infestação em cada local.

A densidade populacional de *P. truncatus* e *T. nigrescens* capturados nas armadilhas nos diversos locais foi estimada usando o índice da população que indica o número médio de indivíduos capturados por armadilha e por dia de exposição da mesma. Este índice mostra o tamanho da população adulta de *P. truncatus* num determinado espaço e período de tempo. A seguinte expressão foi usada para estimativar a densidade populacional tanto do predador como da broca maior do milho:

$$Pt_{AD} = Pt/DxA$$

onde: Pt- Total de indivíduos de *P. truncatus* capturados na zona; D- número de médio de dias de exposição da armadilha; A-Total de armadilhas colocadas numa zona.

Um número variável de 5 a 10 armadilhas de feromonas sexuais, Delta Pherocon III, Trecé, Salinas USA (Fig. 6) foram instalados próximo dos celeiros em árvores ou outros substratos, em cada zona de amostragem. As armadilhas eram inspeccionadas no fim de um período de 15 a 20 dias, tempo de permanência no ambiente considerado suficiente .

Em cada zona, 5 a 10 celeiros foram aleatoriamente amostrados. Em cada celeiro 2 a 3 espigas de milho mostrando sintomas de infestação foram retiradas e levadas ao laboratório para posterior contagem do número de insectos. Todos insectos encontrados foram colhidos, contados e identificados até ao nível de espécie.

As espigas de milho infestadas dos celeiros foram levadas ao laboratório para posterior avaliação do dano e perda de peso. As espigas infestadas foram posteriormente debulhadas e os grãos infestados foram separados dos não infestados e posteriormente contados. Tanto os grãos furados assim como os não furados foram separados do pó provocado pelo ataque de *P.*

truncatus e proceder-se-á em seguida a pesagem em separado das fracções. O tempo de armazenamento das espigas na altura da amostragem será registado.

Os grãos danificados foram definidos como uma percentagem do número total de grão. A percentagem de dano do grão foi estimada através da expressão descrita por Pantenius (1988):

Onde:

$$D = \frac{N_d}{N_u + N_d}$$

N_d : Número de grãos danificados

N_u : Número de grãos não danificados

As perdas de peso foram determinadas pelo método proposto por Harris e Lindbald (1978) baseado no teste gravimétrico de contagem e pesagem de grãos danificados e não danificados. Segundo estes autores este método é apropriado para amostras pequenas e o valor é estimado pela fórmula:

$$L = \frac{N_d W_u - N_u W_d}{W_u (N_d + N_u)} \times 100$$

Onde:

N_d : Número de grãos danificados

W_d : Peso dos grãos danificados

N_u : Número de grãos não danificados

W_u : Peso dos grãos não danificados

10.3. Dispersão espacial de *T. nigrescens*

A dispersão espacial de *T. nigrescens* foi calculada usando índice de dispersão o qual verifica o grau de aleatoriedade, regularidade ou agregação de distribuição dos indivíduos no meio ambiente. O índice é dado pela razão Variância/Média, e pela formula:

$$I = \frac{s^2}{\bar{x}} \quad (4)$$

Onde: s^2 = estimativa da variância e $\bar{x}$ = estimativa da média

O índice menor que 1 indica um arranjo espacial regular ou uniforme; quanto igual a 1 a distribuição é espacial aleatória e quando o índice for maior que 1 a distribuição é agregada.

10.4. Análise de dados

Os dados colhidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) ou “General Linear Model” (GLM) (Proc ANOVA ou GLM, SAS Institute, 1999). Análises combinadas foram efectuadas para avaliar o efeito das interacções entre as densidades populacionais do predador e da broca maior do grão de milho usando “Probit analysis” (Proc Catmod, SAS Institute, 1999). Comparações parelhadas foram efectuadas utilizando o teste-*t* (Proc TTEST, SAS Institute, 1999). Onde foi necessário, os dados foram transformados convenientemente antes de serem submetidos a análise estatística apropriada.

11. RESULTADOS E DISCUSSÃO

T. nigrescens estabeleceu-se em todos os distritos onde foi previamente libertado, porém a densidade populacional foi baixa e sem diferenças estatisticamente significativas entre Vanduzi, Pungue Sul e Honde. *P. truncatus* foi registado em todos os distritos com maior densidade populacional nas localidades de Pungue Sul e Honde. (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8. Densidade populacional de *T. nigrescens* e *P. truncatus* em amostras das armadilhas.

Localidades	N	Pt	Tn
		x±SD	x±SD
Vanduzi	15	196.6±119.4a	4.4±5.1a
Pungue Sul	15	449.7±262.6b	4.6±4.5a
Honde	20	440.6±182.1b	3.3±5.4a

As médias representam valores de 5 replicas por localidade e distrito. Os valores indicados pelas mesmas letras alfabéticas na coluna não são estatisticamente diferentes a 5% ($P > 0.05$).

A percentagem de *T. nigrescens* em relação ao *P. truncatus* nas armadilhas, registada neste trabalho é ligeiramente maior nas três localidades comparada com aquela encontrada por Cugala *et al.* (2007). Porém Honde apresenta menor diferença percentual em relação as outras localidades. Estes dados ainda sugerem poucas conclusões sobre o impacto positivo de *T. nigrescens* na densidade populacional de *P. truncatus*. Pois requiere-se um mínimo de 4 a 6 anos para obter resultados consistentes. Apesar de tudo, informação da eficácia do predador sobre a presa foi reportada por Borgemeister *et al.* (1997a) no Benin, Richter *et al.* (1997) no Togo e Hill *et al.* (2003) no Kenya. A redução dos danos e perdas de peso do grão de milho foi reportada por Borgemeister *et al.* (1997a) no Benin.

Tabela 9. Densidade populacional de *T. nigrescens* e *P. truncatus* em amostras dos celeiros.

Localidades	N	Pt	Tn
		x±SD	x±SD
Vanduzi	10	11.6±20.5a	0.3±0.9a
Pungue Sul	9	32.4±39.3b	0.2±0.6a
Honde	9	213.4±187.5c	1.4±3.6a

As médias representam valores de 5 replicas por localidade e distrito. Os valores indicados pelas mesmas letras alfabéticas na coluna não são estatisticamente diferentes a 5% ($P > 0.05$).

11. 1. Dispersão de *Teretrius nigrescens*

Teretrius nigrescens dispersou as regiões do Cruzamento-Tete, de Moçambisse, Cruz, Mucombezi e Almada. O maior número de indivíduos de *T. nigrescens* foi registado em Mucombezi 14 indivíduos/armadilha enquanto que no Cruzamento-Tete foi menor com 0.4 indivíduos/armadilha (Tabela 10).

A dispersão de *T. nigrescens* não obedece um determinado padrão ou gradiente. Em Almada, região mais próximo de Vandúzi foram registados 9 indivíduos/armadilha enquanto que em Mucombezi, região mais próxima de Pungue Sul foram reportados 14 indivíduos/armadilha. Em adição, na região de Cruz, mais próximo de Honde foram registados 2 indivíduos/armadilha (Tabela 10). A presença do predador *T. nigrescens* nas regiões do Cruzamento de Tete, Almada, Mucombezi e Moçambissa, locais onde não foi previamente libertado foi indicação de sua dispersão para novas áreas.

Tabela 10: Distância (Km) entre os locais de libertação e dispersão e, percentagem de indivíduos de *T. nigrescens*/armadilha

Locais de dispersão	Locais de libertação			<i>T. nigrescens</i> /armadilha
	Vandúzi	Púngue Sul	Honde	
Cruzamento-Tete	12	49	73.6	0.4
Moçambisse	59	21.8	11	5
Cruz	74	33	8.4	2
Mucombezi	36.2	7.9	32	14
Almada	2.3	40.3	65.7	9

11. 2. Índice de distribuição

O índice de distribuição foi significativamente maior que 1, facto que indica um padrão de distribuição agregada nos dois períodos de amostragem (Tabela 11).

Tabela 11: Índice de dispersão espacial do *Teretrius nigrescens*

Período	N	$\bar{X}$	S^2	$S^2/\bar{X}$	Padrão de distribuição
Junho	3	0.12	0.36	3.0	Agregada
Dezembro	21	1.17	7.32	6.28	Agregada

Os danos do grão foram maiores na localidade de Honde do que em Vanduzi e Pungue Sul. E, mostraram diferenças estatisticamente significativas entre as localidades. As perdas de peso do grão não mostraram diferenças significativas entre as localidades (Tabela 12).

Tabela 12. Dano e perda de peso do grão resultantes da infestação por *P. truncatus*.

Localidades	N	TG x ± SD	TGF x±SD	S x ± SD	PPP x± SD
Vanduzi	10	396.1±122.2a	46.5±58.2a	10.9±12.8a	65.9±46.2a
Pungue Sul	9	395.6±127.9a	25.7±76.5b	8.9±26.7a	72.9±32.4a
Honde	9	418.2±76.3a	243.3±130.9c	76.3±34.8b	86.3±21.8a

N- Número da amostra; TG- Número total do grão, TGF- Número total do grão furado S- Severidade; PPP- Percentagem de perda de peso do grão.

Os danos (total do grão de milho furado) e percentagem de perda de peso do grão registados neste trabalho são extremamente ainda muito altos comparados com aqueles obtidos por Cugala *et al.* (2007) nas três localidades amostradas. Informação sobre o impacto de *T. nigrescens* na broca maior de milho particularmente nos celeiros é escassa entretanto, os valores da densidade do predador ilustrados na tabela II são relativamente baixos em relação aqueles obtidos por Cugala *et al.* 2007. Helbig (1998) no Benin, constatou que a densidade populacional de *P. truncatus* nos celeiros pode ser reduzida não só por *T. nigrescens* mas também por parasitoides como *Anisopteromalus calandra* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) e por *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae). Estes resultados nos sugerem ser ainda inconsistentes conclusões sobre o efeito de *T. nigrescens* na broca maior do milho. E, nos remetem a necessidade de pesquisas de avaliação e registo de potenciais parasitoides que ocorrem nos celeiros nas zonas de estudo em Moçambique. A densidade populacional de *P. truncatus* também depende das variedades genéticas de milho, modo e tempo do seu armazenanto nos celeiros (Meikle *et al.* 1998).

Os dados da Tabela 10 são complementados pelo número total do grão não furado, incluindo o seu peso, assim como os valores de peso do grão furado e não furado e o peso total do pó ilustrados na Tabela 13.

Tabela 13. Total de grão não furado, percentagem do grão furado e não furado e peso total do pó.

Localidades	N	TGNF x ± SD	PGNF x±SD	PGF x ± SD	Po x± SD
Vanduzi	10	349.6±113.5a	118.7±43.2a	10.9±12.3a	0.2±0.3a
Pungue Sul	9	369.8±168.6a	127.8±70.6b	5.5±16.4b	3.5±10.6b
Honde	9	174.8±323.0b	63.6±113.7c	54.9±23.0c	21.7±22.0c

TGNF- Total do grão não furado, PGNF- Peso do grão não furado, PGF- Peso do grão furado, Po- Peso do pó.

O TGNF foi maior nas localidades de Vanduzi e Pungue Sul do que em Honde. Este resultado responde ao facto de o TGF e a severidade de dano terem sido maiores em Honde do que nas primeiras duas localidades. A percentagem de perda de peso foi significativamente maior em onde do que nas outras localidades, facto que concorda com a percentagem de perda de peso nestas localidades.

12. CONCLUSÕES

1. *Teretrius nigrescens* estabeleceu-se em todas as áreas onde foi previamente libertado, particularmente nas localidades de Pungue Sul, Vanduzi no distrito de Manica e Honde no distrito de Bárue;
2. A densidade de *T. nigrescens* em baixa em todas as localidades, porém mais elevada em Vanduzi e Honde do que em Pungue Sul;
3. *T. nigrescens* dispersou-se as regiões de Cruzamento de Tete Mukhombezi, Cruz, Almada e Moçambissa.
4. *Prostephanus truncatus* foi registado em todas as localidades de amostragem com amior densidade populacional em Pungue Sul seguido de Vanduzi e Pungue Sul;
5. É hipotético o impacto positivo de *T. nigrescens* na redução da população de *P. truncatus*, apesar de ser pouco significativo nestes primeiros anos da sua libertação.

13. RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa culminou com as seguintes recomendações:

1. Continuação da monitoria do estabelecimento, dispersão e impacto de *T. nigrescens* nas zonas de produção, armazenamento e comercialização de milho e mandioca em Moçambique;
2. Fomento e incentivo de medidas de controlo físico-sanitários particularmente secagem e armazenagem do milho e mandioca nos celeiros do sector familiar rural;
3. Promoção e realização de pesquisas para apurar as relações tritróficas entre *T. nigrescens*, *P. truncatus* e potenciais plantas hospedeiras florestais e culturas agrícolas em Moçambique;
4. Observância de medidas de quarentena para a contenção da expansão de *P. truncatus* através de milho, mandioca e produtos madeireiros florestais.

14. PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÃO PARA O CONTROLO DE *P. truncatus* EM MOÇAMBIQUE

As perspectivas de investigação para o controlo de *P. truncatus* em Moçambique assentam-se nas seguintes direcções:

1. Incremento e continuo controlo biológico integrado com outros métodos, particularmente de monitoria e eliminação física de *P. truncatus* com uso de armadilhas;
2. Estabelecimento de pontos de monitoria de estabelecimento e dispersão de *T. nigrescens* e de *P. truncatus* em Moçambique, principalmente nas Províncias de Manica, Tete, Sofala e Zambézia;
3. Pesquisas das relações tritróficas (**Fig. 7**) entre *P. truncatus*, produtos armazenados e culturas agrícolas, plantas hospedeiras florestais e o predador *T. nigrescens* para apurar:
 - a) factores determinantes que condicionam rápida expansão de *P. truncatus* no ambiente em Moçambique e na região;

- b) estratégias de controlo integrado de *P. truncatus*, principalmente nos celeiros familiares rurais em Moçambique;
 - c) novos focus e áreas de invasão e estabelecimento de *P. truncatus*.
3. Estabelecimento de modelo matemático de previsão de dispersão e estabelecimento tanto de *P. tuncatus* como do seu predador *T. nicrescens* em Moçambique.

15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anonymous (1992). Report annual 1992 du SPV Porto Novo, Rep. du Benin. [Annual report of the National Plant Protection Service of Benin].

Bell, R.J. & Watters, F.L. (1982): Environmental factors influencing the development and rate of increase of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) on stored maize. *J. stored Prod. Res.* 18, 131-142.

Berger, A. (1994) Using natural pesticides: current and future perspectives. A report for the Plant Protection Improvement Programme in Botswana, Zambia and Tanzania. Rapport 2. Department of Entomology, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden.

Biliwa, A., J. Böye, H. U. Fischer, e J. Helbig. (1992). Stratégie de lâchers et études de suivi de *Teretriosoma nigrescens* au Togo, pp. 138-142. In Böye, J., M. Wright, and G.-A. Laborius (eds.). *Implementation of and further Research on Biological Control of the Larger Grain Borer. Proceedings of an FAO/GTZ Co-ordination Meeting*. FAO, Rome, Italy, and GTZ, Eschborn, Germany. FAO, Rome, Italy.

Birkinshaw, L.A.; R.J. Hodge sa,*, S. Addob, W. Riwac (2002) Can 'bad' years for damage by *Prostephanus truncatus* be predicted? *Crop Protection* 21 (2002) 783–791

Borgemeister, C., F. Djossou, C. Adda, H. Schneider, B. Djomamou, K. Azoma, e R. H. Markham. (1997a). Establishment, spread and impact of *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae), an exotic predator of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae), in south-western Bénin. *Environmental Entomology* 26: 1405-1415.

Borgemeister, C., Tchabi, A., Scholz, D., (1998a). Trees or stores? The origin of migrating *Prostephanus truncatus* collected in different ecological habitats in southern Benin. *Entomol. Exp. Appl.* 87, 285–294.

Böye, J. (1988). Autoecological Investigations on the behaviour of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col., Bostrichidae) in Costa Rica. Dissertation, Christian-Albrechts University Kiel, 195 pp.

Compton, J. A. F. and A. Ofosu. (1994). Biological control of the larger grain borer with *Teretriosoma nigrescens*, pp. 1-8. In Compton, J.A.F. (ed.). *Quarterly Report 4/94, Ghana Larger Grain Borer Project (Research Programme Volta Region)*. Ghana Ministry of Food and Agriculture, Accra, Ghana and United Kingdom Overseas Development Administration, London.

Cugala, D.R; A. Sidumo; L. Santos; N. Givá (2007) Uso do Método de controlo Biológico contra a broca maior do miho armazenado, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) nos celeiros das famílias rurais em Moçambique. Relatório final de investigação submetido ao FIP-Fundo de Investigação sobre a Pobreza. Projecto de Inovação Tecnológica. Ministério de Ciência e Tecnologia. Maputo, Moçambique. 52pp.

Detmers, H.B. (1990) Untersuchungen zur biologischen Bedeutung des holzes für den Grossen Kornbohre *Prostephanus truncatus* (Bostrichidae). Mitteilungen aus der Biologischen für Land- und Fortwirtschaft. Heft 260, 93pp.

Dunstan W.R, and Magazini, I.A. (1981). Outbreaks and new records, United Republic Of Tanzania. The larger grain borer on stored products. *FAO Plant Protection Bulletin* 29:80-81.

Edde P.A; Phillips T.W., (2006) Potential host affinities for the lesser grain borer, *Ryzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae): behavioral responses to host odors and pheromones and reproductive ability on non rain hosts. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 119, 255-263.

Fadamiro H.Y.; Wyatt T.D.; Birch M.C. (1996) Flight activity of *Prostephanus truncatus* (Horn) in relation to population density, resource quality, age and sex. *Journal of Insect Behavior* 9, 347-359.

Fadamiro, H.Y., I. Gudrups, R.J. Hodges (1998) Upwind Flight of *Prostephanus truncatus* is mediated by Aggregation Pheromone but not Food Volatiles. *Journal of Stored Products Research* 34 No. 2/3:151-158.

Farrell, G. (2000) Dispersal, phenology and predicted abundance of the larger grain borer in different environments. *African Crop Science Journal* 8: 337-343.

Giles, P.H; Hill, M.G; Nang'ayo F,L,O; Farrell, G; Kibata, G.N. (1996). Release and establishment of the predator *Teretriosoma nigrescens* Lewis for the biological control of *Prostephanus truncatus* (Horn) in Kenya. *African Crop Science Journal* 4, 325-337.

Gwinner, J., Harnisch, R., Muck,O. (1997). Manual sobre a prevenção das perdas de grão depois da colheita. Projecto de protecção de produtos armazenados. Eschobory: GTZ, 346p

Haines, C.P., (1981). Insects and Arachnids from Stored Products: A Report on Specimens Received by the Tropical Stored Products Centre 1973–1977. *Report of the Tropical Products Institute* L54. Natural Resources Institute, Chatham, Kent, UK.

Harnisch, R. and Krall, S. (1984). Further distribution of the larger grain borer in Africa. *FAO plant Protection Bulletin* 32: 113-114.

Harris, K. L. & C. J. Lindbad. (1978). Post-harvest Grain Loss Assessment Methods. Minnesota, America Association of Cereal Chemist, 193 p.

Haubruge,. H., and Gaspar, C. (1990) Détermination en laboratoire des zones favorables au développement des populations du grand capucin du grain, *Prostephanus truncatus* (Horn), en Afrique. *L'agronomie Tropicale* 45:251-258.

Heinrich Schneider; Christian Borgemeister; Mamoudou S_etamou; Hippolyte Affognon, Albert Bell, Matthias E. Zweigert, Hans-Michael Poehling, and Fritz Schulthess (2004) Biological control of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) by its

predator *Teretrius nigrescens* (Lewis) (Coleoptera: Histeridae) in Togo and Benin. *Biological Control* 30 (2004) 241–255

Helbig, J., (1995) The Ecology of *Prostephanus truncatus* in Togo with particular emphasis on interaction with the predator *Teretriosoma nigrescens*. GTZ, 111 pp Eschborn.

Helbig, J., Detmers, H.B., Laborius, G.A; Schulz F.A. (1992) Investigations on the capability of *Prostephanus tuncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae) to develop on different types of wood. In: Fleurat-Lessard, F., Ducom P. (Eds) Proceedings of the 5th International Working Conference on Stored Product Production. 9-14 September 1990, Bordeaux, France. Imprimerie Medocaine, Blanquefort Cedex, pp 89-97.

Hill, M.G., Borgemeister, C., Nansen, C. (2002) Ecological Studies on the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col: Bostrichidae) and their implications on Integrated Pest Management. *Integrated Pest Management Review* 7, 201-221.

Hill, M.G., Nang_ayo, F.L., Wright, D.J., (2003). Biological control of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) in Kenya using a predatory beetle *Teretrius nigrescens* (Coleoptera: Histeridae). *Bull. Entomol. Res.* 93, 299–306.

Hodges, R.J. (1986). The biology and control of *Prostephanus truncatus* - a destructive pest with an increasing range. *Journal of Stored Product Research* 22:1-14.

Hodges, R.J., (1994). Recent advances in the biology and control of *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). In: Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., Champ, B.R. (Eds.), Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-Product Protection. CAB International, Wallingford, UK, pp. 929–934.

Hodges, R.J. and C. Dobson (1998) Laboratory studies on behavioral interactions of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) with conspecifics, synthetic pheromone and the predator *Teretrius nigrescens* /lewis) (Coleoptera: Histeridae). *Journal of Stored Product Research* 34: 297-305.

Hodges, R.J., Addo, S., Birkinshaw, L., (2003). Can observation of climatic variables be used to predict the flight dispersal rates of *Prostephanus truncatus*? *Agric. For. Entomol.* 5, 123–135.

Hodges, R.J., Dunstan, W.R., Magazini, I. & Golob, P. (1983): An outbreak of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in East Africa. *Prot. Ecol.* 5, 183-194.

Jia, F., et al. (2008) Survival and reproduction of the lesser grain borer, *Rhyssopertha dominica* (F) (Coleoptera: Bostrichidae) on flora associated with native habitats in Kansas. *Journal of Stored Products Research* 44: 366-372.

Leliveldt, B., (1990). Antagonisten von *Prostephanus truncatus* (Horn). PhD thesis, Free University Berlin, Germany.

Makundi, R.H., (1987) The spread of *Prostephanus truncatus* (Horn) in Africa and measures for its control. *FAO Plant Protection Bulletin* 35, 121-126.

Mariquale B. (2007) Ocorrência da broca maior do grão *Prostephanus truncatus* Horn (Coleoptera: Bostrichidae) em Moçambique: O caso do distrito de Manica. Projecto Final. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, UEM. Maputo, Moçambique. 61pp.

Markham, R.H., Borgemeister, C. and Meikle, W.G. (1994). Can biological control resolve the Larger Grain Borer crisis? In: Proceedings of the Sixth International Working Conference on Stored Products Protection. Canberra, Australia, 17-23 April, 1994. Vol. 1. Highley, E.,

Markham, R.H., Wright, V.F., Ríos Ibarra, R.M., (1991). A selective review of research on *Prostephanus truncatus* (Col.: Bostrichidae) with an annotated and updated bibliography. *Ceiba* 32, 1–90.

Markham, R.H (1998a). The effects of maize variety on the density of *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in post-harvest stores in Benin Republic. *J. Stored Prod. Res.* 34: 45-58.

Meikle, W.G., Markham, R.H., Nansen, C., Holst, N., Degbey, P., Azoma, K., Korie, S., (2002). Pest management in traditional maize stores in West Africa: a farmer's perspective. *J. Econ. Entomol.* 95, 1079–1088.

Meikle, W. G., C. Adda, B. Azoma, C. Borgemeister, P. Degbey, B. Djomamou, and R. H. Makham (1998) The Effect of Maize Variety on the Density of *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Post-harvest Stores in Benin Republic. *Journal of Stored Product Research* 34 No. 1:45-58.

Nang'ayo, F.L.O., Hill, M.G., Chandi, E.A., Nzeve, N.V., Obiero, J., (1993). The natural environment as a reservoir for the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in Kenya. *Afr. Crop Sci. J.* 1, 39–47.

Nansen, C., Meikle, W.G., Korie, S., (2002). Spatial analysis of *Prostephanus truncatus* (Bostrichidae: Coleoptera) flight activity near maize stores and in different forest types in southern Benin, West Africa. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 95, 66–74.

National Department of Agriculture, Division Plant Health Promotion (1998) Larger Grain Borer. Technical Manual No. 1. South Africa.

Pantenius, C.U. (1988). Storage losses in traditional maize granaries in Togo. *Insect Science and its Applications*. 9: 725-735.

Ramírez-Martínez, M., A. Alba-Avila, and R. Ramirez-Zurbia. (1994). Discovery of the larger grain borer in a tropical deciduous forest in Mexico. *J. Appl. Entomol.* 118: 354-360.

Rees, D.P. (1987). Laboratory studies on predation by *Teretriusoma nigrescens* Lewis (Col.: Histeridae) on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae) infesting maize cobs in the presence of other maize pests. *Journal Stored Products Research* 23:191-195.

Rees, D.P.; R.R. Rivera, and F.J.H. Rodrigues. (1990). Observations on the Ecology of *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae) and its prey *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Tropical Sciences* 30: 153-165.

Richter, J., Biliwa, A., (1991). Landesweite Erhebung mittels Pheromonfallen zur Verbreitung von *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in Togo. *Anz. Schädlingssk. Pflanzensch. Umwelts* 64, 89–92.

Richter, J., Biliwa, A., Helbig, J., Henning-Helbig, S., (1997). Impact of *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae) on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) and losses in traditional maize stores in southern Togo. *J. Stored Prod. Res.* 33, 137–142.

SAS Institute. (1999). User's Guide: Statistics, Software release. 6.12.(ed.) SAS Institute, Inc., Cary,NC,USA.

Savory, A. (1991) *Holistic Resource Management*. 5th Ed. Gilmour Publishing, Zimbabwe. Pp 564.

Schneider, H. (1999). Impact assessment of *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae), a predator of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Ph.D. dissertation. Hannover University. Hannover, Germany.

Scholz, D., Borgemeister, C., Poehling, H.M, Markham, R. (1998). Flight initiation and flight activity in *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). *Bulletin of Entomological Research*. 88, 545–552.

Shires, S.W. (1979) Influence of temperature and humidity on survival development period and adults sex ratio in *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Stored Product Research* 15:5-10.

Smith, S.M. et. al. (1996) Effect of Wood ash and conidia of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on mortality of *Prostephanus truncatus* (Horn). *Journal of Stored Product Research* 42:357-366.

Subramanyam B.H., Cutkomp L. K. and Darveaux B. A.(1985). A new character for identifying larval instars of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *J. stored Prod. Res.* 21, 101-104.

Tigar, B.J., Osborne, P.E., Key, G.E., Flores-S, M.E. and Vazquez-A, M. (1994). Distribution and abundance of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) and its predator *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae). *Bulletin of Entomological Research* 84:555-565.

Tigar, B.J.; Key, G.E; Flores-S, M.E and Vazquez-A, M. (1994a). Field and post-maturation infestation of maize by stored product insects in Mexico. *Journal of Stored Product Research* 30: 1-8.

Wright M.A.P.; Akou-Edi D. and Stabrawa A. (1993) Infestation of dried cassava and maize by *Prostephanus truncatus*: entomological and socio-economic assessments for the development of loss reduction strategies. In Report of the Larger Grain Borer Project, Togo. p. 141. NRI Report R1941.

Wright V. F.(1984). World distribution of *Prostephanus truncatus*. Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*. Slough. Publ. GTZ, Eschborn, pp. 11-16.

Wright V.F., Fleming E.E, Post D., (1990) Survival of *Ryzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on fruits and seeds collected from woodrat nests in Kansas. *Journal of the Kansas Entomological Society* 63, 344-347.

16. ANEXOS

Tabela 1: Lista de algumas espécies de plantas florestais, hospedeiras de *P. truncatus*.

Espécies	de	plantas	Famílias	Partes atacadas	Fonte bibliográfica
----------	----	---------	----------	-----------------	---------------------

florestais			
<i>Acacia</i> spp	Fabaceae	Sementes e madeira	National Department of Agriculture (1998)
<i>Commiphora</i> spp	Burseraceae	Sementes e madeira	National Department of Agriculture (1998)
<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	Sementes	Helbig <i>et al.</i> (1992)
<i>Leucaena</i> spp	Fabaceae	Sementes	National Department of Agriculture (1998)
<i>Prosopis</i> spp	Fabaceae	Sementes	National Department of Agriculture (1998)
<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	Sementes e madeira	Ramirez-Martinez <i>et al.</i> (1994)
<i>Ficus exasperata</i>	Moraceae	Sementes	Nang'ayo <i>et al</i> (1993)
<i>Ficus exasperata</i>	Bombacaceae	Sementes	Hill <i>et al.</i> 2002
<i>Lannea nigritana</i>	Anacardiaceae	Sementes e madeira	Nansen <i>et al.</i> (2002)
<i>Bursera fagaroides</i>	Burseraceae	Sementes	Ramirez-Martinez <i>et al.</i> (1994)
<i>Tectona grantis</i>	Verbenaceae	Sementes	Nansen <i>et al.</i> (2004)
<i>Sterculia tragacantha</i>	Sterculiaceae	Sementes e madeira	Helbig (1993)
<i>Poincinia regia</i>		Sementes	Helbig <i>et al</i> 1990
<i>Sorghum bicolor</i>	Poaceae	Sementes	Helbig <i>et al.</i> 1990

Tabela 2: Espécies de plantas de relva, forbs, arbustivas em cujas sementes sobrevive a broca menor do grão *Rizopertha dominica* (Jia *et al.* 2008, modificado pelos autores)

Tipo de planta	Familia	Nome científico	Nome comum*	EOM
Relva	Poaceae	<i>Andropogon gerartii</i> (Vitman)	Grande relva de caule azul	X
		<i>Elymus canadiensis</i> (L.)	Centeio bravio canadense	X
		<i>Elymus virginicus</i> (L.)	Centeio bravio virginiano	X
		<i>Hordeum jubatum</i> (L.)	Cevada-relva	X
		<i>Sorghastrum nutans</i> (Nash)	Relva indiana	X
		<i>Poa pratensis</i> (L.)	Relva azul kentuckiana	X
		<i>Leersia oryzoides</i> (L.)	Arroz-relva	X
		<i>Schyzachyrium scoparium</i> (Nash)	Pequena relva de caule azul	X
		<i>Muhlenbergia racemosa</i> (Michx)	Erva-dos-prados de terras altas	X
		<i>Panicum virgatum</i> (L.)	Relva fina	X
		<i>Bromus inermis</i> (Leyss)	Bomo liso	X
		<i>Sporobolus asper</i> (Michx)		X
		<i>Tridens flavus</i> (L.)	Relva-de-pontas vermelhas	X
		<i>Avena fatua</i> (L.)	Aveia bravia	X
		<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	X
"Forbs"	Fabaceae	<i>Baptisia leucophaea</i> (Nutt)	Anil bravio creme	X
		<i>Cassia marilandica</i> (L.)	Sena marilandeses	X
		<i>Desmodium glutinosum</i> (Muhl)	Trevo-de-folhas pontiagudas	X
	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia marilandica</i> (L.)	Ficária tardia	X
Arbustos	Rosaceae	<i>Rosa arkansana</i> (Porter)	Rosa bravia de pradaria	X
Arvores	Fagaceae	<i>Quercus shumardii</i> (Buckl)	Carvalho-de-sumardi	X
		<i>Quercus robur</i> (L.)	Carvalho inglês	X
	Cupressaceae	<i>Juniperus virginiana</i> (L.)	Cedro vermelho oriental	X

*Tradução não oficial; SOM – espécies que ocorrem em Moçambique.

Tabela 3: Espécies de plantas em cujas estacas sobrevive com maior actividade alimentar a broca menor do grão *Rhizopertha dominica* (Jia et al. 2008, modificado pelos autores)

Familia	Nome científico	Nome comum*	EOM
Aceraceae	<i>Acer rubrum</i> (L.)	Ácer vermelho	X
	<i>Acer saccharinum</i> (L.)	Ácer prateado	X
Annonaceae	<i>Pyrus malus</i> (L.)	Maceira	X
Canabaceae	<i>Celtis</i> spp.	Lódão-bastardo	X
Cupressaceae	<i>Juniperus virginiana</i> (L.)	Cedro vermelho oriental	X
Dipsacaceae	<i>Dipsacus laciniatus</i> (L.)	Oliveira russa	X
Fagaceae	<i>Quercus macrocarpa</i> (Mchx)	Carvalho-rebarba	X
	<i>Quercus muehlenbergii</i> (Engelm)	Carvalho-de- Chinquapin	X
	<i>Quercus palustris</i> (Muenchh)	Carvalho-alfinete	X
	<i>Quercus rubra</i> (L.)	Carvalho vermelho	X
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i> (L.)	Pastilha-doce	X
Juglandaceae	<i>Juglans nigra</i> (L.)	Nogueira preta	X
	<i>Carya ovata</i> (Mill)	Nogueira amarga	X
Leguminosae	<i>Gleditsia triacanthos</i> (L.)	Locusta melifera	X
	<i>Cercis canadensis</i> (L.)	Botão vermelho	X
Moraceae	<i>Morus rubra</i> (L.)	Amoreira	X
	<i>Maclura pomifera</i> (Raf)	Osage orange	X
Oleaceae	<i>Fraxinus pennsylvania</i> (Marsh)	Freixo verde	X
Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> (Arnold)	Pino austriaco	X
Platanaceae	<i>Platanus racemosa</i> (Nutt)	Sicómoro	X
Salicaceae	<i>Populus fremontii</i>	Algodão madeireiro	X
Ulmaceae	<i>Ulmus americana</i>	Olmo americano	X
Poaceae	<i>Triticum aestivum</i> (L)	Trigo	X

*Tradução não oficial; EOM – espécies que ocorrem em Moçambique

Tabela 4. Distribuição de *Prostephanus truncatus* em África (Farrell 2000)

País	Ano de registo de ocorrência	Local
África Oriental e Central		
Tanzânia	1981	Tabora
Quênia	1983	Taveta
Burundi	1984	Gisuru e Mosso
Ruanda	1993	Kigali
Uganda	1997	Busia
África Ocidental		
Togo	1984	Lomé
Benin	1986	Mono
Guine Conacri	1988	Fouta Djallon
Ghana	1989	Volta
Burkina Faso	1991	Kamboinse, Ouagadougou
Nigéria	1992	Oyo e Ogun
Níger	1994	Niamey, Dosso e Gaya
África Austral		
Malawi	1991	Karonga
Zâmbia	1993	Nakonde
Namíbia	1998	Norte de Namibia
Africa do Sul	1999	Kruger National Park
Moçambique	1999	Mutatara

Tabela 5: Zonas de distribuição de *P. truncatus* em Moçambique (Mutxeco *et al.* (2003)

Província	Distrito	Locais	Ano de confirmação
Tete	Mutara	Localidade de Sinjal	2000
	Moatize	Posto Administrativo de Cambulatsitsi	2000
	Chifunde	Posto Administrativo de Kassakatiza	2001
	Chiúta	Manje, Cazula, Muchena, Chipiri, Chicoco	2001
	Marávia	Posto Administrativo de Chipera	2001
	Cabora	Posto Administrativo de Chitima	2001
	Bassa		
Gaza	Chicualacuala	Pafuri e Vila Eduardo Mondlane	2001
Inhambane	Massinga	Mercados informais ao lonho da EN1	2003
	Vilanculos	Mercados informais ao lonho da EN1	2003
Sofala	Chibabava	Localidade de Hode	2002
Manica	Machaze	Junto a localidade de Hode	2003

Tabela 6: Inseticidas usados para o controlo de *P. truncatus* e outros insectos do armazem (Gwinner *et al.* 1997, enriquecido pelos autores)

Matéria activa	Nome comercial	Dosagens usadas para LD ₅₀
Deltametrina	K-Othrin	135-5000 mg/kg; 1ppm
Permetrina	Permethrin	430-4000 mg/kg; 2ppm
Fenvalerate	Sumicidin	451 mg/kg; 2ppm
Cyflutrina	Baythroid	500mg/kg; 1-2 ppm
Combinação de Organofosfatos e piretroides		
Pyrimiphos-metilo + permetrina	Actelic Super	8 + 1,5 ppm
Pyrimiphos-metilo + Deltametrina	K-thrine Combi	5 + 0,5 ppm
Fenitrotião + Cyflutrina	Baythroid Combi	8 + 0,2 ppm
Fenitrotião + fenvalerate	Sumicombi	5 + 1 ppm

Tabela 7. Localidades de monitoria do estabelecimento e dispersão de *T. nigrescens*.

Distrito	Localidades	Zonas amostragem	Coordenadas	Objectivo da amostragem
Bárue	Honde	Moçambiça	S 18 19 540 E 33 10 364	Dispersão, monitoria +BMM
		Honde-Sede	S 18 19 290 E 33 11 590	Dispersão, monitoria+BMG*
			S 18 18 079 E 33 11 592	Monitoria + BMG
		Cruz	S 18 17 595 E 33 13 137	Monitoria + BMG
			S 18 33 269 E 33 16 441	Monitoria + BMG
		Pungue-Sul Sede	S 18 33 840 E 33 16 569	Monitoria + BMG
Manica	Pungue Sul	Mukhombezi	S 18 40 008 E 33 18 532	Dispersão, monitoria + BMG
	Vanduzi	Almada	S 18 58 076 E 33 19 186	Monitoria, dispersão + BMG
			S 18 57 274	Monitoria,
		Vanduzi-Sede	E 33 16 033	dispersão + BMG
			S 18 57 138 E 33 15 468	Monitoria + BMG



Fig. 1. *Teretrius nigrescens*
Lewis (Coleoptera: Histeridae)

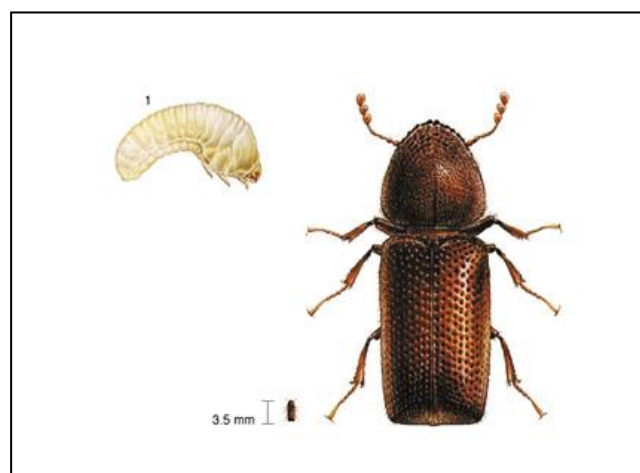


Fig. 2a; b – *Prostephanus truncatus*:
adulto e larva.



A



B

Fig. 3. Espigas de milho com camisa (a) com perforações de *P. truncatus* e (b) em pó com diversos detritos

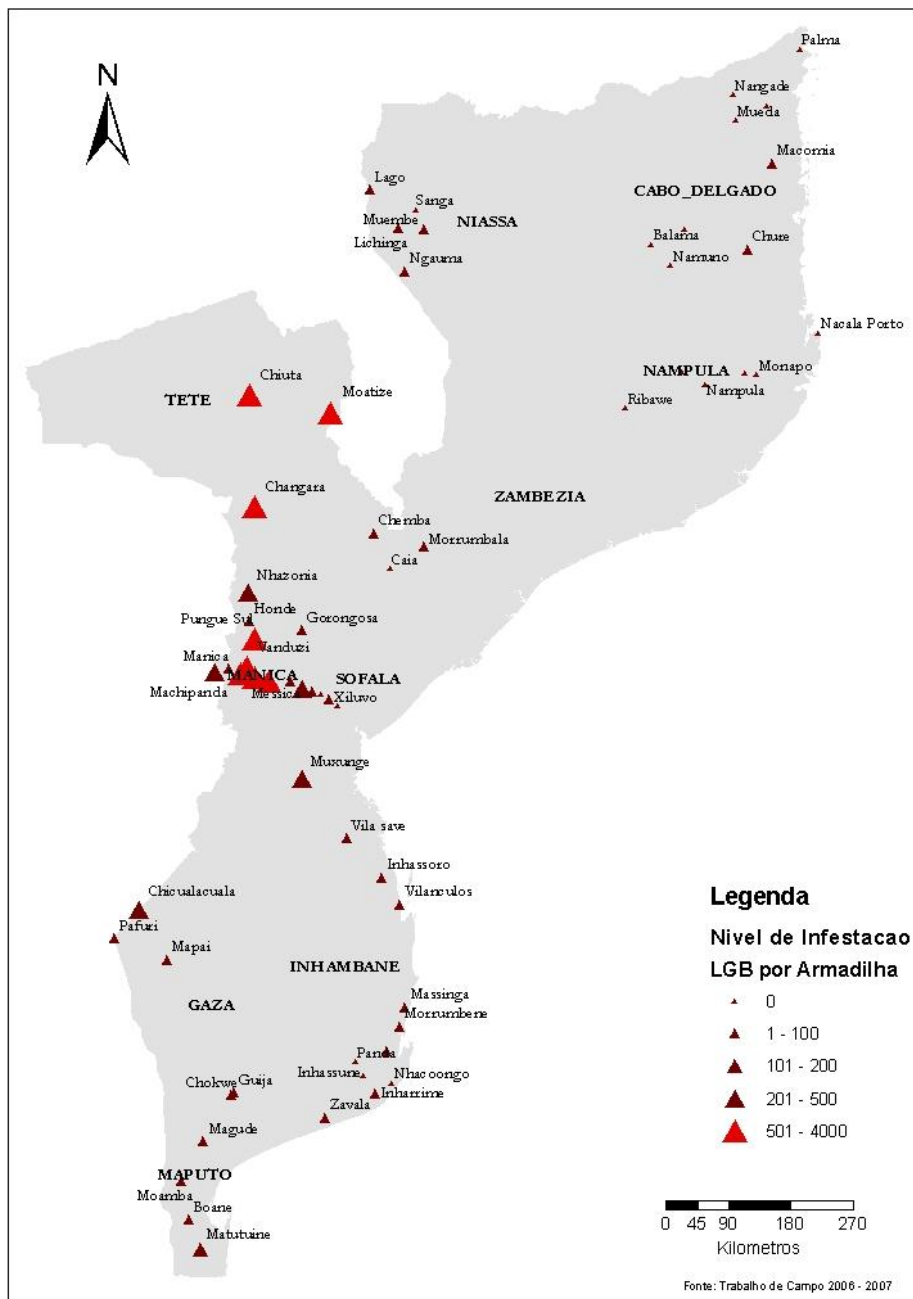


Figura 4. Distribuição e níveis de infestação de *P. truncatus* em Moçambique (Cugala *et al.* 2007)

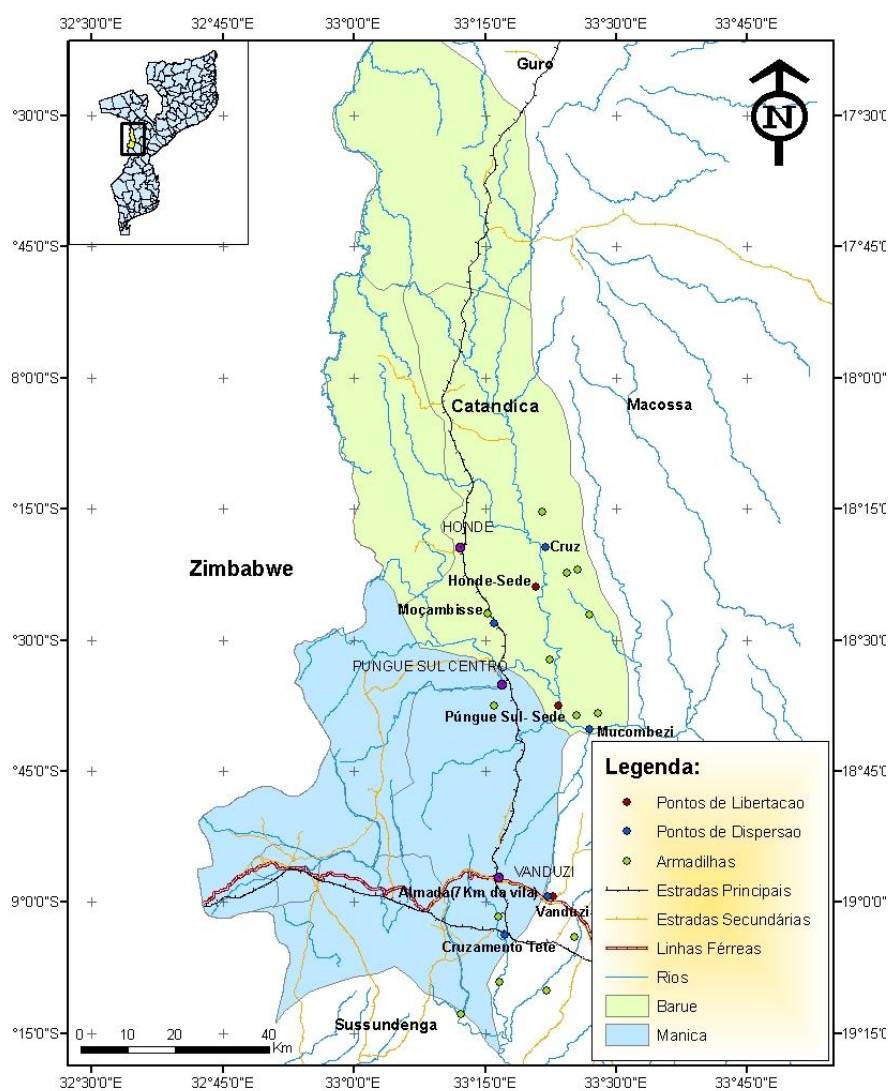


Fig. 5. Mapa dos locais de amostragem



Fig. 6. Armadilha de feromona sexual, Delta Pherocon III, Trecé, Salinas USA instalada numa planta florestal.

Fig. 7. Relações tritróficas entre *T. nigrescens*, *P. truncatus* products armazenados e culturas agrícolas e plantas florestais.

